GRUPO BLR

HORTICULTURA: FUNDAMENTOS, PRÁCTICAS EFICIENTES Y SOSTENIBLES

ISBN: 978-9907-852-15-8

Rigoberto Miguel García Batista

2026

HORTICULTURA: FUNDAMENTOS, PRÁCTICAS EFICIENTES Y SOSTENIBLES

Rigoberto Miguel García Batista

AUTOR



UTMACH

Este libro ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad científica.

©Grupo Editorial BLR
Universidad Técnica de Machala
Riobamba – Ecuador
Correo: publicaciones@grupoblr.com
https://grupoblr.com/libros-investigo
REPOSITORIO



García, R. (2026) Horticultura: Fundamentos, prácticas eficientes y sostenibles. Grupo Editorial BLR.

© Rigoberto Miguel García Batista

Horticultura: Fundamentos, prácticas eficientes y sostenibles.

ISBN: 978-9907-852-15-8

El copyright promueve la libertad de expresión, protege la diversidad de ideas y conocimiento, además apoya la libre expresión. Se prohíbe de manera rigurosa la producción o el almacenamiento de esta publicación, ya sea en su totalidad o en parte, está estrictamente prohibido por ley, incluyendo el diseño de la portada, así como su difusión a través de cualquiera de sus medios, ya sean electrónicos, mecánicos, ópticos, de grabación o incluso de fotocopia, sin permiso de los propietarios de los derechos de autor.

FILIACIÓN DEL AUTOR

Rigoberto Miguel García Batista

Universidad Técnica de Machala

Correo Electrónico: rmgarcia@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2403-0135

PRÓLOGO

La horticultura comotoda actividad agrícola tiene muchos retos de cara al futuro. Entre estos, quizás el mayor sea desarrollar un sistema de producción sostenible. Ya no solo se trata de aumentar los rendimientos a cualquier costo. Ante las incertidumbres del cambio climático no hay alternativa. Se tiene que producir con plena consciencia de que los recursos naturales deben aprovecharse racionalmente.

Otro gran reto de la horticultura es el aumento de los rendimientos. La superficie disponible para cultivar difícilmente aumentará en las próximas décadas. De modo que los rendimientos tienen que incrementarse si queremos que la producción aumente. A esto hay que sumarle que será de gran importancia aumentar la disponibilidad de cultivos, promoviendo aquellos que están infrautilizados (Anónimo, 2023).

Constituye también un reto para la horticultura contribuir al Objetivo de Desarrollo Sostenible 2 Naciones Unidadas (2018) en el que se plantea: *Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible* (p. 19). El perfeccionamiento de las prácticas hortícolas, como aporte particular al cumplimiento de las metas planteadas en este objetivo, debe enfocarse a asegurar la sostenibilidad de los sistemas de producción de alimentos. Para ello, se deben aplicar prácticas agrícolas resilientes que aumenten la productividad y la producción. De esta forma puedan contribuir al mantenimiento de los ecosistemas, fortalezcan la capacidad de adaptación al cambio climático y mejoren progresivamente la calidad de

la tierra y el suelo (CEPAL 2018; Naciones Unidas Ecuador 2026).

Según Pérez y Gardey (2021) es importante tener en cuenta que en la horticultura pueden involucrarse desde ingenieros agrícolas hasta trabajadores rurales pasando por dueños de negocios y vendedores (p. 3). Por tanto, resulta útil para una persona que desea cultivar hortalizas en el jardín de su casa para alimentar a su familia como para un profesional contratado por una gran empresa o por el Estado para mejorar la producción de alimentos.

En la actualidad, es cada vez más común que la gente con un poco de espacio libre en su casa comience a contemplar la posibilidad de crear un huerto, especialmente uno urbano. Esta es una de las iniciativas más populares de los últimos tiempos para promover la alimentación sana y la conciencia de cuán importantes son los recursos. A pesar de la tentación de sumarse a este movimiento saludable, no se debe olvidar que requiere tiempo y mucha atención. Además, resulta difícil para aquellas personas que no tengan ninguna experiencia previa en horticultura.

Estos antecedentes expresan un cambio en la manera de pensar y actuar que productores y consumidores deben apreciar. La sostenibilidad se convierte en un criterio elemental en la toma de decisiones. La preocupación por el bienestar social, la eficiencia en la explotación de los recursos materias primas y la disminución del impacto ambiental son factores que impulsarán el cambio hacia prácticas de mayor sostenibilidad en las labores hortícolas.

El conocer de dónde o cómo se producen los alimentos, junto con la demanda de opciones más éticas ha llevado a un mayor interés en la

horticultura sostenible. La adaptabilidad de nuevas variedades de especies hortícolas a diversos ambientes y su eficiente productividad ofrecen una respuesta prometedora a la necesidad de producir vegetales de manera eficaz y con menor incidencia negativa en el medio ambiente.

De manera global, se aprecia un creciente interés en la investigación y el desarrollo de prácticas agrícolas sostenibles en la horticultura. Estas están dirigidas a la búsqueda de alternativas para conservar las semillas de especies endógenas que resulten fuentes de alimentación de la población local y nacional y, a su vez, permitan trazar estrategias que minimicen el uso de recursos no renovables y las afectaciones en el entorno en que se desarrollen las actividades hortícolas.

Este texto dará una visión integral, adaptable a diversas condiciones y necesidades a todo el país. Propiciara su acogida eliminar el vacío de la inexistencia de un libro de texto cuyos contenidos respalden, de manera actualizada, la impartición de la asignatura de Horticultura en la carrera de Agronomía. Este facilitará a sus usuarios: productores, estudiantes de carreras agropecuarias y profesionales del sector una orientación de prácticas actualizadas y sostenibles en las labores en la huerta. Además, brindará a los lectores la flexibilidad necesaria para adaptar las prácticas a sus recursos y objetivos. No solo se limitará a los aspectos técnicos, sino que también incorpora elementos culturales relacionados con la horticultura, reconociendo las riquezas de experiencias adquiridas y acumuladas a lo largo del tiempo. Abordará consideraciones económicas, medioambientales y endógenas destacando, la importancia de la responsabilidad en la producción alimentaria moderna.

El enfoque metodológico del libro corresponde a una investigación documental basada en la recopilación análisis y sistematización de la información proveniente de diversas fuentes bibliográficas, tales como libros, artículos científicos, manuales técnicos, tesis y documentos institucionales. La información recopilada fue organizada, integrada y contrastada, permitiendo la construcción de los contenidos desarrollados en los 12 capítulos los cuales fueron redactados siguiendo las normas APA séptima edición (APA 7).

El texto está estructurado en 12 capítulos que abarcan desde los fundamentos, origen y evolución de la Horticultura hasta resultados actuales en la investigación en esta materia, que contribuyen a un desarrollo más eficiente de la misma. Con este libro se pretende alcanzar los siguientes objetivos:

Objetivo general: contribuir a la implementación de prácticas hortícolas eficientes y sostenibles que promuevan el desarrollo agroalimentario de la región, con la integración del conocimiento científico y la experiencia práctica en una herramienta que consolide el proceso docente y productivo en beneficio de la conservación del medio ambiente y el bienestar de la población.

Objetivos específicos:

- Analizar los hallazgos de investigaciones científicas actualizadas, dando visibilidad a resultados y experiencias propias para promover el logro de una horticultura productiva y sostenible.

- Estructurar un documento con la fusión de aspectos teóricos y

prácticas de producción, así como de investigaciones recientes para proporcionar a estudiantes, productores e investigadores una herramienta técnica aplicable que fomente la implementación de nuevos conocimientos y de recomendaciones para un manejo eficiente y sostenible en la huerta y respalde la no disponibilidad de un texto específico para la asignatura de Horticultura.

- Compartir y dar visibilidad a las indicaciones técnicas recomendadas con el propósito de instruir a todos los lectores sobre la viabilidad y los beneficios de la implementación de prácticas eficientes y sostenibles en la producción hortícola facilitando la adquisición de conocimientos actualizados en la toma de decisiones y la adopción de nuevas estrategias productivas.

Se ofrece una introducción asequible a la horticultura, en la que se presentan los fundamentos técnicos y prácticas de producción. También se destaca la importancia de estas producciones en el contexto agrícola, expresado en términos de sostenibilid ad, innovación y adaptación a los cambios globales elementos clave para el futuro de la horticultura. Este texto, está elaborado esencialmente para productores, estudiantes de carreras agropecuarias y profesionales del sector, con la intención de servirles de guía durante su formación académica postgraduada, así como para toda persona interesada en comprender los principios básicos de la horticultura.

El contenido del libro está elaborado en doce capítulos que abarcan desde los principios básicos de los cultivos hortícolas hasta aspectos más específicos del manejo agronómico. El primer capítulo abarca

generalidades fundamentos de la horticultura origen y evolución de la horticultura distribución y establecimiento de la horticultura en Ecuador: Región Costa y provincia El Oro requerimientos edafoclimáticos para la producción hortícola y las principales zonas hortícolas del Ecuador y cultivos hortícolas representativos que contribuyen a la seguridad alimentaria dado por su importancia económica social y alimentaria**.** Este capítulo sirve como una introducción al contexto en el que se desarrollan los cultivos hortícolas y su importancia.

El segundo capítulo se centra en la descripción de los cultivos hortícolas su clasificación por órganos y en específico las hortalizas de raíz. Se comentan sus características cultivo y cuidados Clasificación y descripción botánica exigencias ecológicas para su desarrollo fisiología nutrición y las principales variedades comerciales cuestiones que son esenciales para garantizar una buena implantación de los cultivos. El tercer capítulo se dedica a la descripción de las hortalizas de tallos.

El cuarto capítulo profundiza en las hortalizas de hojas el quinto en las hortalizas de flores y el seis en las de frutos. En todos al igual que el capítulo 2 se centra en abordar los contenidos declarados. El capítulo 7 contiene el tema plantas medicinales y aromáticas antecedentes y origen clasificación de las plantas según sus efectos sobre la salud humana formas de preparación y usos para aprovechar las bondades de las plantas medicinales y aromáticas principales especies características morfológicas y usos sectores donde son usadas y las condiciones ecológicas para su cultivo. Se presentan las ventajas e inconvenientes de usar plantas medicinales ante los problemas de salud.

En el capítulo 8 se desarrollan los contenidos de prácticas sostenibles para la producción y conducción de los cultivos con énfasis en la etapa de semillero abordando desde su diseño establecimiento y manejo para la producción de plantillas hortícolas. Se trata también la huerta o huertos, Producción en terrenos, solares o huertas y Producción hortícola en hidropónicos, en este tema aspectos de importancia como: Principios de la producción en hidropónicos e importancia de la producción hortícola en hidropónicas, características técnicas para la construcción de un hidropónico y manejo de la producción hortícola en hidropónico y sustancias nutritivas. En el capítulo 9 se abarcan los aspectos de sanidad vegetal que son esenciales para el manejo de los cultivos hortícolas. Este capítulo se enfoca principalmente Principales plagas y enfermedades en cultivos hortícolas diagnóstico de problemas fitosanitarios (daños y síntomas) control químico biológico y cultural y los conceptos básicos del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Agroecológico de Plagas (MAP).

En el Capítulo 10 buenas prácticas agrícolas aplicadas a hortalizas se tratan concepto beneficios importancia y Certificación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) Buenas prácticas agrícolas a desarrollar: Rotación de cultivos, cultivos intercalados y policultivos Siembra directa, Agricultura orgánica, Uso de tecnología de precisión y Conservación de la biodiversidad. Así como otras buenas prácticas agrícolas, Protección de semilla, Uso seguro de plaguicidas, Producción artesanal de productos orgánicos para el control de plagas y producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de los cultivos Producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de los cultivos: compost, bocashi, violes, té de compost y lixiviados de lombriz.

El Capítulo 11 brindará la temática Cosecha, postcosecha y comercialización de hortalizas con énfasis en Indicadores de madurez fisiológica y comercial. Métodos de cosecha y manipulación. Postcosecha, Manejo postcosecha: selección empaque almacenamiento y conservación. Comercialización y las Normativas de inocuidad alimentaria en el país.

El último capítulo el 12 referido a la actualización resultados de la investigación nos brinda una actualización del manejo y conducción de los sembríos hortícolas desde investigaciones en la academia. El autor espera que el libro resulte de gran interés para estudiantes profesionales y productores del sector, así como para cualquier lector interesado en estudiar el campo de la horticultura en función de la sostenibilidad.

ÍNDICE

PRÓLOGO.....I

ÍNDICE.....IX

CAPÍTULO I 60

1 GENERALIDADES FUNDAMENTOS DE LA HORTICULTURA..... 60

1.1 Características de la horticultura..... 60

1.2 Generalidades fundamentos de la horticultura..... 61

1.3 Características de la horticultura..... 62

1.4 Origen y evolución de la olericultura..... 64

1.5 Importancia del origen de las hortalizas y su selección consciente e inconsciente 71

1.5.1 Historia del cultivo de hortalizas en América 73

1.5.2 Evolución del cultivo de hortalizas y vegetales 74

1.6 Elementos básicos de la olericultura..... 80

1.7 Distribución y establecimiento de la horticultura en Ecuador: Región Costa y provincia El Oro 82

1.8 Definición y ramas de la horticultura..... 83

1.8.1 Composición de las hortalizas 85

1.9 Factores que intervienen en la producción hortícola: técnicos ambientales sociales y económicos 86

1.9.1 Factores del clima 87

1.10 Principales zonas hortícolas del Ecuador. Cultivos hortícolas representativos del Ecuador 93

1.11 Seguridad alimentaria 94

1.12 Importancia económica social y alimentaria 95

1.12.1 Aprovechamiento más completo y regular de la fuerza de trabajo 97

1.12.2 Mejor aprovechamiento de la tierra 98

1.12.3 Importancia alimenticia 100

CAPÍTULO II 104

2 CULTIVOS HORTÍCOLAS CLASIFICACIÓN POR ÓRGANOS HORTALIZAS DE RAÍZ 104

2.1 Cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) 105

2.2 Características 105

2.3 Origen y evolución 107

2.3.1 Importancia económica 109

2.3.2 Importancia alimenticia 110

2.3.3 La producción actual de la zanahoria..... 110

2.3.4 Clasificación y descripción botánica..... 111

2.3.5 Exigencias ecológicas 115

2.3.6 Fisiología 118

2.3.7 Nutrición..... 120

2.3.8 Variedades comerciales..... 124

2.4 Cultivo de la Remolacha (*Beta vulgaris* L.)..... 126

2.4.1 Características 126

2.4.2 Clasificación y descripción botánica 130

2.4.3 Exigencias ecológicas 132

2.4.4 Fisiología..... 134

2.4.5 Nutrición..... 135

2.4.6 Variedades comerciales..... 137

2.5 El cultivo de Rabanito (Raphanus sativus L.) 139

2.5.1 Características..... 139

2.5.2 Clasificación y descripción botánica..... 144

2.5.3 Exigencias ecológicas 146

2.5.4 Fisiología 147

2.5.5 Nutrición 148

2.5.6 Variedades comerciales 150

2.6 Cultivo de cebolla *(Allium cepa* L.*)* 151

2.6.1 Características 151

2.6.2 Clasificación y descripción botánica 157

2.6.3 Exigencias ecológicas 161

2.6.4 Fisiología 164

2.6.5 Nutrición 166

2.6.6 Variedades comerciales 172

2.7 Cultivo del Ajo (*Allium sativum L.)* 175

2.7.1 Características 175

2.7.2 Origen y evolución 177

2.7.3 Importancia económica 179

2.7.4 Clasificación y descripción botánica 181

2.7.5 Exigencias ecológicas 184

2.7.6 Fisiología 187

2.7.7 Crecimiento y desarrollo 188

2.7.8 Nutrición 189

2.7.9 Variedades comerciales 191

2.8 Cultivo de batata o camote *(Ipomoea batatas* L.*)* 193

2.8.1 Características 193

2.8.2 Origen y evolución 195

2.8.3 Importancia alimenticia 197

2.8.4 Clasificación y descripción botánica 198

2.8.5 Exigencias ecológicas 201

2.8.6 Fisiología 203

2.8.7 Nutrición 205

2.8.8 Variedades comerciales 208

2.9 Cultivo de nabo (*Brassica napus L.)* 222

2.9.1 Características 223

2.9.2 Origen y evolución 224

2.9.3 Usos y significado económico 225

2.9.4 Importancia alimenticia 226

2.9.5 Clasificación y descripción botánica..... 227

2.9.6 Descripción Botánica 228

2.9.7 Exigencias ecológicas..... 229

2.9.8 Beneficios para la Salud. 232

2.9.9 Fisiología 233

2.9.10 Nutrición 234

2.9.11 Variedades comerciales..... 237

CAPÍTULO III..... 240

3 HORTALIZAS DE TALLOS..... 240

3.1 El cultivo de Espárrago – (*Asparagus officinalis* L.)..... 241

3.1.1 Características..... 241

3.1.2 Clasificación y descripción botánica..... 246

3.1.3 Exigencias ecológicas..... 249

3.1.4 Fisiología 250

3.1.5 Aspectos fisiológicos más importantes que afectan el rendimiento y la calidad del producto..... 251

3.1.6 Nutrición 253

3.1.7 Variedades comerciales 258

3.2 El cultivo de Apio (*Apium graveolens L.)* 262

3.2.1 Características 263

3.2.2 Origen e historia del apio 264

3.2.3 Valor nutricional del apio 266

3.2.4 Importancia alimenticia 269

3.2.5 Usos y Consumo 270

3.2.6 Clasificación y descripción botánica 270

3.2.7 Exigencias ecológicas 274

3.2.8 Fisiología 275

3.2.9 Factores ambientales que afectan el crecimiento y desarrollo ... 276

3.2.10 Nutrición 280

3.2.11 Factores de calidad y deficiencias comunes 280

3.2.12 Variedades comerciales 281

3.2.13 Tipos de Apio Cultivados 282

3.3 El cultivo del Ruibarbo (*Rheum spp.)* 284

3.3.1 Características 284

3.3.2 Factores a considerar para el cultivo en Ecuador 284

3.3.3 Cuidados Esenciales 286

3.3.4 Origen e historia del Ruibarbo 287

3.3.5 Nutrición (humano) 289

3.3.6 Clasificación y descripción botánica 290

3.3.7 Exigencias ecológicas 292

3.3.8 Fisiología 294

3.3.9 Factores ambientales que afectan el crecimiento y desarrollo ... 294

3.3.10 Nutrición 295

3.3.11 Macronutrientes principales 296

3.3.12 Variedades comerciales 298

CAPÍTULO IV 302

4 HORTALIZA DE HOJA 302

4.1 El cultivo de la col (*Brassica oleracea L.*) 303

4.1.1 Características 303

4.1.2 Clasificación descripción botánica. Taxonomía. 309

4.1.3 Exigencias ecológicas 313

4.1.4 Fisiología 317

4.1.5 Fases del crecimiento y desarrollo de las plantas de col 318

4.1.6 Nutrición 319

4.1.7 Variedades comerciales 325

4.2 El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*) 328

4.2.1 Características 328

4.2.2 Origen y evolución 329

4.2.3 Importancia económica 329

4.2.4 Clasificación y descripción botánica. 332

4.2.5 Exigencias ecológicas. 336

4.2.6 Fisiología 339

4.2.7 Nutrición 340

4.2.8 Variedades comerciales 343

4.3 El cultivo de espinaca (*Spinace oleracea L.*) 345

4.3.1 Características 345

4.3.2 Origen y evolución 346

4.3.3 Importancia económica..... 347

4.3.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía. 348

4.3.5 Valor nutricional 350

4.3.6 Exigencias ecológicas 350

4.3.7 Fisiología..... 352

4.3.8 Aspectos Fisiológicos y Nutricionales..... 354

4.3.9 Componentes Fisiológicos y Bioactivos..... 355

4.3.10 Factores que afectan su Fisiología..... 355

4.3.11 Nutrición..... 356

4.3.12 Variedades comerciales..... 357

4.4 El cultivo de cilantro hierbita o culantro (*Coriandrum sativum L.*) 361

4.4.1 Características 361

4.4.2 Origen y evolución 362

4.4.3 Importancia económica..... 363

4.4.4 Propiedades nutricionales del cilantro 365

4.4.5 Beneficios para la salud humana 366

4.4.6 Clasificación y descripción botánica. Descripción botánica del

cilantro..... 367

4.4.7 Taxonomía..... 370

4.4.8 Exigencias ecológicas. 370

4.4.9 Condiciones del Suelo 372

4.4.10 Fisiología 373

4.4.11 Factores que influyen 374

4.4.12 Nutrición..... 374

4.4.13 Nutrientes Esenciales 376

4.4.14 Variedades comerciales principales características. 378

4.5 El cultivo de perejil (*Petroselinum crispum neopolitanum L.*). 379

4.5.1 Características 379

4.5.2 Origen y evolución 379

4.5.3 Importancia económica..... 380

4.5.4 Composición química del perejil 381

4.5.5 Propiedades nutricionales del perejil 382

4.5.6 Clasificación y descripción botánica..... 383

4.5.7 Taxonomía del Perejil (Petroselinum crispum)..... 383

4.5.8 Exigencias ecológicas 384

4.5.9 Fisiología 387

4.5.10 Nutrición 388

4.5.11 Nutrientes Esenciales 389

4.5.12 Variedades comerciales principales características 390

4.6 El cultivo de puerro (*Allium porrum L.*) 392

4.6.1 Características 392

4.6.2 Origen y evolución 393

4.6.3 Importancia económica 394

4.6.4 Importancia alimenticia 395

4.6.5 Usos medicinales 397

4.6.6 Clasificación descripción botánica. Características morfológicas 398

4.6.7 Exigencias ecológicas 401

4.6.8 Características edafoclimáticas del cultivo 402

4.6.9 Fisiología 403

4.6.10 Nutrición 403

4.6.11 Variedades comerciales principales características 404

CAPÍTULO V 407

5 HOTALIZAS DE FLORES 407

5.1 El cultivo de Coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis L.*) 407

5.1.1 Características 407

5.1.2 Origen y evolución 408

5.1.3 Importancia económica 410

5.1.4 Beneficios para la salud humana 412

5.1.5 Clasificación y descripción botánica. Características morfológicas generales de la coliflor 414

5.1.6 Taxonomía 415

5.1.7 Exigencias ecológicas. 416

5.1.8 Clima 416

5.1.9 Caracteres fisiológicos 418

5.1.10 Fertilización 421

5.1.11 Tipos de fertilización 422

5.1.12 Variedades comerciales principales características 424

5.2 El cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea L. var. Italica*) 425

5.2.1 Características 425

5.2.2 Origen y evolución 426

5.2.3 Importancia económica..... 427

5.2.4 Importancia alimenticia..... 428

5.2.5 Clasificación descripción botánica..... 429

5.2.6 Exigencias ecológicas 432

5.2.7 Fisiología..... 434

5.2.8 Requerimientos nutricionales..... 434

5.2.9 Variedades comerciales principales características 436

CAPITULO VI..... 441

6 HORTALIZAS DE FRUTOS 441

6.1 Cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum L.*)..... 443

6.1.1 Características 443

6.1.2 Origen y evolución 444

6.1.3 Importancia alimenticia 446

6.1.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía 446

6.1.5 Exigencias ecológicas 451

Temperatura..... 451

6.1.6 Fisiología 455

6.1.7 Nutrición 457

6.1.8 Variedades comerciales 460

6.2 Cultivo del pimiento (*Capsicum annuum L.*) 462

6.2.1 Características 463

6.2.2 Origen y evolución 464

6.2.3 Importancia alimenticia 466

6.2.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía 466

6.2.5 Exigencias ecológicas 471

6.2.6 Fisiología 475

6.2.7 Nutrición 477

6.2.8 Variedades comerciales 483

6.3 El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) 487

6.3.1 Características 487

6.3.2 Origen y evolución 487

6.3.3 Importancia alimenticia 489

6.3.4 Clasificación y descripción botánica. 489

6.3.5 Exigencias ecológicas. Suelo 492

6.3.6 Fisiología 494

6.3.7 Nutrición 497

6.3.8 Variedades comerciales 501

6.4 6.4-El cultivo de sandia (sandía (*Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai*) 502

6.4.1 Características 503

6.4.2 Origen y evolución 503

6.4.3 Importancia alimenticia 504

6.4.4 Clasificación y descripción botánica 505

6.4.5 Exigencias ecológicas. Temperatura 510

6.4.6 Fisiología 512

6.4.7 Nutrición 513

6.4.8 Variedades comerciales 517

6.5 El cultivo de zapallo (Cucúrbita máxima D.) 521

6.5.1 Características 521

6.5.2 Origen y evolución 522

6.5.3 Importancia alimenticia 523

6.5.4 Clasificación y descripción botánica. 524

6.5.5 Exigencias ecológicas. 527

6.5.6 Fisiología 529

6.5.7 Nutrición 530

6.5.8 Variedades comerciales 533

6.6 El cultivo del melon (*Cucumis melo L.*) 534

6.6.1 Características 534

6.6.2 Origen y evolución 536

6.6.3 Importancia alimenticia 536

6.6.4 Clasificación y descripción botánica. 538

6.6.5 Exigencias ecológicas 542

6.6.6 Fisiología 545

6.6.7 Nutrición. 547

6.6.8 Variedades comerciales 550

6.7 El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena L.*) 556

6.7.1 Características 556

6.7.2 Origen y evolución 557

6.7.3 Clasificación y descripción botánica..... 561

6.7.4 Exigencias ecológicas 563

6.7.5 Fisiología..... 565

6.7.6 Nutrición 566

6.7.7 Variedades comerciales..... 568

6.8 El Cultivo de la vainita (*Phaseolus vulgaris L.*) 571

6.8.1 Características 572

6.8.2 Clasificación y descripción botánica..... 573

6.8.3 Exigencias ecológicas. Características de la planta y cultivo. .. 580

6.8.4 Fisiología..... 583

6.8.5 Nutrición 585

6.8.6 Variedades comerciales principales características 587

CAPÍTULO VII..... 589

7 PLANTAS NEDICINALES Y AROMÁTICAS 589

7.1 Antecedentes y origen 591

7.2 Clasificación de las plantas según sus efectos sobre la salud humana 592

7.3 Formas de preparación y usos para aprovechar las bondades de las plantas medicinales y aromáticas 594

7.4 Principales especies características morfológicas y usos 596

7.4.1 Manzanilla (Matricaria chamomilla L.) 596

7.4.2 Diente de león (Taraxacum officinale Weber) 597

7.4.3 Albahaca (Ocimum bacilicum) 597

7.4.4 Alcaparra (Capparis spinosa L.) 598

7.4.5 Anís dulce (Pimpinella anisum) 599

7.4.6 Llantén (Plantago major) 600

7.4.7 Cola de caballo (Equisetum arvense. L) 601

7.4.8 Ortiga (Urtica dioica) 602

7.4.9 Sabila (Aloe vera L) 603

7.4.10 Tilo (Tilia platyphyllos) 604

7.4.11 Alfalfa (Medicago sativa L.) 605

7.4.12 Stevia (Stevia rebaudiana) 606

7.4.13 Toronjil (Melissa officinalis) 607

7.4.14 Eucalipto (Eucaliptus globulus L'Hér.) 608

7.4.15 Hierba luisa (Cymbopogon citratus) 609

7.4.16 Hojas de guanabana (Annona muricata)..... 610

7.4.17 Cualagala (Polypodium feuillei Bertero)..... 611

7.4.18 Espinaca (Spinacia oleracea)..... 612

7.4.19 Berro de agua (Nasturtium officinalis)..... 613

7.4.20 Mejorana (Majorana hortensis) 614

7.4.21 Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón.)..... 615

7.4.22 Menta (Mentha piperita)..... 616

7.4.23 Orégano (Origanum vulgare)..... 616

7.4.24 Comino (Cuminum syminum)..... 617

7.4.25 Eneldo (Enethum graveolens) 618

7.4.26 Hierba buena (Mentha spicata)..... 619

7.4.27 Hisopo (Hyssopus officinalis) 620

7.4.28 Ruibarbo (Rheum rhabarbarum)..... 621

7.4.29 Salvia (Salvia officinalis) 622

7.4.30 Tomillo (Thymus vulgaris)..... 623

7.4.31 Verdolaga (Portulaca oleracea) 624

7.4.32 Romero (Rosmarinus officinallis L)..... 625

7.4.33 Ruda (Ruta graveolens) 625

7.4.34 Arándano (Oxycoccus spp.) 626

7.4.35 Cedron (Alloysia triphylla L.) 629

7.4.36 Jengibre (Zingiber officinale Roscoe) 630

7.4.37 Laurel (Laurus nobilis L.)..... 631

7.4.38 Chancapiedra (Phyllanthus niruri)..... 632

7.4.39 Hoja de aire (Kalanchoe pinnata) 633

7.4.40 Limon (Citrus limón L.) 634

7.4.41 Mastrante (Hyptis suaveolens) 635

7.5 Las 10 plantas más populares e importantes en Ecuador..... 636

7.5.1 Sangre de drago (Dracaena draco) 636

7.5.2 Uña de gato (Uncaria tomentosa)..... 638

7.5.3 Valeriana (Valeriana officinalis)..... 639

7.5.4 Matico (Piper aduncum)..... 640

7.5.5 Wasai (Euterpe precatoria)..... 641

7.5.6 Lapacho (Handroanthus impetiginosus) 642

7.5.7 Moringa (Moringa oleífera) 643

7.5.8 Achiote (Bixa orellana L.)..... 644

7.5.9 Ishpingo (Ocotea quixos)..... 645

7.5.10 Curaré (Chondrodendron tomentosum Ruiz & Pav.)..... 646

7.6 Uso de plantas medicinales..... 647

7.7 Condiciones agroecológicas para el cultivo de Plantas Medicinales y Aromáticas..... 653

7.8 Ventajas e inconvenientes (desventajas) de usar plantas medicinales ante los problemas de salud..... 659

CAPÍTULO VIII..... 661

8 MANEJO Y PRACTICAS SOSTENIBLES PARA LA PRODUCCION Y CONDUCCION DE LOS CULTIVOS661

8.1 El semillero diseño establecimiento y manejo de un semillero para producción de plántulas hortícolas..... 662

8.1.1 Conformación e Importancia del semillero o almácigos en la horticultura..... 664

8.1.2 Selección del sitio..... 667

8.1.3 Clasificacion y tipos de semilleros..... 668

8.1.4 Diseño y distribución del semillero..... 673

8.1.5 Selección y preparación del sustrato..... 674

8.1.6 Selección del lugar dentro del terreno y su preparación 675

8.1.7 Técnicas de siembra: directa en hileras a golpes o a voleo. Cómo sembrar 678

8.1.8 Distancias de siembra y densidad de plántulas 693

8.1.9 Época de siembra 696

8.1.10 Escarda y aclareo de plantas 707

8.1.11 Fertilización básica El uso de abono orgánicos 708

8.1.12 Manejo de riego (riego por gravedad goteo aspersión) .. 709

8.1.13 Control de malezas 710

8.1.14 Control de plagas 710

8.1.15 La Huerta o Huertos Producción en terrenos solares o huertas 711

8.2 Producción hortícola en hidropónicos 774

8.2.1 Principios de la producción en hidropónicos e importancia de la producción hortícola en hidropónicos. 776

8.2.2 Características técnicas para la construcción de un hidropónico 779

8.2.3 Manejo de la producción hortícola en hidropónico y soluciones nutritivas 784

CAPÍTULO IX..... 794

9 PROTECCIÓN FITOSANITARIA. MIP Y MAP EN HORTICULTURA..... 794

9.1 Principales plagas y enfermedades en cultivos hortícolas..... 795

9.2 Plagas daños y control 796

9.2.1 Grillos (Anurogryllus abortivus Sauss)..... 796

9.2.2 Minador de la hoja (Lemurimyza lycopersicae Platt y de la Cruz) 797

9.2.3 Gusano de alfiler (Keiferia licopersicella Busek). 800

9.2.4 Mantequilla (Spodoptera latisfacia Walk) 800

9.2.5 Crisomélidos (Diabrotica balteata Le Conte)..... 801

9.2.6 Primaveras (Manduca sexta Johanssen)..... 804

9.2.7 Áfidos o pulgones (Mysus persicae Sulzer)..... 805

9.2.8 Gusano del fruto (Helicoverpa zea Boddie 808

9.2.9 Mosca blanca del ají (Aleurotrachelus trachoides Back)..... 809

9.2.10 icudo del ají (Faustinus cubae Boh) 811

9.2.11 Pulgones (Aphis gossypii Glover)..... 813

9.2.12 Pulgón verde de la col (Brevicnryne brassicae L.)..... 817

9.2.13 Gusano de los melones (Diaphania hyalinata Stoll)..... 818

9.2.14 Mosquito verde (Empoasca spp.) y Pulgón verde (Mysus persicae). 820

9.2.15 Gusano de la col (Ascia monusle eubotea Lat.) 821

9.2.16 Polilla de la col (Plutella xylostella L.) 822

9.2.17 Cachazudos (Agrotis subterránea F.)..... 823

9.2.18 Falso medidor (Trichoplusia ni Hubner) 825

9.2.19 Trips de la cebolla (Trip. tabaci Lindelman) 826

9.2.20 Ácaro del ajo (Acería tulipae) 827

9.2.21 Ácaros (Rhizogliphus setosus y Rhizoghiphus robini) .. 829

9.2.22 Larvas de Lepidópteros La Mantequilla (Spodoptera latisfacia Waik). El falso medidor (Trichoplusia ni Hubner) y la palomilla del maíz (Spodoptera frugiperda). 830

9.2.23 Oruga del frijol de terciopelo (Anticarsis gemmatilis H.) 831

9.2.24 Salta hojas (Empoasca fabae Harris) 832

9.3 Enfermedades fungosas síntomas y control 833

9.3.1 Tizón temprano (Alternaría solani Elly Mart) 833

9.3.2 Tizón tardío (Phytophtora infestans Mont D. By) 835

9.3.3 Moho de las hojas (Cladosporlum fulvum. Cooke) 836

9.3.4 Marchitez por Fusarium (Fusarium oxysporum + lycopersici Saco y Snyder y Hansen) 837

9.3.5 Mancha gris de la hoja (Slemphyllium sotaní G.F. Weber)..... 838

9.3.6 Antracnosis (Gloesporium piperatum Eli. y Ev.)..... 840

9.3.7 Mancha ocular (Cercospora capsici Heald y Wolf) 841

9.3.8 Podredumbre del cuello (Phytophtora capsici Leo) 842

9.3.9 Mildiu velloso (Pseudoperonospora cubénsis Berk y Curt Rostow) 843

9.3.10 Mildiu polvoriento (Erysiphe cichoracearum Sehl. Salmón) 845

9.3.11 Antracnosis (Colletotríchum lagenarium Pass Eli. y Halst) 848

9.3.12 Pudrición por Rhizoctonia (Rhizoctonia sotaní Kuhn)... 851

9.3.13 Mancha de la hoja (Alternaría brassicae Berk. Sacc.). ... 852

9.3.14 Amarillamiento de la hoja (Fusarium oxysporum var. cúbense Snyder y Hansen) 853

9.3.15 Pudrición negra (Xathomonas campestris Pam. Dows) . 853

9.3.16 Pata prieta (Phytophthora nicotianae Breda de Haan).... 854

9.3.17 Pudrición blanda (Erwinia carotovora)..... 856

9.3.18 Mancha foliar (Cercospora carotae (CBT))..... 857

9.3.19 Tizón por Alternaria dauci (Kuhn Groves y Skolko) 858

9.3.20 Mancha foliar de la remolacha por Cercospora beticola Sacc. 860

9.3.21 Mancha púrpura (Alternaría porri Eli.)..... 862

9.3.22 Podredumbre del cuello (Botrytis allii Munn)..... 863

9.3.23 Raíz rosada (Pirenochaeta terrestrIs Hansen Gorenz) 865

9.3.24 Roya (Uromyces phaseoli Persi. De Barry)..... 866

9.3.25 Mildiu polvoriento (Erysiphe polygoni. D.C.)..... 867

9.4 Enfermedades bacterianas síntomas y control. 868

9.4.1 Mancha bacteriana (Xanilumumas vesicatoria. Doidge Dows) 868

9.4.2 Podredumbre blanda bacteriana (Erwina carotovora L.R. Jones. Holland)..... 870

9.4.3 Tizón bacteriano (Pseudomonas phaseoli. Dawson)..... 873

9.5 Enfermedades por Virosis síntomas y control. 9.5.1-Virus del grabado del tabaco en tomate..... 874

9.5.1 Virus del mosaico del tomate..... 875

9.5.2 Mosaico del pepino..... 877

9.5.3 Virus del amarillamiento..... 879

9.5.4 Mosaico de la col (Virus)..... 880

9.5.5 Virosis en zanahoria 881

9.5.6 Virus del mosaico 882

9.6 Enfermedades fisiológicas síntomas y control..... 883

9.6.1 Quemaduras solares 883

9.7 Nemátodos síntomas y control..... 884

9.8 Conceptos básicos del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Agroecológico de Plagas (MAP)..... 887

CAPÍTULO X 950

10 BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) APLICADAS A HORTALIZAS 950

10.1 Concepto y beneficios de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). 950

10.2 Buenas prácticas agrícolas a desarrotación de cultivos cultivos intercalados y policultivos Siembra directa Agricultura orgánica Uso de tecnología de precisión y Conservación de la biodiversidad 965

10.2.1 Buenas prácticas agrícolas..... 966

10.2.2 Beneficios de la Rotación de cultivos (CRD)..... 968

10.3 Otras buenas prácticas agrícolas Protección de semilla Uso seguro de plaguicidas Producción artesanal de productos orgánicos para el control de plagas y producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de lo cultivos Producción de compost bioles. 1037

10.3.1 Protección de semilla curado..... 1037

10.3.2 Tipos de tratamientos 1043

10.3.3 Métodos de protección fitosanitaria 1044

10.3.4 Beneficios de la protección fitosanitaria 1045

10.3.5 Producción artesanal de productos orgánicos para el control de plagas 1046

10.3.6 Producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de los cultivos: compost bocashi bioles té de compost y lixiviados de lombriz..... 1046

CAPÍTULO XI..... 1078

11 COSECHA POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS 1078

11.1 Indicadores de madurez fisiológica y comercial. Madurez de cosecha 1080

11.1.1 Madurez fisiológica 1080

11.1.2 Madurez comercial 1081

11.2 Cosecha Métodos de cosecha y manipulación. Métodos de Cosecha. 1086

11.2.1 Cosecha manual 1086

11.2.2 Herramientas manuales utilizadas 1087

11.2.3 Procedimiento de arrancar o retorce 1088

11.2.4 Herramientas para cavar (raíces y tubérculos 1089

11.2.5 Recomendaciones técnicas de extracción 1090

11.3 Postcosecha Manejo postcosecha: selección empaque almacenamiento y conservación. 1102

11.3.1 Lavado 1102

11.4 Comercialización 1132

11.5 Normativas de inocuidad alimentaria 1137

11.5.1 Marco Legal y Normativo 1140

CAPÍTULO VII 1143

12 ACTUALIZACIÓN Y RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN EN EL MANEJO Y CONDUCCIÓN 1143

12.1 Actualización y resultados de la investigación en el manejo y conducción de los sembríos hortícolas 1145

12.1.1 Evaluación agronómica de cultivos hortícolas en la zona costera del Ecuador Contexto agroecológico de la producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana. Producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana 1145

12.2 Fertilización orgánica aplicada a cultivos hortícolas: evaluación comparativa y efectos fisiológicos 1173

12.3 Evaluación agroecológica del compost y biol en lechuga y rábano bajo condiciones de la Costa ecuatoriana..... 1175

12.4 Comportamiento del fitoestimulante Enerplant en diferentes cultivos en condiciones de la Costa ecuatoriana 1177

12.5 Contexto agroecológico de la producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana 1187

12.5.1 Producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana 1187

BIBLIOGRAFÍA 1191

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Centros de origen geográfico de las principales hortalizas (según Harlan, 1987). 79

Tabla 2. Principales productores y exportadores mundiales de hortalizas. 80

Tabla 3. Clasificación de hortalizas por órgano de consumo y su origen geográfico..... 80

Tabla 4. Contenidos de minerales y vitaminas de varios cultivos hortícolas. 101

Tabla 5. Clasificación taxonómica de Daucus carota L. 111

Tabla 6. Clasificación taxonómica de Beta vulgaris L. 130

Tabla 7. Variedades para consumo humano..... 138

Tabla 8. Beneficios del rábano para la salud. 143

Tabla 9. Clasificación taxonómica de Raphanus sativus L..... 144

Tabla 10. Variedades de rábano y sus características..... 151

Tabla 11. Clasificación taxonómica de Allium cepa L. 157

Tabla 12. Indicaciones para su cultivo. 176

Tabla 13. Clasificación taxonómica de Allium sativum L. 181

Tabla 14. Tipos de ajo en Ecuador..... 192

Tabla 15. Clasificación taxonómica de Ipomoea batatas (L.)..... 198

Tabla 16. Nutrientes esenciales en la batata..... 206

Tabla 17. Recomendaciones para la fertilización de batata. 206

Tabla 18. Características del camote morado..... 210

Tabla 19. Características del camote anaranjado. 211

Tabla 20. Características del camote blanco..... 212

Tabla 21. Características del camote Amarillo..... 213

Tabla 22. Características del camote purpura..... 214

Tabla 23. Clasificación taxonómica de Brassica rapa L. 227

Tabla 24. Propiedades fisiológicas y nutricionales del nabo..... 230

Tabla 25. Nutrientes y compuestos funcionales presentes en los espárragos y sus beneficios para la salud. 245

Tabla 26. Clasificación taxonómica de Asparagus officinalis L.. 246

Tabla 27. Clasificación taxonómica de Apium graveolens L..... 271

Tabla 28. Factores. 281

Tabla 29. Cuidados esenciales. 286

Tabla 30. Factores ambientales. 294

Tabla 31. Nutrientes esenciales para el ruibarbo y recomendaciones

de fertilización. 296

Tabla 32. Consideraciones necesarias para el cultivo. 306

Tabla 33. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea L.). 309

Tabla 34. Composición nutricional de lechuga. 331

Tabla 35. Taxonomía. 332

Tabla 36. Clasificación taxonómica de (Spinacea oleracea L.)..... 348

Tabla 37. Clasificación taxonómica de (Coriandrum sativum L.). 370

Tabla 38. Clasificación taxonómica de (Petroselinum sativum). . 383

Tabla 39. Clasificación taxonómica de (Allium porrum L.). 401

Tabla 40. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea var. botrytis L.). 415

Tabla 41. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea L. var. italica). 432

Tabla 42. Clasificación taxonómica de (Solanum lycopersicum). 446

Tabla 43. Extracción de nutrientes por el tomate (kg/ha). 457

Tabla 44. Clasificación taxonómica de (Capsicum annuum L.)... 466

Tabla 45. Clasificación taxonómica de (Cucumis sativus L.). 489

Tabla 46. Estados fenológicos y días después de la siembra. 496

Tabla 47. Clasificación taxonómica de (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & NaKai). 505

Tabla 48. Fisiología de la sandía (Citrullus lanatus). 512

Tabla 49. Aporte nutricional en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) según su fisiología. 516

Tabla 50. Clasificación taxonómica de (Cucúrbita máxima D.). 524

Tabla 51. Clasificación taxonómica de (Cucúrbita máxima D.). . 538

Tabla 52. Clasificación taxonómica de (Solanum melongena L.).561

Tabla 53. Clasificación taxonómica de (Phaseolus vulgaris L.). .. 574

Tabla 54. Area de semillero requerida para trasplantar una hectárea número de plantas por hectárea y distancias de siembra de las especies más aptas para trasplante. 687

Tabla 55. Distancia de siembra de hortalizas. 696

Tabla 56. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la cebolla en zonas agroecológicas del Ecuador. 698

Tabla 57. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del ajo en zonas agroecológicas del Ecuador. 699

Tabla 58. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la coliflor en zonas agroecológicas del Ecuador. 699

Tabla 59. Período de siembra dosis de semilla y observaciones

técnicas del en zonas agroecológicas del Ecuador. 700

Tabla 60. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la sandía en zonas agroecológicas del Ecuador. 701

Tabla 61. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del melón en zonas agroecológicas del Ecuador. 701

Tabla 62. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del pepino en zonas agroecológicas del Ecuador. 702

Tabla 63. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del zapallo en zonas agroecológicas del Ecuador. 702

Tabla 64. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la zanahoria en zonas agroecológicas del Ecuador. ... 703

Tabla 65. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la lechuga en zonas agroecológicas del Ecuador. 704

Tabla 66. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del tomate en zonas agroecológicas del Ecuador. 704

Tabla 67. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la berenjena en zonas agroecológicas del Ecuador. ... 705

Tabla 68. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la espinaca en zonas agroecológicas del Ecuador..... 705

Tabla 69. Período de siembra dosis de material de propagación y observaciones técnicas del camote en zonas agroecológicas del

Ecuador. 706

Tabla 70. Tipos de materiales de acolchado. 741

Tabla 71. Absorción de N. 747

Tabla 72. Absorción de P_2O_5. 749

Tabla 73. Absorción de K_2O. 751

Tabla 74. Necesidades aproximadas de N P_2O_5 y K_2O de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos ([1]). 753

Tabla 75. Solución de (Steiner 1984 como se citó en Jana et al. s. f.). 787

Tabla 76. Valores de CE del agua de riego. 791

Tabla 77. Requerimientos de nutrientes por especie. 792

Tabla 78. Materias primas para la elaboración de bocashi. 1057

Tabla 80. Métodos subjetivos usado para evaluar la madurez de frutas y hortalizas. 1081

Tabla 81. Métodos para la evaluación objetiva. 1082

Tabla 82. Grado de maduración de algunos cultivos. 1084

Tabla 83. Requerimientos de etiquetado para los mercados. 1126

Tabla 84. Comportamiento de la tolerancia en condiciones de

almacenamiento de productos hortícolas. 1128

Tabla 85. Tomate. 1180

Tabla 86. Cebolla. 1181

Tabla 87. Pimiento 1182

Tabla 88. Pepino 1184

Tabla 89. Sandia 1185

Tabla 90. Melón 1186

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cultivo de rábano. 60

Figura 2. Hortalizas de raíz. 104

Figura 3. Cultivo de zanahoria. 105

Figura 4.Cultivo de remolacha. 126

Figura 5. Cultivo de rabanito. 139

Figura 6. Cultivo de cebolla. 151

Figura 7. Cultivo de ajo. 175

Figura 8. Cultivo de camote. 193

Figura 9.Cultivo de nabo. 222

Figura 10. Hortaliza de tallo. 240

Figura 11. Cultivo de espárrago. 241

Figura 12. Cultivo de apio. 262

Figura 13. Cultivo de ruibarbo. 284

Figura 14. Hortaliza de hoja. 302

Figura 15. Cultivo col. 303

Figura 16. Cultivo de lechuga. 328

Figura 17. Cultivo de espinaca. 345

Figura 18. Cultivo de cilantro..... 361

Figura 19. Cultivo de perejil. 379

Figura 20. Cultivo de puerro. 392

Figura 21. Usos culinarios. 396

Figura 22.Cultivo de coliflor. 407

Figura 23.Cultivo de brócoli. 425

Figura 24.Variedad Legacy. 437

Figura 25. Variedad Marathon. 438

Figura 26.Variedad Shogun. 440

Figura 27.Hortalizas de fruto. 441

Figura 28.Cultivo de tomate. 443

Figura 29.Cultivo de pimiento. 462

Figura 30.Variedad de pimiento Merlot F1. 486

Figura 31. Cultivo de pepino. 487

Figura 32. Cultivo de sandía. 502

Figura 33.Cultivo de zapallo. 521

Figura 34.Cultivo de melón. 534

Figura 35.Variedad Hale best. 556

Figura 36.Cultivo de berenjena. 556

Figura 37.Cultivo de vainita. 571

Figura 38.Flor de jamaica. 589

Figura 39.Flor de manzanilla. 596

Figura 40.Flor de diente de león. 597

Figura 41. Hoja de albahaca 597

Figura 42. Planta de alcaparra. 598

Figura 43.Flor de anís dulce. 599

Figura 44. Planta de llantén. 600

Figura 45.Planta de cola de caballo. 601

Figura 46. Planta de ortiga. 602

Figura 47.Planta de sábila. 603

Figura 48.Hoja de tilo. 604

Figura 49. Hoja de alfalfa. 605

Figura 50.Flor de stevia. 606

Figura 51.Hoja de toronjil. 607

Figura 52. Árbol de eucalipto. 608

Figura 53.Planta de hierba luisa. 609

Figura 54. Planta de guanábana..... 610

Figura 55.Hoja de cualagala. 611

Figura 56.Hoja de espinaca..... 612

Figura 57. Hoja de berro de agua. 613

Figura 58. Hoja de mejorana..... 614

Figura 59.Flor de mashua. 615

Figura 60. Hoja de menta. 616

Figura 61.Hoja de orégano. 616

Figura 62. Semilla de comino. 617

Figura 63. Planta de eneldo. 618

Figura 64. Hoja de hierba buena..... 619

Figura 65.Flor de hisopo. 620

Figura 66.Planta de ruibarbo. 621

Figura 67. Planta de salvia..... 622

Figura 68.Planta de tomillo. 623

Figura 69.Flor de verdolaga. 624

Figura 70. Planta de romero. 625

Figura 71.Planta de ruda. 625

Figura 72. Fruto de arándano. 626

Figura 73. Planta de cedrón. 629

Figura 74. Raíz de jengibre. 630

Figura 75.Planta de laurel. 631

Figura 76. Hoja de chancapiedra. 632

Figura 77.Hoja de aire. 633

Figura 78. Fruto de limón. 634

Figura 79.Planta de mastrante. 635

Figura 80.Árbol de sangre de grado. 636

Figura 81.lanta de uña de gato. 638

Figura 82. Flor de valeriana. 639

Figura 83.Fruto de matico. 640

Figura 84. Árbol Wasai. 641

Figura 85. Flor de lapacho. 642

Figura 86. Hoja de moringa. 643

Figura 87. Arbusto de achiote. 644

Figura 88. Flor de ishpingo 645

Figura 89. Hoja de curaré. 646

Figura 90. Cultivo de lechuga. 661

Figura 91. Semillero portátil bandeja de alveolos. 669

Figura 92. Semillero del tipo biodegradable. 671

Figura 93. Semillero tipo en bandejas multiceldas. 672

Figura 94. Semillero tipo en bandejas multiceldas. 673

Figura 95. Semillas germinadas. 680

Figura 96. Siembra por trasplante. 687

Figura 97. Semillero en cajones. 691

Figura 98. Riego por aspersión. 710

Figura 99. Técnica del flujo laminar de nutrientes NFT. 780

Figura 100. Cultivo de zapallo. 793

Figura 101. Grillo. 796

Figura 102. Minador de hoja. 797

Figura 103. Miador de hoja en cultivo de cebolla. 799

Figura 104. Gusano de alfiler. 800

Figura 105. Crisomélidos. 801

Figura 106. Primaveras. 804

Figura 107. Áfidos. 805

Figura 108. Gusano del fruto. 808

Figura 109. Mosca blanca del ají. 809

Figura 110. Picudo del ají. 812

Figura 111. Pulgones. 813

Figura 112. Pulgón verde de la col. 817

Figura 113. Gusano de los melones. 818

Figura 114. Mosquito verde. 820

Figura 115.Gusano de la col. 821

Figura 116.Polilla de la col. 822

Figura 117. Cachazudos. 824

Figura 118. Falso medidor. 825

Figura 119. Trip. Tabaci. 826

Figura 120. Ácaro del ajo. 827

Figura 121.Ácaros. 829

Figura 122. Oruga del frijol de terciopelo. 831

Figura 123. Salta de hojas. 832

Figura 124. Tizón temprano. 834

Figura 125. Tizón tardío. 835

Figura 126. Moho de las hojas. 836

Figura 127. Marchitez por Fusarium. 838

Figura 128. Mancha gris de la hoja. 839

Figura 129. Antracnosis. 840

Figura 130. Mancha ocular. 841

Figura 131.Podredumbre del cuello. 842

Figura 132. Mildiu velloso. 843

Figura 133. Mildiu polvoriento 845

Figura 134. Antracnosis. 848

Figura 135. Manchas por Alternaria. 850

Figura 136. Pudrición por Rhizoctonia. 851

Figura 137. Mancha de la hoja. 852

Figura 138. Pudrición negra. 853

Figura 139. Pata prieta. 855

Figura 140. Pudrición blanda. 856

Figura 141. Mancha foliar. 857

Figura 142. Tizón por Alternaria dauci. 859

Figura 143. Mancha foliar de la remolacha. 861

Figura 144. Mancha púrpura. 862

Figura 145. Podredumbre del cuello. 864

Figura 146. Raíz rosada en cebolla. 866

Figura 147. La roya hace pústulas como volcancitos. 866

Figura 148. Mildiu polvoriento sobre la hoja. 867

Figura 149. Mancha bacteriana en tomate. 869

Figura 150. Mancha bacteriana en pimiento. 869

Figura 151. Podredumbre blanda bacteriana. 871

Figura 152. Tizón bacteriano. 874

Figura 153. Virus del grabado del tabaco en tomate. 875

Figura 154. Virus del mosaico del tomate. 876

Figura 155. Mosaico del pepino. 878

Figura 156. Virus del amarillamiento. 879

Figura 157. Mosaico de la col. 880

Figura 158. Virus del mosaico. 882

Figura 159. Quemaduras solares. 883

Figura 160. Nemátodos. 884

Figura 161.Nemátodos en la raíz. 885

Figura 162. MIP combina diferentes estrategias de gestión agrícola en un proceso de cinco pasos y tiene múltiples beneficios. 890

Figura 163. Funcionamiento. Los 5 elementos clave del manejo integrado de plagas. 895

Figura 164. Cultivo de lechuga. 949

Figura 165. Cultivos intercalados. 987

Figura 166. Policultivos. 997

Figura 167. Uso de tecnología de precisión. 1017

Figura 168. Uso de tecnología. 1018

Figura 169. Funcionamiento de la agricultura de precision. 1019

Figura 170. Dron y manipulacion. 1025

Figura 171. Biodiversidad. 1025

Figura 172. Compost. 1047

Figura 173. Fase mesofílica. 1048

Figura 174. Fase de maduración. 1050

Figura 175. Preparación de Bocashi. 1056

Figura 176. Revolver la pila. 1059

Figura 177. Preparación. 1063

Figura 178. Té de compost. 1066

Figura 179. Lixiviados de lombriz. 1071

Figura 181. Cultivo de lechuga. 1078

Figura 182. Recolección de productos hortícolas. 1079

Figura 183. Cosecha manual. 1086

Figura 184. Tipos de herramientas de corte. 1088

Figura 186. Tipos de recipientes utilizadas en cosecha. A. Canasta plástica B. Saquillos de nylon C. Baldes de plástico D. Malla. ... 1091

Figura 187. Cosecha mecanizada. 1093

Figura 188. Siembra de un cultivo hortícola. 1143

Figura 189. Cultivo de tomate. 1146

Figura 190. Cultivo de nabo. 1151

Figura 191. Cultivo de pimiento. 1153

Figura 192. Cultivo de zanahoria. 1155

Figura 193. A y B. Toma de datos de los frutos cosechados. 1159

Figura 194. A. Limpieza de barbecho para implementación del cultivo B. Crecimiento de plántulas en el cultivo. 1164

Figura 195. A. Aplicación de la dosis de hidrogel en la planta Foto B. Mezcla. 1166

Figura 196. A. Tratamientos B. Aplicación de los tratamientos 1168

Figura 197. Siembra de híbrido depepino por unidad experimental. 1169

Figura 199. Preparación de la mezcla previo a aplicación B C y D Frutos de tomate con aplicación del producto a la planta. 1181

Figura 200. Campo de cebolla. 1182

Figura 201. Cebolla cosechada con aplicación del producto a la planta. 1182

Figura 202.Cultivo de pimiento. 1183

Figura 203.Frutos de pimiento con aplicación del producto a la planta. 1183

Figura 204.Cultivo de pepino. 1184

Figura 205.Frutos de pimiento con aplicación del producto a la planta. 1185

Figura 206.Frutos de sandía cosechados resultados de la aplicación del producto a la planta. 1186

Figura 207. Frutos de melón previos a cosecha en áreas con producto aplicado..... 1187

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES FUNDAMENTOS DE LA HORTICULTURA

1.1 Características de la horticultura



Figura 1. Cultivo de rábano.

El capítulo 1 marca el inicio del texto se centra en las generalidades de los cultivos hortícolas destacando su importancia en la alimentación y la economía agrícola del país. Se abordan temas como la clasificación de hortalizas su valor nutritivo áreas de producción y aspectos agronómicos relacionados con el cultivo y manejo de estas especies. Ofrece una estructura organizada de los contenidos y objetivos de aprendizaje para los usuarios del mismo.

Según el Diccionario de la lengua española la horticultura es el *cultivo de la huerta o huerto* (Real Academia Española [RAE], s.f.). Esta misma fuente define al huerto como un *terreno de corta extensión generalmente cercado en el que se cultivan verduras legumbres y árboles frutales* (RAE, s.f.). Estas definiciones de horticultura y huerto

son muy generales y no responden a los objetivos de este texto pues no trascienden los conceptos de una agricultura de subsistencia. En consecuencia, se asume la defición de horticultura enunciada por Gisbert y Gómez de Barreda (2025) los que la definen como *el manejo intensivo de cultivos herbáceos en superficies más o menos pequeñas por lo general con regadío y normalmente delimitadas por estructuras artificiales (vallas caminos etc.*) (p. 2). Por tanto, se debe distinguir lo que se entiende por horticultura a nivel mundial, pues la misma engloga, según Gisbert y Gómez de Barreda (2025), a: *(i) Olericultura (parte de la horticultura que se dedica al estudio y manejo de hortalizas); (ii) Fruticultura (parte de la horticultura que se dedica al estudio y manejo de árboles frutales); y (iii) Floricultura (parte de la horticultura que se dedica al estudio y manejo de flor cortada y plantas ornamentales)* (p. 2).

1.2 Generalidades fundamentos de la horticultura

La Horticultura es la disciplina que abarca el estudio y aprovechamiento de las plantas hortícolas según su definición es el cultivo de hortalizas como las "verduras" y demás especies o plantas comestibles que se cultivan en los huertos. *También se podría definir a la Horticultura como el conjunto de conocimientos agronómicos aplicados a la producción de hortalizas* (Martínez et al. 2023, p. 2). Las hortalizas son un conjunto convencional de plantas herbáceas o subleñosas que se usan en la alimentación humana sin sufrir profundos procesos previos de transformación pero que pueden ser industrializados (papas fritas chips congelados arvejas enlatadas puré de tomate dulces conservas etc.) (Alfonzo, 2016).

Una definición más ajustada y abarcativa de la Horticultura, según Martínez et al. (2023) sería el estudio y manejo de la empresa para la producción de hortalizas dentro del marco social que la rodea y no sólo tomamos en cuenta el ciclo vegetativo de las especies sino aspectos que gravitan antes de la siembra como, la organización, infraestructura, factor social, la cosecha, la comercialización, industrialización, etc (p. 2). Por su parte, el Diccionario de la lengua española define a las hortalizas como plantas comestibles que se cultivan en las huertas y a su vez a la huerta como el sitio de corta extensión generalmente cercado de pared en que se plantan verduras legumbres y principalmente árboles frutales (RAE, s.f.).

La horticultura es aquella parte de la agricultura vegetal que se refiere a los llamados cultivos agrícolas del huerto abarca un sinnúmero de especies vegetales en ella están incluidas las plantas productoras de frutos (Fruticultura) las hortalizas o verduras (Olericultura) y otras de carácter ornamental ya sea de vivero o de almácigo y plantas para corte de sus flores (Floricultura) y las aromáticas condimentarias y medicinales (Martínez et al., 2023).

1.3 Características de la horticultura

Según Castro (s. f.), comparando la horticultura o cultivo en huertos con otros tipos de cultivos hortícolas se señalan ciertas particularidades de este sistema:

- Admite un alto porcentaje de agua (de 90 a 95 %).
- Aplicando procesos tecnológicos permite conseguir que el

lapso entre la siembra y la cosecha se reduzca con el objeto de satisfacer la demanda. Sin embargo, esto depende y tiene mucho que ver con la especie de hortaliza y su tiempo de cultivo.

- No requiere extensas áreas de tierra, pero si se busca gran producción son necesarias.

La Sociedad Internacional de Ciencias Hortícolas (SICH) distingue las siguientes áreas de estudio en la horticultura (Castro, s. f.).

- ***Fruticultura.*** Parte de la horticultura que se encarga de la siembra de frutas. Engloba también la producción y comercialización.
- ***Floricultura***. Está relacionada con las flores y plantas cuyo fin es netamente ornamental. Es decir, se cultivan y comercializan en viveros ya sea para ofrecerlas en floristerías o para colocarlas en viviendas edificios plazas jardines y parques.
- ***Olericultura***. «Toca» todo lo concerniente a las legumbres incluyendo raíces bulbos y hojas.
- ***Aromáticas y medicinales.*** Son aquellas áreas que se encargan de la producción y comercialización de las especies aromáticas que también son aprovechadas en el ámbito medicinal como romero y lavanda.
- **Fisiología posterior a la cosecha.** Esta rama va referida a la calidad y acondicionamiento del descenso y merma de la cosecha.

La olericultura es una rama de la horticultura que estudia todos los

aspectos relacionados con la plantación y cultivo de las hortalizas (especies herbáceas) legumbres y verduras cuyas cosechas se llevan al mercado como un producto fresco y también trata los cultivos de plantas medicinales y ornamentales. El término significa cultivo de las plantas para ser cocinadas o cultivo del huerto se deriva de *olus* que significa huerto y de *colere* cultivar. La olericultura es también una derivación de la filotecnia que se enfoca mayormente en los cultivos de plantaciones pequeñas entre las que se encuentran los árboles frutales.

En los países de habla latina olericultura es sinónimo de Horticultura que es el término más comúnmente utilizado. Podemos definir entonces a la horticultura como la disciplina que estudia a las hortalizas "verduras" a toda aquella planta herbácea de las que se consumen porciones de las mismas ya sean cocidas o crudas o que pueden sufrir procesos previos de industrialización (papas fritas chips congelados arvejas enlatadas puré de tomate dulces conservas etc.). Son ejemplo de hortalizas: espinaca (hoja comestible) espárrago (tallo comestible) remolacha (raíz comestible) coliflor (inflorescencia comestible) berenjena (fruto comestible) la arveja (semilla comestible).

1.4 Origen y evolución de la olericultura

Los orígenes de la horticultura se hallan íntimamente asociados con la historia de la humanidad. Sin embargo, la acepción horticultura es un término más moderno que aparece por primera vez en escritos del siglo XVII. Deriva de la palabra latina hortus huerto y de colere cultivar. El concepto del cultivo de los huertos ha sido diferente del que corresponde al cultivo de las tierras - de labor – que es la agricultura concepto medioeval indicativo de las prácticas agrícolas durante aquella época

(Martínez et al., 2023, p. 1).

El origen de la horticultura, según Castro (s. f.) se vincula con el inicio de la siembra. Entre las primeras civilizaciones que comenzaron a cultivar la tierra destacan los egipcios unos siglos antes de Cristo. Para entonces pudieron desarrollar sistemas de plantación y riego que les permitieron obtener plantas aprovechables no sólo para la ingesta sino también para la producción de perfumes y medicinas. Esto lo lograron también los mesopotámicos asirios y babilonios. Muchos de ellos explotaron el valor ornamental de las distintas especies creando hermosos espacios como los jardines colgantes de Babilonia. Igualmente, China y Grecia incursionaron en la horticultura. Por su parte Roma creó un modelo de invernadero. Logró injertos y trabajó en el enfriamiento de las frutas. No obstante, al llegar la Edad Media hubo un estancamiento. No se avanzó en esta área e inclusive algunos hablan de un retroceso.

Durante la era precolombina ya practicaban el cultivo del maíz cacao tabaco y algunas hortalizas como: el ají tomate cebolla pimentón guisantes chayote; de igual forma aprovechaban la dispersión de raíces y tubérculos de lo cual se puede deducir que desde ese entonces e incluso desde siempre el hombre ha maniobrado la domesticación de la plantación de cultivos aún sin tener conocimientos científicos de donde se origina la olericultura. La siembra y explotación de hortalizas en huertos cultivados fue influenciada por la colonización europea y es a partir del siglo XIX que comienza a desarrollarse la olericultura y a mencionarse a los primeros hortelanos (españoles italianos y algunos chinos).

El proceso inmigratorio promovió la introducción de especies desconocidas en América de igual modo muchas especies nativas fueron llevadas a Europa Asia África e islas circundantes. Indagando un poco más en los orígenes de la olericultura encontramos que para el año 1574 las siembras y cultivos de melón pepino berenjena arveja cilantro lechuga rábano berro acelga zanahoria entre otros; comenzaron a ser trabajadas de manera muy cuidadosa y meticulosa. La primera referencia de la plantación y cultivo de la papa silvestre aparece en el año 1585 que fue considerada por los indígenas como un tubérculo venenoso.

En la actualidad dependiendo de la superficie y los volúmenes de producción la olericultura es considerada a nivel mundial una de las ramas de la horticultura de mayor importancia económico- social. Un estimado bastante reciente indica que mundialmente existen más de 250 especies olerícolas de las que se pueden obtener productos altamente alimenticios gracias al potencial aprovechable que tienen para ser plantadas y cultivadas; aunque la producción olerícola esté mayormente centrada en cultivos muy particulares. Por otro lado, la debida explotación olerícola puede generar muchos empleos lo que ha generado el éxodo de un número importante de personas unas se han desplazado dentro de su mismo territorio nacional otras tantas de un país a otro.

Bajo la influencia de estas condiciones climáticas la herencia de las plantas se ha formado de tal manera que para el normal desarrollo y crecimiento de estas se requieren exactamente esas condiciones. Por esto el conocimiento de los centros de origen y sus propiedades climáticas tiene excepcionalmente un importante significado práctico y

teórico en relación con el conocimiento de la biología de las plantas y sus requerimientos en cuanto a las condiciones ambientales.

En los estudios de los científicos soviéticos encabezados por Nikolai Vavilov fueron establecidos los primeros centros de origen de las especies de hortalizas. Estos centros primarios son de países tropicales y subtropicales. De los países subtropicales proceden: el melón de agua (África Central) el quimbombó (Abisinia región del África Oriental) la calabaza y la berenjena (India del Este y América Central) los pepinos (India del Este) el tomate (Chile y México) el maíz y las papas (América del Sur) el frijol y el pimiento (el sur de México y América Central) etc. Las restantes especies de hortalizas proceden principalmente de las regiones cercanas al mar Mediterráneo Asia Menor y Central Japón y China. En las regiones mediterráneas surgieron la col de repollo la coliflor la remolacha el perejil el eneldo la zanahoria la chirivía el apio el guisante etc. De China precede la cebolla de invierno la berenjena los pepinos pequeños etc. Del Asia Menor y Central procede el ajo la zanahoria la espinaca el melón de Castilla la lechuga la cebolla el ajo puerro (Vavilov, 1937).

La identificación realizada por Vavilov de los centros originales de las plantas cultivadas fue de una gran connotación. Este investigador fue el primer científico en realizar una investigación exhaustiva sobre variedades vegetales, y sus ideas reflejan la preocupación actual por la biodiversidad. Vavilov llevó a cabo sus estudios en tiempos muy convulsos, enfrentándose a una considerable oposición política y científica. No obstante, visitó los cinco continentes y fundó una importante escuela nacional de genética.

Hoy en día, la industrialización de las técnicas agrícolas y la simplificación de la tenencia de la tierra amenazan la biodiversidad de los cultivos, y solo unos pocos cereales principales (trigo, arroz y maíz) producen la mitad de la ingesta alimentaria mundial. Sin embargo, para abordar las preocupaciones actuales sobre la biodiversidad vegetal, debemos considerar todos los cultivos del mundo, incluyendo aquellos reservorios agrícolas no industrializados en los países menos desarrollados (Corinto, 2014).

Las regiones tropicales es el lugar de origen de una serie de especies de hortalizas importantes se caracterizan por contar con temperaturas altas y casi igual longitud del día y de la noche. Esto nos explica las exigencias de las correspondientes especies en cuanto al calor y en algunos casos respecto a la duración del día. Las plantas originadas en estas regiones que son beneficiadas por el calor no pueden desarrollarse a temperaturas por debajo de los 12-14°C y casi todas perecen rápidamente a temperaturas por debajo de 0°C. Los grandes requerimientos calóricos del melón de agua y el quimbombó, por ejemplo, su estabilidad a altas temperaturas puede comprenderse con facilidad si se tienen en cuenta su origen (África). A medida que se tome en consideración que el centro de origen de los pepinos (Birmania y Asam) se caracteriza no solamente por altas temperaturas sino también por una humedad atmosférica elevada fácilmente puede explicarse las necesidades de esta planta en relación con estos factores.

Los cambios morfológicos y biológicos en las hortalizas y el proceso de formación de las mismas no han ocurrido solo bajo la influencia de las condiciones naturales sin la intervención del hombre. El hombre cultiva

estas plantas desde hace miles de años. En consonancia, la actividad del hombre a través de la selección se ha dirigido hacia la obtención de cambios casi exclusivamente en aquellos órganos que están destinados al consumo. Por tanto, en estos órganos se han operado grandes cambios y se ha obtenido una gran diversidad de formas y variedades mientras que los órganos que no han sido aptos para el consumo han quedado casi inalterados. Por ejemplo, en las semillas de las plantas de coles (col de repollo, coliflor, col rizada, etc.) han quedado a tal grado de inalteración, que en la actualidad no pueden diferenciarse entre sí.

En contraste con lo anterior, los órganos que se aprovechan para el consumo son radicalmente diferentes tanto en su origen como también por su estructura, caracteres morfológicos y color. Por ejemplo, en la col arrepollada la parte destinada al consumo es la gigantesca yema apical (repollo o cabeza); en la col de Bruselas las yemas axilares; en la coliflor el tallo profusamente ramificado (la cabeza); en el colirrábano la parte superior del tallo engrosada frágil y tierna.

El proceso de formación en las plantas hortícolas ha sido notablemente influido por el hombre, el cual a través de una selección consciente e inconsciente tomando como base determinadas condiciones ecológicas, ha contribuido a la acumulación y aceleración de aquellos órganos y calidades que con mayor cabalidad han satisfecho sus necesidades. Sin embargo, estos cambios en el desarrollo, normalmente, no hubiesen ayudado en la conservación de una especie dada sin la defensa y los cuidados especiales del hombre. Por consiguiente, las especies bajo cultivo, sus formas y variedades no se encuentran y no se pueden desarrollar y multiplicar de modo espontáneo. En semejante

circunstancia rápidamente hubieran desaparecido, o algunas de ellas hubiesen retornado hacia sus formas silvestres originales.

La difusión de las especies hortícolas en diferentes regiones con distintas condiciones climáticas y latitudes geográficas, ha contribuido en una serie de casos a producir cambios radicales en algunas de sus propiedades biológicas. Así, por ejemplo, bajo la influencia de las condiciones locales y la selección en algunas regiones septentrionales en la cebolla, en la col y en otras plantas, se han conservado y desarrollado principalmente aquellas formas y variedades que tienen mayor periodo de vernalización. Las formas y variedades con periodo de vernalización corto reanudan su actividad tempranamente, crecen, no pudiendo conservarse durante un tiempo prolongado, por lo que han sido eliminadas en la selección.

Respecto a las propiedades biológicas de las plantas hortícolas su proceso de formación además de las condiciones naturales y la selección ha demostrado también una gran influencia la hibridación gracias a la cual conscientemente y con un fin determinado se han combinado las cualidades biológicas morfológicas y económicas de diferentes formas de vegetales obtenidos como resultado del efecto del medio ambiente o como consecuencia de la misma hibridación. Así se han creado muchas variedades con diferente duración de vernalización y estadio de iluminación con distinta duración del ciclo vegetativo diferentes calidades económicas y de consumo diferente resistencia a las enfermedades plagas etc. Estos cambios profundos biológicos se aprovechan para las determinaciones más fructíferas del objetivo principal: satisfacer completa y cabalmente las necesidades que tiene el

hombre de los alimentos hortícolas.

La horticultura vuelve a adquirir interés en el Renacimiento esencialmente en la jardinería. El desarrollo demográfico y el mejoramiento de la calidad de vida ayudó a su consolidación. Influyó además la ampliación de la demanda el avance de las vías de comunicación y por supuesto el perfeccionamiento de las técnicas de cultivo. De igual modo surgieron nuevos procesos tecnológicos. Considerada ya como una ciencia la horticultura se implementó para estudiar la flora las semillas los frutos y otros «complementos» de las plantas. Aborda temas asociados con otras ciencias como agricultura botánica biología química genética biotecnología matemáticas y fisiología. No se puede dejar por fuera lo relacionado con el comercio mercadeo y economía (Castro, s. f.).

1.5 Importancia del origen de las hortalizas y su selección consciente e inconsciente

El objetivo de la producción de hortaliza como el de cualquier otra producción agrícola es el obtener en una unidad de área una producción mayor de menor calidad y con menos gastos Este objetivo puede lograrse mejor si se conocen a plenitud las propiedades biológicas de las diferentes especies y variedades.

Las propiedades biológicas y morfológicas de las diferentes especies se han formado en el de cursar de miles de años en los lugares de donde provienen. Las propiedades climáticas específicas de estas regiones han sido los factores principales que han regido el proceso de formación. Bajo la influencia de estas condiciones climáticas la herencia de las plantas

se ha formado de tal manera que para el normal desarrollo y crecimiento de estas se requieren exactamente esas condiciones. Por esto el conocimiento de los centros de origen y sus propiedades climáticas tiene excepcionalmente un importante significado práctico y teórico en relación con el conocimiento de la biología de las plantas y sus requerimientos en cuanto a las condiciones ambientales.

El cultivo de las hortalizas se desarrolló con posterioridad al de los cereales básicos, trigo, arroz y maíz, con una diferencia temporal estimada de al menos un milenio. Tanto la horticultura como la siembra de cereales tienen su origen en prácticas de recolección. En el caso de las hortalizas se derivan de la recolección de leguminosas y bayas, mientras que los cereales proceden de gramíneas silvestres (Abbo et al., 2009; Purugganan, 2014).

La domesticación de las hortalizas se sitúa cronológicamente entre el 7000 y el 5000 a. C., con focos casi simultáneos en Anatolia, el sureste asiático (China), América Central y, algo más tarde, en la región andina (Fuller y Murphy, 2018; Larson et al., 2014; Zohary y Hopf, 1973). Este proceso fue posible gracias a la mejora climática tras el fin de la última glaciación (hace unos 15 000 años). Esto favoreció el desarrollo de plantas sensibles al frío, entre ellas diversas leguminosas (Sonnante et al., 2009; Piperno et al., 2009).

Desde una perspectiva conceptual, el cultivo de hortalizas puede considerarse una innovación agrícola pues implicó experimentar con plantas comestibles (frutos y bayas aprovechables) y su traslado, ya fuese directamente o mediante semillas, a nuevos terrenos (Kistler et al.,

2015; Paris, 2016). Aunque comparte la base intelectual con la invención del cultivo de cereales, se diferencia por la mayor complejidad de los requisitos ecológicos y de manejo que exigen muchas hortalizas, lo cual probablemente demandó una observación agronómica más prolongada y explica su aparición más tardía (Abbo et al., 2009; Meyer et al., 2012).

En Anatolia, uno de los centros agrícolas más avanzados de la época, las primeras especies semicultivadas hacia el 7000 a. C. incluyeron lentejas, almortas y alcaparras (Sonnante et al., 2009; Zohary & Hopf, 1973). En el Nuevo Mundo, las calabazas (incluidas variedades de fruto seco usadas como flotadores) fueron de las primeras domesticadas; posteriormente, hacia el 5000 a. C., se incorporaron la papa, el tomate, el amaranto y la guindilla (Kistler et al., 2015; Larson et al., 2014; Piperno et al., 2009; Smith, 2007).

1.5.1 Historia del cultivo de hortalizas en América

Hasta el proceso de colonización europea, el Nuevo Mundo se limitaba al cultivo y consumo de sus especies autóctonas de hortalizas. Las primeras legumbres introducidas en América del Norte fueron la zanahoria y el guisante a comienzos del siglo XVIII, seguidas poco después por la cebolla (Crosby, 2003; Hedrick, 1919). Paradójicamente, la papa, ampliamente cultivada en Europa desde mediados del siglo XVI, no comenzó a extenderse en América del Norte hasta principios del siglo XVIII, cuando colonos irlandeses la introdujeron en Nueva Inglaterra (Nunn & Qian, 2011; Smith, 1997).

Los intercambios transatlánticos favorecieron la circulación de especies

hortícolas entre continentes, aunque a menudo de manera indirecta y escalonada (Crosby, 2003; Heiser, 2013). Así, el melón, introducido por los españoles en América Central a principios del siglo XVI, llegó a los estados del sur de América del Norte aproximadamente un siglo más tarde (Blake, 1981; Hedrick, 1919). El pepino, los guisantes y las zanahorias fueron importados a América del Sur a principios del siglo XVIII por colonos españoles, mientras que las poblaciones amerindias continuaron alimentándose de variedades tradicionales como calabazas, tomates, frijoles de Lima y, sobre todo, batatas (Sauer, 1966; Heiser, 2013).

América del Sur y América Central no transitaron de semicultivos hortícolas a cultivos propiamente dichos hasta finales del siglo XVII. Antes de la colonización, muchas plantas comestibles crecían de forma silvestre y en abundancia. El cronista peruano Inca Garcilaso de la Vega, en sus Comentarios Reales de los Incas (1609/1976), reporta que las endibias y las espinacas crecían cerca de Lima con tal profusión que los caballos tenían dificultades para abrirse paso entre ellas. Fueron las costumbres alimentarias de los colonos españoles las que, progresivamente, lograron domesticar y poner en cultivo tales especies silvestres. De hecho, Garcilaso menciona los nabos silvestres como una verdadera plaga debido a su proliferación (Vega, 1609/1976; Rostworowski, 2014).

1.5.2 Evolución del cultivo de hortalizas y vegetales

El cultivo de hortalizas constituye uno de los ámbitos más irregulares de la tecnología agrícola. El tomate (Solanum lycopersicum), cuyo nombre

deriva del término azteca tomatl, ofrece un ejemplo paradigmático: existía en estado silvestre en América del Sur antes de la colonización europea (Rancillac et al., 2020). El mismo, fue introducido en Europa durante el siglo XVI. Al inicio por su interés botánico más que culinario. La primera referencia europea, de este cultivo, aparece en 1544 en la obra del botánico italiano Pietro Andrea Mattioli, quien en 1554 lo describió bajo el nombre de pomi d'oro (manzanas de oro), aludiendo al color amarillo de sus frutos silvestres (Mattioli, 1554/2022; Tindall, 2022). Aunque era consumido por poblaciones indígenas de América del Sur, en Europa fue considerado sospechoso y potencialmente tóxico hasta el siglo XVIII, debido en parte a su pertenencia a la familia Solanaceae, que incluye especies venenosas como la belladona (Aceto, 2019; Smith, 2000).

Por su parte, en Estados Unidos, el presidente Thomas Jefferson introdujo su cultivo en los estados del sur en 1781, cultivándolo en su jardín de Monticello, pero el consumo habitual no se generalizó hasta alrededor de 1812 (Jefferson, 1809–1824/2023; Smith, 2000). Hasta 1900, los estados del norte rechazaron su importación y consumo, considerándolo un fruto venenoso; solo después de 1850 el cultivo se popularizó entre los jardineros estadounidenses (Aceto, 2019). Las variedades americanas domesticadas se extendieron por América del Sur a finales del siglo XIX, mientras que las variedades europeas se dispersaron por el Mediterráneo y Asia (Blanca et al., 2012; Rancillac et al., 2020). Este proceso marcó el comienzo de las hibridaciones sistemáticas entre diferentes especies de vegetales y hortalizas (Klee & Tieman, 2013).

Según Guenkov (1969) durante un largo periodo el hombre ha provocado cambios tanto biológicos como morfológicos en las hortalizas. Ha influido en el proceso de formación en el que las diversas especies de hortalizas han sido llevadas a condiciones climáticas y de suelo totalmente diferentes a las condiciones características existentes en sus regiones de origen. Esto ha provocado que el proceso de formación se desenvuelva en conformidad con la influencia de las nuevas condiciones y como resultado de lo cual han surgido nuevas características individuales. Así en las diferentes especies se han formado determinados genotipos que están mejor adaptados a determinadas condiciones. El cultivo de las hortalizas consciente e inconscientemente el hombre ha seleccionado y cultivado aquellas formas que mejor satisfacen sus requisitos. Esta actividad ha ejercido una inmensa influencia en los caracteres morfológicos y biológicos de las plantas.

Las formas silvestres del tomate el pimiento y muchas otras especies tienen normalmente frutos pequeños de algunos gramos de peso. Bajo la influencia principal de la selección realizada por el hombre el tamaño de los frutos ha aumentado hasta algunos cientos de gramos (tomate) o hasta algunas decenas de kilogramos (zapallo o calabaza).

La actividad del hombre a través de la selección se ha dirigido hacia la obtención de cambios casi exclusivamente en aquellos órganos que están destinados al consumo. En estos órganos se han operado grandes cambios y se ha obtenido una gran diversidad de formas y variedades mientras que los órganos que no han sido aptos para el consumo han quedado casi inalterados por ejemplo las semillas de las plantas de coles (col de repollo coliflor col rizada.) han quedado a tal grado de

interacción que en la actualidad no pueden diferenciarse entre sí.

Las semillas de las diferentes variedades de apio no se diferencian entre sí. Los órganos de consumo sin embargo son definidamente diferentes: raíces carnosas (apio de raíz carnosa) hojas (apio de hojas) y peciolo de las hojas (apio de peciolo).

Los órganos florales de las cucurbitáceas solanáceas leguminosas y otras no son aprovechados por el hombre estos no han sido objeto de la selección y se han mantenido durante siglos casi inalterados y las diferencias de estos órganos entre las especies las formas y las variedades son totalmente insignificantes. A diferencia los frutos que han sido objeto de selección con el propósito de satisfacer total e inteligentemente las necesidades de consumo no solamente han cambiado de tamaño, sino que han dado origen a una gran variedad de tipos en lo referente a variaciones de temperatura estructura forma consistencia contenido de sustancias nutritivas y otros aspectos relacionados con su empleo dietético y comercial.

El proceso de formación en las plantas hortícolas ha sido notablemente influenciado por el hombre el cual a través de una selección consciente e inconsciente tomando como base determinadas condiciones ecológicas ha contribuido a la acumulación y aceleración de aquellos órganos y calidades que con mayor cabalidad han satisfecho sus necesidades.

Estos cambios en el desarrollo, normalmente no hubiesen ayudado en la conservación de una especie dada sin la defensa y los cuidados especiales del hombre. Por lo que las especies bajo cultivo sus formas y

variedades no se encuentran y no se pueden desarrollar y multiplicar de modo espontáneo. En semejante circunstancia rápidamente hubieran desaparecido o algunas de ellas hubiesen retornado hacia sus formas silvestres originales.

La difusión de las especies hortícolas en diferentes regiones con distintas condiciones climáticas y latitudes geográficas ha contribuido en una serie de casos a producir cambios radicales en algunas de sus propiedades biológicas. Así por ejemplo bajo la influencia de las condiciones locales y la selección en algunas regiones septentrionales en la cebolla en la col y en otras plantas se han conservado y desarrollado principalmente aquellas formas y variedades que tienen mayor periodo de vernalización. Las formas y variedades con periodo de vernalización corto reanudad su actividad tempranamente crecen no pudiendo conservarse durante un tiempo prolongado por lo que han sido eliminadas en la selección.

Respecto a las propiedades biológicas de las plantas hortícolas su proceso de formación además de las condiciones naturales y la selección ha demostrado una gran influencia la hibridación gracias a la que conscientemente se han combinado las cualidades biológicas morfológicas y económicas de diferentes formas de vegetales obtenidos como resultado del efecto del medio ambiente o como consecuencia de la hibridación. Así han sido obtenidas muchas variedades con diferente duración de vernalización y estadio de iluminación distintas respuestas a la duración del ciclo vegetativo diferentes calidades económicas y de consumo y además diferente resistencia a las enfermedades y plagas. Estos cambios profundos biológicos son aprovechados para las

determinaciones más fructíferas del objetivo principal: satisfacer completa y cabalmente las necesidades que tiene el hombre de los alimentos hortícolas (Guenkov, 1969).

El conocimiento de los centros de origen de las especies hortícolas, propuestos por Harlan (1987), permite comprender la base genética y adaptativa de los cultivos actuales (tabla 1). A partir de esta diversidad ancestral, la producción agroalimentaria ha evolucionado hacia un escenario global dinámico, donde se distinguen claramente los principales productores y exportadores tal y como se muestra en la tabla 2. Adicionalmente, para fines didácticos y prácticos en el manejo de los cultivos, la tabla 1 clasifica las principales hortalizas según el órgano de consumo, facilitando su estudio y vinculación geográfica.

Tabla 1. Centros de origen geográfico de las principales hortalizas (según Harlan, 1987).

Continente (Región)	**Especies hortícolas representativas**
Suroeste de Asia	Ajo, remolacha, zanahoria, coles (brócoli, repollo), lechuga, nabos, cebollas, puerro, guisantes, rábano, espinacas.
África	Ñame, quingombó (okra), calabaza de peregrino, caupí.
Europa	Apio, berros, coliflor (Mediterráneo Oriental).
China (Norte y Sureste)	Col china, calabaza blanca, jengibre, rábanos chinos, berenjena.
América (México)	Judía de Lima, batata (camote), judía verde, tomate, aguacate, chile.
América del Sur (Andes)	Judía verde, patata (papa), quinua, pimiento, tupinambo (aguaturma), oca.

Fuente: Elaboración propia a partir de Harlan (1987).

Tabla 2. Principales productores y exportadores mundiales de hortalizas.

País	Producción (millones de toneladas)	% del total mundial
China	769,0	40,0 %
India	213,0	11,0 %
Estados Unidos	65,0	3,0 %
Turquía	53,4	2,7 %
Brasil	46,3	2,4 %
México	37,4	1,9 %
Rusia	34,9	1,8 %
Egipto	33,9	1,7 %
Indonesia	33,8	1,7 %
Ucrania	29,2	1,5 %

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] (2025).

Tabla 3. Clasificación de hortalizas por órgano de consumo y su origen geográfico.

Tipo (órgano de consumo)	Ejemplos representativos y origen
Raíces y tubérculos	Zanahoria (Asia), patata (Andes), batata (México).
Bulbos	Ajo y cebolla (Asia); puerro (Europa).
Hojas	Lechuga y espinacas (Asia); acelga y escarola.
Frutos	Tomate y pimiento (América); berenjena (Sudeste Asiático).
Flores	Alcachofa y coliflor (Mediterráneo / Europa).

Fuente: Elaboración propia (2025)

1.6 Elementos básicos de la olericultura

La práctica de la olericultura requiere de la planificación de cada etapa del proceso productico. Para su concreción es importante considerar, según la FOA (2012) las siguientes recomendaciones:

- Se fijan las dimensiones del largo y ancho de los surcos en los que se plantarán las semillas de hortalizas.
- Es necesario considerar la facilidad de acceso al terreno en el que se hará la plantación y cultivo.
- Garantizar contar con las herramientas necesarias y prepararlas.
- Asegurarse de tener las cantidades de semillas o tubérculos a sembrar.
- Demarcar las distancias entre cada semilla de hortalizas y el espacio para siembras sucesivas lo que garantiza un desarrollo uniforme y facilita la rotación de cultivos.
- Llevar una anotación de los días promedios de la primera cosecha y los de la última para ir preparando el uso del mismo lugar con otro cultivo.
- Tener a mano la vestimenta adecuada y los protectores requeridos para protegerse del sol del viento o del frio.
- Los semilleros deben estar bien hechos y protegidos contra las plagas y bacterias.
- Asegurar el riego necesario desde la siembra hasta el momento en que es trasplantada la hortaliza.
- Manipular adecuadamente la provisión de fertilizantes.
- Recoger la cosecha y trasplantarla durante el periodo estipulado.
- Alistar el lugar de almacenamiento.
- Ajustar los cambios que sean necesarios según la

experiencia obtenida durante la plantación y cultivo.

1.7 Distribución y establecimiento de la horticultura en Ecuador: Región Costa y provincia El Oro

La horticultura tiene una importancia capital, en el Ecuador, sobre todo en las regiones cuyas condiciones climáticas son favorables. Una de estas regiones es la provincia de El Oro, la que destaca por su potencial productivo. La misma, se caracteriza por una altitud promedio entre 600 y 1200 m sobre el nivel del mar, temperatura templada y buena luminosidad. Estas características favorecen el cultivo de tamate, pimiento, pepino y lechuga (Bencomo et al., 2018). También, en algunas zonas de esta provincia como La Iberia se desarrollan investigaciones de mejoramiento genético hortícola. Las mismas constituyen rutas estratégicas de establecimiento de especies adaptadas a las condiciones locales. La horticultura en esta región, motivado por una creciente demanda, ha evolucionado desde huertos familiares hacia propuestas más técnicas con visión agroindustrial y sostenible (Zuñiga et al., 2026).

La horticultura en la Región Costa de Ecuador, aunque dominada por monocultivos de exportación (banano cacao arroz) también produce importantes hortalizas como sandía tomate cebolla y brócoli especialmente en Guayas Los Ríos y El Oro aprovechando sus suelos y sistemas de riego, aunque la producción hortícola para consumo local a menudo es secundaria a las grandes exportaciones existiendo un potencial para el autoconsumo y la alimentación familiar (Instituto Nacional de Estadística y Censo, 2017).

1.8 Definición y ramas de la horticultura

La horticultura es la disciplina que se ocupa del cultivo de hortalizas o plantas herbáceas y que generalmente son cultivadas en huertos para una vez alcanzado su estadio ideal poder ser consumidas crudas o siendo parte de una preparación culinaria. Por su parte, en el caso de las huertas son aquellos terrenos de regadío que están destinados fundamentalmente al cultivo de hortalizas. El riego resulta ser una pieza fundamental en este entramado dado que es el encargado de aportarle al cultivo el agua que necesita para desarrollarse y crecer conforme.

Las hortalizas son aquellas verduras y demás plantaciones comestibles que se cultivan generalmente en huertas y que mayormente se las consume como alimentos ya sea de manera cruda o bien cocinada. Dentro del conjunto de las hortalizas que por supuesto es amplio se incluyen como parte de el a las legumbres verdes tales como las habas y los guisantes y las verduras en tanto se debe excluir de las mismas a las frutas y los cereales.

Según el Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala (2024), la horticultura se practica en terrenos pequeños y de manera intensiva. Se cultiva una amplia variedad de especies vegetales en comparación con la agricultura a gran escala. Las plantas requieren de un manejo cuidadoso y técnicas especializadas para maximizar la producción como cultivos hidropónicos invernaderos y sistemas de riego por goteo. La horticultura permite cultivar alimentos ricos en nutrientes como frutas y verduras esenciales para una dieta equilibrada. Contribuye al desarrollo económico mediante la generación de empleos y

productos para el mercado local e internacional. La horticultura es una disciplina esencial que combina la ciencia la tecnología y el arte de cultivar plantas para diversos fines desde el suministro de alimentos hasta la mejora del entorno natural (p.2).

Existen varias maneras de clasificar las hortalizas. Se utilizan mayormente las basadas en requerimientos de temperatura y de acuerdo con la parte comestible.

I- De acuerdo con los requerimientos de temperatura se clasifican en:

Hortalizas de clima frío

- **Grupo 1.** Prefieren temperaturas mensuales promedio de 15 a 18°C espinacas repollo brócoli col de Bruselas coliflor y zanahoria.
- **Grupo 2.** Adaptadas a temperaturas de 13 a 19°C cebolla espárragos y ajo.

Hortalizas de clima cálido

- **Grupo 3.** Prefieren temperaturas de 18 a 27°C maíz dulce tomate pimentón pepino y melón.
- **Grupo 4.** Prosperan mejor en temperaturas por encima de 21°C: patilla berenjena ají picante batata.

II- De acuerdo con la parte comestible se reconocen siete grupos:

- **Bulbos:** cebolla y ajo.
- **Hojas:** lechuga acelga repollo y espinacas.
- **Raíz:** zanahoria remolacha nabo y rábano.
- **Inflorescencia:** alcachofa brócoli y coliflor.
- **Fruto maduro:** melón patilla (sandía) tomate y pimentón.
- **Fruto tierno:** calabacín vainita y maíz dulce. Tallo: célery y espárragos (Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2005).

1.8.1 Composición de las hortalizas

Las hortalizas se encuentran compuestas por diversos componentes como ser: agua (en un 80 %); glúcidos (serán variables según el tipo. grupo A presentan menos del 5 % de hidratos de carbono: acelga apio espinaca berenjena coliflor lechuga pimientos entre otros) grupo B (contienen de un 5 a 10 % de hidratos de carbono: alcachofa guisante cebolla nabo puerro zanahoria remolacha) y grupo C (presenta más de un 10 % de hidratos de carbono: patata y mandioca); vitaminas y minerales (son ricas en las siguientes vitaminas y minerales vitamina A E K B y C potasio magnesio calcio sodio y hierro); sustancias volátiles (tal como la cebolla que contiene ese componente que nos produce lágrimas); lípidos y proteínas; bajo valor calórico (por esta cuestión es que las hortalizas deberían decir presentes en las dietas contra la obesidad) y fibra dietaría.

Por todos estos componentes que mencionábamos es que las hortalizas son un alimento recomendable para ser consumido con bastante

frecuencia durante el día siendo el ideal una ración en cada comida y de la forma más variada que se lo pueda hacer. Las hortalizas se ubican en el segundo piso de la pirámide de alimentos junto a las frutas. Las verduras son la parte de las plantas que se puede comer ya sea crudas o cocidas; frescas congeladas enlatadas deshidratadas o como jugo.

Vegetales que crecen debajo y encima de la tierra

En esta clasificación se encuentran las raíces y tubérculos de plantas como la zanahoria la cebolla el nabo las patatas las alcachofas el rábano el ajo la patata dulce entre otras. Por su parte cuando observamos encima de la tierra encontramos hojas como la espinaca la col o la lechuga; flores como el brócoli la coliflor o las alcachofas; tallos como el apio los espárragos o el hinojo; vainas tales como los guisantes las habas y el maíz; verduras de fruto por ejemplo la berenjena el pimiento el chile o el tomate; frutos en baya como el pepino el calabacín y la calabaza; y hongos como los champiñones y las setas (Invesa S. A., 2024).

1.9 Factores que intervienen en la producción hortícola: técnicos ambientales sociales y económicos

La producción hortícola se define por la interacción de factores técnicos (manejo de cultivos semillas tecnología) Ambientales (clima suelo agua luz plagas) Sociales (cultura educación hábitos de consumo mano de obra) y Económicos (costos precios mercado políticas capital) que juntos determinan el rendimiento la calidad y la viabilidad del cultivo desde la siembra hasta la comercialización impactando la seguridad alimentaria y el desarrollo rural (De Los Santos y Cosco, 2022).

1.9.1 Factores del clima

La climatología agrícola estudia el conjunto de factores meteorológicos que influyen en la producción de hortalizas. Estos factores son: la luz la temperatura la humedad del suelo y de la atmósfera las precipitaciones y los vientos.

Luz las hortalizas tienen exigencias específicas con relación a la duración de la luz por día y a su penetración o intensidad. Según sus exigencias de duración del día o fotoperiodicidad se dividen las hortalizas en:

- Hortalizas de día largo de gran cantidad de horas de luz por día.
- Hortalizas de día corto poca cantidad de horas de luz por día.
- Hortalizas indiferentes a la duración del día.

Desde el punto de vista de la producción en la mayoría de las hortalizas la respuesta fotoperiódica más importante es la floración ya sea para la obtención del producto hortícola o para la producción de las semillas de la especie. Por ejemplo, hay hortalizas como el pimentón el tomate que necesita mucha luz y si están en zonas de sombra las flores escasean o no se abren los capullos. Por otro lado existen especies hortícolas que no toleran la exposición directa a los rayos solares durante todo el día produciéndoles en las hojas quemaduras.

Las hojas palidecen y pierden brillo. Hay que procurar sombrear las zonas en las que se hayan plantado especies que no requieran mucho sol, mientras éste crece se pueden emplear mallas de sombreo.

Una escasa penetración o intensidad deficiente de la luz resulta en un crecimiento raquítico de la planta o sea los tallos crecen demasiado ligeros en comparación con las hojas. Una excesiva penetración o intensidad de luz puede producir quemaduras de los frutos y causar una acumulación de almidón en las hojas.

La penetración y por consiguiente la intensidad de luz se puede ajustar a las exigencias de las plantas mediante las siguientes prácticas hortícolas:

- Densidad de siembra y trasplante.
- Deshoje poda y eliminación de chupones.
- Raleo y deshierbe.
- Amarrar plantas como lechuga endivia y apio.
- Sombreo (como ya se dijo anteriormente)
- Orientación de las hileras norte-sur o poniente-oriente. En el último caso las plantas reciben más luz.

Temperatura:

Los factores climáticos influyen en los cultivos y cada especie vegetal requiere de condiciones apropiadas para lograr su completo desarrollo. Los vegetales necesitan una temperatura mínima una óptima y una temperatura media que es la más adecuada. El factor temperatura permite clasificar las hortalizas en dos grupos:

- Hortalizas de clima templado cuya temperatura varía 13 a 19

grados. Por ejemplo: papas zanahorias alcachofas.

- Hortalizas de clima cálido cuya temperatura varía entre 19 y 27 grados. Por ejemplo: pimentón yuca patilla.

La temperatura: Influye en el rendimiento de los cultivos. La temperatura moderadamente superior a la ideal para un cultivo puede favorecer el rápido desarrollo de esa planta, pero los rendimientos serán menores.

La temperatura moderadamente inferior a la ideal para una especie cultivada genera que el metabolismo celular de la misma se reduzca y la planta crezca más lentamente, pero sus rendimientos se incrementaran lo cual no se generaliza para todas las especies (Guenkov– 1968). El balance térmico tiene una importancia excepcional para la propagación de las plantas hortícolas. De él dependen la fotosíntesis la respiración la actividad enzimática en las células su división y crecimiento la capacidad de absorción de las raíces y otros procesos.

Como es debido a través de la fotosíntesis de las sustancias nutritivas extraídas por las raíces y del CO2 tomado del aire mediante la luz las plantas sintetizan complejas sustancias nutritivas para su sustento y desarrollo.

Paralelamente con la fotosíntesis se realiza a respiración mediante la cual se descomponen las sustancias orgánicas complejas sintetizadas a través de la fotosíntesis y se desprende la energía liberada necesaria para los procesos vitales de las plantas.

El resto de las sustancias nutritivas no descompuestas mediante la respiración lo utiliza la planta como elemento constructivo. Por medio

de ellas se realiza el crecimiento y desarrollo de la planta y la formación de todos los órganos. La combinación de la función de asimilación (fotosíntesis) con la acción de disimilación (respiración) no es igual a diferentes temperaturas. A la temperatura en que esa combinación es más favorable o sea cuando el resto "fotosintético" alcanza un máximo y se establecen las condiciones más convenientes para el crecimiento la llamamos temperatura óptima.

Esta temperatura es diferente para las distintas especies y depende también del estado del balance de la luz y el contenido de CO2 en el aire. A mayor luminosidad es más alta; en caso contrario más baja. También cuando aumenta el contenido de CO2 es más alta y si disminuye más baja.

La influencia de la temperatura en el Florecimiento y fructificación

En este período la temperatura debe ser un poco más alta que la existente durante el período de crecimiento vegetativo. Decimos poco más alta es decir que no sea muy grande la diferencia debido a la circunstancia de que algunas plantas (pepinos tomates pimientos etc.) después de haberse iniciado el período de fructificación al mismo tiempo se forman también órganos y reproductivos. Debe tenerse presente sin embargo que durante el florecimiento de ciertas plantas (col guisante frijol pimiento berenjena etc.) las temperaturas altas son muy peligrosas.

En tales condiciones o se forman imperfectamente los órganos reproductivos o no se puede realizar la polinización a causa de un polen defectuoso o se produce la sequedad de la superficie del estigma o surgen otras anomalías. Todo eso conduce a la caída de las flores

formación de frutos deformes (pepinos) y otros trastornos. El rendimiento baja y la calidad de la producción se daña.

Cuando las temperaturas diurnas sobrepasan los 30 º C es probable una influencia desfavorable sobre la fructificación de algunas especies (tomate pimiento berenjena etc.) En este período se desarrollan con buen éxito principalmente las especies de las familias cucurbitáceas debido a su gran resistencia a las temperaturas altas.

Humedad del Suelo

La mayoría de las hortalizas deben recibir abundante cantidad de agua primero para la germinación y luego para su desarrollo. La falta de agua perjudica su rendimiento obteniéndose cosechas escasas como también hortalizas fibrosas de mala calidad y por consiguiente poco comerciales. La cantidad de agua proporcionada por los riegos depende de los factores siguientes: época del año capacidad de retención del suelo y desarrollo del follaje de las plantas.

Humedad Relativa

Si la humedad del aire es muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta y dificulta la fecundación. Si la humedad es demasiado baja durante el verano con temperaturas altas se produce la caída de flores y frutos recién cuajados. En el caso de la planta de pepino la excesiva humedad relativa causa pepinos descoloridos.

Viento

Los vientos son corrientes de aire producidos en la atmósfera debido a causas naturales como las diferencias de temperatura que pueden ayudar en la polinización de las plantas. Pueden ser perjudiciales a ciertos cultivos cuando alcanzan velocidades anormales debido a que causan la caída de las flores frutos y hasta de las mismas plantas. Además, el viento seco marchito a los vegetales el viento frío puede quemar a la planta y el viento de la costa deposita sales del mar y éstas producen quemaduras en las hojas. Igualmente cabe considerar que en zonas ventosas es preciso crear cortavientos protectores como setos láminas de brezo cañizos muros.

Precipitaciones

Los horticultores para la labranza la siembra y las otras operaciones necesitan saber anticipadamente si la lluvia caerá en su terreno y en qué cantidad. Las lluvias pueden ser beneficiosas para los cultivos hortícolas no obstante cada cultivo tiene una cantidad promedio de pluviosidad anual aceptable. Una de las razones de la preponderancia de las lluvias para un cultivo radica en la aportación de nitrógeno a la planta y al suelo (aunque por ser volátil el nitrógeno pronto se evapora y es poco lo que las raíces de la planta logran absorber). Un cultivo que reciba más lluvia del promedio anual que acepta puede tener problemas de enfermedades fungosas.

Granizo

Hay casos cuando se presentan “lluvia de granizo”. Las granizadas son muy destructivas. En plantas ornamentales provocan defoliación y marcas en hojas y tallos por donde pueden entrar a continuación hongos

y bacterias. Se sugiere pulverizar con un fungicida antibotritis al día siguiente de una granizada para prevenir la infección de las heridas por el hongo Botritis. Otras veces las lluvias pueden hacer quitar las flores de hortalizas en donde estas son fundamentales para la producción. En caso de calderetas las plantas hortícolas pueden sufrir muchos daños e incluso la pérdida de la cosecha.

Disponibilidad de agua

Para asegurar riegos eficientes. Las regiones andinas y algunas zonas de la Costa (como El Oro) ofrecen condiciones idóneas para una horticultura diversa intensiva y rentable. La comprensión y aplicación adecuada de estos factores no solo permite optimizar el rendimiento de los cultivos hortícolas sino que también contribuye a una agricultura más sostenible resiliente y adaptada a los retos del cambio climático. En el contexto ecuatoriano donde conviven diversas regiones agroecológicas el manejo integral y contextualizado de estos elementos resulta crucial para garantizar la seguridad alimentaria fortalecer la economía rural y conservar los recursos naturales (AgroSpray 2020; de Los Santos & Cosco 2022).

1.10 Principales zonas hortícolas del Ecuador. Cultivos hortícolas representativos del Ecuador

Las principales zonas hortícolas de Ecuador son la Sierra (Carchi Pichincha Cotopaxi para papa brócoli cebolla) y la Costa (Guayas Manabí Los Ríos para tomate sandía cebolla) destacando cultivos como la papa brócoli cebolla tomate riñón yuca habas zanahoria y col. La producción hortícola es crucial para la alimentación local aunque la

Costa se enfoca más en monocultivos de exportación mientras la Sierra lidera en hortalizas de clima frío y la Costa en las de clima cálido.

En Ecuador las principales zonas hortícolas incluyen:

- **Sierra Central y Norte**: por su clima templado y suelos fértiles (ej. Cotopaxi Tungurahua).
- **Costa Sur**: especialmente la provincia de El Oro por su combinación de altitud acceso a riego y desarrollo tecnológico.
- **Zonas periurbanas**: donde proliferan huertos urbanos y escolares que complementan la dieta de las familias.

Estas zonas están conectadas por rutas comerciales y centros de acopio que fortalecen el sistema hortícola nacional (ProducePay, 2023).

1.11 Seguridad alimentaria

En el Ecuador como se mencionó el principal problema para lograr seguridad alimentaria esta dado por la incapacidad de los hogares para acceder a una canasta alimenticia básica. A lo largo de esta década la oferta de alimentos ha sido muy superior al volumen de la población en promedio el PIB agrícola creció a un 49% frente a un crecimiento poblacional promedio de 15% (Calero 2011).

La producción hortícola en Ecuador es vital para la seguridad alimentaria especialmente la agricultura familiar que abastece necesidades básicas y genera ingresos pero enfrenta desafíos como el cambio climático infraestructura deficiente y falta de tecnología; la

solución pasa por prácticas sostenibles (conservación de suelo manejo de plagas) y apoyo gubernamental (financiamiento capacitación) para aumentar resiliencia diversificar cultivos y mejorar acceso a alimentos sanos y nutritivos garantizando la sostenibilidad a largo plazo.

La horticultura es un componente esencial de la seguridad alimentaria en Ecuador al garantizar el acceso físico y económico a alimentos frescos nutritivos y culturalmente apropiados. El cultivo local de hortalizas permite una oferta constante de micronutrientes clave como vitaminas A C y K así como minerales como el hierro y el calcio.

Además, fomenta la resiliencia alimentaria en comunidades rurales y urbanas al diversificar la producción y reducir la dependencia de importaciones. Iniciativas como huertos familiares escolares y comunitarias son claves para fortalecer la soberanía alimentaria y la educación nutricional en el país (FAO, 2019).

1.12 Importancia económica social y alimentaria

La horticultura es esencial para la seguridad alimentaria especialmente en poblaciones rurales y urbanas donde el acceso a frutas y verduras frescas es limitado. En Ecuador esta actividad genera empleo ingresos y autonomía alimentaria principalmente entre pequeños agricultores. Además impulsa el desarrollo de economías locales y fomenta la equidad mediante el acceso comunitario a alimentos nutritivos (Alonso *et al.* 2013; INTA 2017).

La importancia de la plantación y cultivo de hortalizas radica en que ellas poseen las cantidades adecuadas de nutrientes que el ser humano

necesita para su alimentación o supervivencia: carbohidratos proteínas vitaminas minerales etc. De allí viene que sean catalogadas mundialmente como una base fundamental en la alimentación del hombre. Pero las plantaciones y cosechas de hortalizas requieren de un esmero constante y de las condiciones óptimas requeridas las que deben ser trabajadas y controladas arduamente para que el cultivo se realice de forma correcta y así lograr el producto deseado.

Desde el punto de vista social las huertas familiares y comunitarias promueven la educación ambiental la inclusión social y la cohesión entre generaciones. Económicamente cultivos como tomate pimiento y lechuga representan alternativas de alto valor para pequeños productores. Estos productos son también cada vez más demandados por consumidores preocupados por su salud (Fischer *et al.,* 2021).

Castro (s. f.) considera que es de gran importancia desde el punto de vista económico contribuyendo al consumo, así como a la generación de trabajo a través de todo su desarrollo productivo. Esta actividad representa la alternativa de empleo para una gran cantidad de personas a nivel mundial. La situación ha conllevado a la generación de cambios significativos en las zonas rurales y urbanas de los países donde se hace uso de este tipo de labor. Así tenemos que la horticultura es base de ocupación de mano de obra y suministra más ingresos en tiempos más cortos. Por otro lado, facilita el aprovechamiento del suelo pues es una actividad bastante dinámica. De igual manera a través de ella el hombre logra aprender nuevas técnicas y adquirir condiciones útiles para el cambio y transformación de formas de trabajo.

1.12.1 Aprovechamiento más completo y regular de la fuerza de trabajo

Es notorio que el sistema del monocultivo que se implementa en muchas regiones del país causa una gran tensión en algunos momentos del ciclo productivo y desocupación en otros. En el cultivo de hortalizas se puede utilizar la mano de obra de un modo más completo y regular. Una serie de actividades en esta producción exige en cierto grado menor tensión física por ejemplo la producción de posturas en los semilleros la siembra el deshije y amarre en cultivo de tomates tutorados la recolección y clasificación de la producción. En estas actividades pueden ocuparse más las mujeres y hombres de edad avanzada así como los de menos capacidad de trabajo.

La mano de obra es cada vez más escasa en el sector hortícola. Hoy en día los buenos trabajadores son cada vez más difíciles de encontrar poniendo en riesgo las operaciones diarias. Además, el salario mínimo se ha disparado en los últimos años. Estos problemas hacen que el trabajo sea un aspecto costoso y difícil en la horticultura. Afortunadamente existen excelentes alternativas y con el desarrollo continuo de maquinaria la mecanización se está convirtiendo en una opción cada vez más popular.

La horticultura que es el arte y ciencia de cultivar frutas verduras flores y plantas ornamentales se enfrenta a desafíos significativos de mano de obra debido a la escasez el aumento de costos y la dificultad para encontrar trabajadores calificados lo que impulsa la necesidad de mecanización técnicas de ahorro de mano de obra (como la gestión de distancias de siembra) y el uso de tecnología para optimizar procesos y

reducir costos siendo la producción intensiva de cultivos de alto valor un factor clave para la rentabilidad y la sostenibilidad agrícola (Royalbrinkman 2025).

1.12.2 Mejor aprovechamiento de la tierra

Las plantas hortícolas tienen diversos ciclos vegetativos. La producción de algunas se obtiene a los 20 – 25 días a partir de la germinación (rabanito); a los 45 – 60 días (pepino frijol guisante acelga etcétera); a los 80 – 90 días (zanahoria y remolacha) y otras a los 90 - 120 días (col pimiento y tomate). Estas propiedades biologías ofrecen la posibilidad de recoger durante un año más de una cosecha de un mismo campo. Y permiten no solo un incremento de la productividad de la tierra sino también aprovechamiento económico de los recursos impuestos para mejorar el suelo: la topografía de los terrenos el sistema de riegos los edificios y los medios de transporte. El objetivo de la producción de hortalizas como el de cualquier otra producción agrícola es el obtener en una unidad de área una producción mayor de menor calidad y con menos gastos Este objetivo puede lograrse mejor si conocemos a plenitud las propiedades biológicas de las diferentes especies y variedades.

Las propiedades biológicas junto a las morfológicas de las diferentes especies se han formado en el de cursar de miles de años en los lugares de donde provienen. Las propiedades climáticas específicas de estas regiones han sido los factores principales que han regido el proceso de formación.

El valor económico de las plantas proviene de los productos que se

extraen de ellas como madera materias primas sustancias orgánicas y medicinales. El valor estético y recreativo de las plantas mejora nuestra calidad de vida brindándonos espacios para descansar o estimular los sentidos.

En específico podemos valorar desde los traspatios o huertos familiares que pueden alcanzar una gran diversidad de especies vegetales e integran varias especies animales. Estos componentes responden a las necesidades de la unidad doméstica campesina tales como la disponibilidad de alimentos y la generación de ingresos complementarios.

La principal relevancia de este agro-ecosistema es su aporte al autoconsumo que representa un ahorro de la décima parte del gasto en alimentos de la familia mientras que su contribución al ingreso es menos significativa pero en ambos casos las especies animales tienen una mayor contribución. El traspatio posee una estructura propia y responde a los factores internos y externos que los definen; es decir la importancia del traspatio no solo se centra en la superficie del predio sino en la agro-biodiversidad que lo integra en la forma de aprovechamiento de ésta en la participación de los actores sociales y en la influencia de las políticas públicas relacionadas con el desarrollo social.

Con base en lo anterior y más que tratar de categorizar o tipificar el traspatio o huerto familiar resulta más relevante comprender la diversidad implícita en dicho agro-ecosistema y su impacto en la definición de estrategias de vida de las unidades domésticas como roles familiares en el manejo y aprovechamiento de los recursos vegetales y

animales fuente de bienes de subsistencia y ahorro familiar así como espacio común para las redes de intercambio y conservación de germoplasma (Guenkov 1969).

1.12.3 Importancia alimenticia

El valor y la indispensabilidad de las hortalizas por su calidad alimenticia reside en su riqueza en vitaminas ácidos orgánicos fácilmente asimilables sales minerales aceites esenciales (tabla 4). Estas sustancias desempeñan un papel excepcional para el desarrollo y funcionamiento del organismo humano. Casi todos los tipos de hortalizas carecen relativamente de nutrientes energéticos hidratos de carbono albúmina grasas. Por lo que el ser humano no podría satisfacer sus necesidades alimenticias consumiendo solamente hortalizas.

Contribuyen al mejoramiento del sabor de la comida al aumento de la secreción de las glándulas digestivas y con todo ello a la mejor digestión y asimilación de las demás sustancias nutritivas.

Las hortalizas son de gran importancia para regular la acción del sistema nervioso y para elevar la resistencia del organismo a diferentes enfermedades. Las verduras tienen mucha importancia para neutralizar los ácidos que se forman durante la digestión de carne queso huevos pan arroz porque en ellas predominan sustancias alcalinas. Esto permite mantener una normal y neutral reacción sanguínea. No hay que menospreciar tampoco la importancia de algunos aceites esenciales que determinan el aroma específico de las diferentes hortalizas. Estos elementos por medio del olfato actúan favorablemente sobre la acción secretora de algunas glándulas digestivas y mejoran el apetito así como

también la digestión aunque indirectamente. Algunas hortalizas son extraordinariamente ricas en elementos bactericidas (cebolla ajo) que poseen importancia para la desinfección del esófago (Guenkov 1969).

Tabla 4. Contenidos de minerales y vitaminas de varios cultivos hortícolas.

Especies	Ceniza (%)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	Caroteno	Tiamina	Riboflavina	Niacina	Vitamina C
Ajo	037	383	333	058	001	005	003	021	73
Cebolla	061	759	262	098	137	004	011	031	225
Papa	073	115	438	102	001	008	003	128	415
Rábano	073	323	255	106	001	002	007	051	411
Remolacha	080	194	331	198	001	002	005	023	38
Zanahoria	098	379	462	155	487	005	004	062	104
Ají cachucha	047	188	344	118	030	007	004	065	756
Ají pimiento	054	138	289	092	043	006	015	096	1670
Ají rojo	059	152	292	115	178	006	018	125	2200
Ají verde	047	110	253	088	027	005	005	084	2090
Berenjena	041	148	212	065	001	005	004	056	26
Calabaz	066	13	39	09	083	006	005	094	236

ar camagüeyana		6	0						
Calabaza china	034	210	73	048	002	000	001	029	268
Chayote	027	122	252	035	001	001	002	044	159
Pepino	030	216	157	046	003	002	002	024	169
Quimbombó	068	826	520	090	003	006	013	093	285
Tomate ens. verde	040	102	249	090	019	008	003	045	194
Tomate ens. rojo	040	89	248	115	052	010	005	079	293
Tomate placero	054	103	299	075	087	010	007	068	356
Acelga	064	1405	333	192	170	006	010	082	676
Ajo puerro	085	624	306	162	146	008	010	047	321
Col	055	608	221	033	001	004	003	023	472
Lechuga	068	544	247	212	095	006	008	030	244
Perejil	151	1724	566	273	503	009	021	075	1282

Fuente: Guenkov 1969.

En general las hortalizas frescas o preparadas mediante cocción tienen un alto contenido de minerales y vitaminas bajo contenido en proteínas

y grasas. Además son valiosas por su palatabilidad y volumen. Su consumo neutraliza los ácidos gástricos que se forman por el consumo de carne queso huevos pan arroz y otros alimentos manteniendo una reacción sanguínea neutra. Actúan también favorablemente en la digestión por su volumen y por la celulosa contenida contribuyendo a los movimientos peristálticos de los intestinos (INIA, 2005).

Otros autores como Castro (s. f.) plantean que la horticultura ha sido y sigue siendo fundamental y trascendental en el perfeccionamiento y bienestar del ser humano. Ella realiza una de las principales contribuciones en lo referente a alimentación y bienes esenciales de los cuales se generan otras variadas composiciones alimenticias. Las hortalizas frutas hojas raíces y otros aportan al ser humano una gran cantidad de componentes que nutren alimentan y sirven de defensa al organismo. Tienen vitaminas minerales y sustancias con efectos terapéuticos y curativos que contribuyen a la buena salud.

CAPÍTULO II

2 CULTIVOS HORTÍCOLAS CLASIFICACIÓN POR ÓRGANOS HORTALIZAS DE RAÍZ



Figura 2. Hortalizas de raíz.

Las hortalizas de raíz (Foto 2) son las plantas de raíces comestibles. Éstas son órganos ramificados y vegetativos que crecen debajo de la tierra y cumplen la función de absorber el agua y los nutrientes presentes en el suelo para luego transportarlos al resto de la planta.

A menudo las personas suelen confundir a las hortalizas de raíz con los tubérculos. Sin embargo existe una marcada diferencia entre ambos términos debido a que los tubérculos son tallos globosos subterráneos no raíces. Las plantas de raíces comestibles engloban un considerable número de especies que no pertenecen a la misma familia botánica esto debido a que no poseen las mismas características externas.

Las hortalizas de raíz también tienen un alto contenido de agua y un contenido relativamente bajo de carbohidratos; sin embargo, una excepción es la chirivía que contiene un promedio de 12 a 13 % de

carbohidratos que comprenden proporciones casi iguales de azúcares y almidón. Las zanahorias son los tubérculos más cultivados y constituyen una fuente particularmente importante de la zanahoria cruda que contiene más de la ingesta diaria recomendada en Estados Unidos para hombres adultos. Si bien las zanahorias son fuentes deficientes de vitamina C otras hortalizas de raíz contienen cantidades razonables. Las hortalizas de raíz también contienen cantidades significativas de magnesio hierro calcio potasio y β -caroteno (Pither, 2005).

2.1 Cultivo de zanahoria (Daucus carota L.).



Figura 3. Cultivo de zanahoria.

2.2 Características

La zanahoria (*Daucus carota* L.) (Foto 3) es una planta bienal aunque en la agricultura se cultiva generalmente como anual. Esta planta pertenece a la familia Apiaceae y se caracteriza por tener una raíz principal engrosada en forma de cono o cilindro, la cual puede variar en su color del anaranjado intenso al morado blanco o rojo según la variedad de que se trate. Por tanto, su principal valor nutritivo radica en su contenido de carotenoides especialmente el β-caroteno precursor de la vitamina A. Desde el punto de vista botánico la zanahoria desarrolla una raíz

napiforme o fusiforme de un rápido crecimiento en aquellos suelos que están my profundos, sueltos y bien drenados. Es una planta que prefiere climas templados con temperaturas óptimas entre 15 °C y 20 °C y presenta sensibilidad a factores bióticos y abióticos que afectan su sistema radicular (Tello & Pereira 2020).

El cultivo de zanahoria se realiza generalmente mediante siembra directa en el campo ya que el trasplante puede deformar las raíces. Las semillas deben sembrarse a una profundidad de 1 a 2 centímetros manteniendo una distancia óptima según la variedad. El ciclo de desarrollo del cultivo de zanahoria varía entre 90 y 130 días en dependencia de las condiciones agroclimáticas y del manejo del cultivo. El suelo ideal debe ser franco, suelto profundo y con un buen contenido de materia orgánica ya que las raíces requieren de un espacio y oxigenación necesarios para su correcto desarrollo. Por lo que, es fundamental realizar una preparación adecuada del terreno libre de terrones o piedras que puedan interferir en la formación de raíces rectas (Galindo & Saboyá 2024).

La zanahoria requiere de una cantidad de cuidados para asegurar un rendimiento óptimo, tal es el caso del riego, el que debe ser frecuente pero bien controlado; por lo que se recomienda un sistema de riego por goteo o por surcos evitando con ello, tanto el déficit hídrico como el exceso que puede provocar rajaduras en las raíces. El control de malezas debe iniciarse desde etapas tempranas para evitar la competencia por los nutrientes y la luz. Por lo que, es necesario aplicar un plan de fertilización balanceada que incluya nitrógeno, fósforo y potasio adaptado a las características del suelo. También se recomienda realizar una rotación

de cultivos para evitar la acumulación de plagas y enfermedades del suelo. El monitoreo fitosanitario constante es clave especialmente para prevenir enfermedades radiculares y daños por insectos como la mosca de la zanahoria. Es importante que el agua se suministre de la manera más homogénea posible durante el ciclo del cultivo. Sin embargo al momento de la siembra las plantas son muy pequeñas y más susceptibles a la desecación por lo cual se requiere mayor atención (Galindo & Saboyá 2024).

2.3 Origen y evolución

No se conoce con exactitud el centro de erigen de la zanahoria; algunos tratadistas lo ubican en Europa y otros en Asia. La zanahoria es una de las hortalizas más antiguas que se conoce. Las antiguas civilizaciones de Grecia y Roma hacían uso de ella fundamentalmente como planta medicinal. Su origen doméstico se remonta al 3000 a.C cuándo en Afganistán se cultivaba una variedad de color púrpura por fuera y anaranjada por dentro (Germinarte, 2022).

En la antigüedad la zanahoria no siempre se cultivaba por su raíz como hoy en día sino por sus hojas y semillas aromáticas tal como hacemos con sus parientes cercanos el perejil el hinojo o el comino. Es en el siglo I cuando se documenta el uso de su raíz en fuentes clásicas aunque en la antigua Grecia y en Roma se utilizaba con fines medicinales ya que se consideraba un potente afrodisiaco. La introducción de la zanahoria moderna en Europa no está del todo clara. Existen ilustraciones del siglo VI donde aparecen si bien no fue hasta el siglo XVI cuando los holandeses investigaron para mejorar la especie produciendo cuatro variedades (Germinarte, 2022).

Según Guenkov (1969) plantea que en el pasado las variedades que se consumían poseían raíces de color blanco o amarillo y no es hasta los siglos XIX y XX que se desarrollaron las de color naranja y rojas. Aún en la actualidad en Europa se encuentran formas silvestres de zanahoria.

Existe el mito de que la primera zanahoria naranja fue un cruce entre variedades rojas y amarillas realizado en los Países Bajos para honrar a la Casa Real holandesa de Orange pero precisamente en el libro del siglo VI antes mencionado —*Dioscórides de Viena*— las zanahorias representadas son naranjas así que lo más probable es que simplemente seleccionaran las de ese color. El naranja se debe a su alto contenido en carotenos. Cuanto más caroteno poseen más oscuro e intenso es su color. Esto depende de la variedad y también de las condiciones de cultivo. Por ejemplo las zanahorias de invierno son más claras que las de otoño o verano (Germinarte, 2022).

Se cultiva ampliamente en Europa y países desarrollados de América alcanzando una producción anual superior a los 10 millones de t. La zanahoria es introducida en América en el siglo XVII y rápidamente en este continente comenzaron a cultivar zanahorias debido principalmente a que se empezaron a conocer los beneficios de estas para la salud del organismo humano (Germinarte, 2022).

En cuanto a los usos medicinales y alimentarios de la zanahoria en el siglo XIX se descubren los micronutrientes contenidos en este alimento y se le presta una especial importancia a la vitamina A (obtenida a través del beta-caroteno) una vitamina imprescindible para un adecuado funcionamiento de la visión y el globo ocular. Por ello durante la

segunda guerra mundial a los aviadores británicos se le suministraban grandes cantidades de zanahorias en sus comidas para conservar intacta su visión (López 2017).

Antiguamente la zanahoria se cultivaba por sus hojas y semillas aromáticas no por su raíz. Aún hoy algunos de sus parientes se cultivan por estas tales como el perejil hinojo eneldo y comino. En el siglo I se menciona por primera vez la raíz en fuentes clásicas. La zanahoria moderna fue posiblemente introducida en Europa entre los siglos VIII y X en Andalucía describe tanto las variedades rojas como amarillas; Simeón Seth (médico y erudito judeo-británico del siglo XI) también menciona ambos colores. Las zanahorias naranjas aparecieron en los países bajos durante el siglo XVII. La zanahoria pertenece a la familia de las Umbelíferas también denominadas Apiáceas. Es la hortaliza más importante y de mayor consumo de las pertenecientes a dicha familia (López 2000 como se citó en Torres 2014).

2.3.1 Importancia económica

En Ecuador es un cultivo importante para la economía campesina especialmente en la Sierra donde pequeños productores la utilizan para complementar sus ingresos. Las provincias de Pichincha Cotopaxi Tungurahua Bolívar y Chimborazo son las principales productoras siendo Chimborazo la que más aporta con aproximadamente 10300 t anuales según un estudio de la UPEC. La producción total de zanahoria en Ecuador alcanza las 28130 t anuales.

El cultivo de zanahoria ofrece una alternativa de producción que complementa los ingresos de los pequeños agricultores especialmente en

la región andina es una hortaliza de consumo importante en Ecuador contribuyendo a la seguridad alimentaria del país.

La producción y comercialización de zanahoria han generado diferentes modos de empleos tanto su producción en el campo, como en la cadena de distribución, lo que ha contribuido al desarrollo económico de las diferentes zonas rurales donde esta se produce. Es decir, la zanahoria se comercializa a nivel nacional y su exportación constituye una fuente de ingresos para el país. El cultivo de la zanahoria en Ecuador constituye una actividad agrícola importante que contribuye a la economía local, a la seguridad alimentaria y al desarrollo rural. Sin embargo, es importante analizar los desafíos que implica su producción para asegurar la sostenibilidad de este cultivo a un largo plazo (López, 2017).

2.3.2 Importancia alimenticia

La zanahoria es rica en vitaminas y minerales. Su contenido en vitamina A es suficiente para la alimentación de los niños en los primeros años de vida y son elevados los contenidos en calcio hierro y fósforo.

2.3.3 La producción actual de la zanahoria

En la actualidad el principal país productor de esta raíz comestible es China ya que produce aproximadamente 7 millones de t al año seguido de países como Estados Unidos Rusia y Polonia. También cabe destacar la producción de zanahorias en España ya que produce 400.000 t de este alimento de forma anual (Botanical Online, s.f.; López, 2017).

En la actualidad se está intentando recuperar el cultivo de distintas variedades ya que esto supone también recuperar todo un abanico de

colores lo que resultaría de gran utilidad para realizar platos más llamativos. Desde su origen hasta la actualidad la zanahoria ha demostrado ser un alimento muy saludable para nuestro organismo y por ello debería estar presente en nuestra alimentación sobre todo durante su temporada ya que los alimentos de temporada nos aportan aquellos nutrientes que nuestro organismo necesita de forma específica en una determinada estación del año (Botanical Online, s.f.; López, 2017).

2.3.4 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 5. Clasificación taxonómica de Daucus carota L.

Categoría taxonómica	Clasificación
División	**Macrophyllophyta**
Subdivisión	**Magnoliophylina**
Clase	**Paeonopsida**
Orden	**Araliales**
Familia	**Apiaceae**
Género	***Daucus***
Especie	***Daucus carota* L.**

Nota. Información adaptada de AgroEs (s. f.).

La zanahoria es una planta bienal en el primer año desarrolla la raíz carnosa que es su órgano de consumo y en el segundo en condiciones de vernalización forma la inflorescencia. Su cultivo es anual.

Sistema radical

Presenta un sistema de raíces muy desarrollado y ramificado que puede

alcanzar una profundidad en el suelo de más de 1.5 m y algunas raíces pueden llegar hasta 2 m. De la raíz principal brotan raíces secundarias que también se extienden lateralmente en el suelo en unos 60 a 70 cm. El engrasamiento de la parte superior de la raíz principal da lugar a la raíz carnosa u órgano de consumo de esta especie donde se acumulan las sustancias nutritivas. En esta región se forman escasas raíces laterales muy delgadas y pequeñas.

El crecimiento de las raíces de las zanahorias se da en dos fases: la primera corresponde a la fase de activa división celular la cual origina un crecimiento en longitud y después está la segunda fase que es la de elongación celular la cual tiene una extensión en diámetro con una acumulación de hidratos de carbono y agua además de sustancias potencialmente tóxicas (Mayorga *et al*. 2014). La forma de la raíz en las distintas variedades puede ser muy diversas: cilíndricas cónicas Su superficie puede ser lisa aunque regularmente presenta rugosidades con pequeñas hendiduras denominadas lenticelas a través de las cuales se puede producir un intercambio gaseoso entre la raíz y el medio que la rodea (Botanical Online, s.f.). Guenkov (1969) señala que en los suelos ligeros las lenticelas están menos desarrolladas que en los pesados y en estos últimos la superficie de la raíz es más irregular y tosca por lo que es más recomendable para este cultivo seleccionar suelos con adecuadas condiciones de aireación y desechar los arcillosos.

Estructuralmente la raíz carnosa de la zanahoria está formada por: la corteza o floema el cilindro central o xilema y en el límite entre ambos está el cambium. En las diferentes variedades. ambos tejidos pueden presentar características muy distintas. lo cual constituye un elemento

para la diferenciación Generalmente la corteza o floema es más delicado tierno y con un mayor contenido de sustancias nutritivas mientras que el cilindro central o xilema es tosco áspero y menos rico en nutrientes. Las variedades más apreciadas son aquellas que tienen menos desarrollado la xilema.

Tallo

El tallo alcanza unos pocos milímetros de altura en el primer año de vida de la planta localizándose en la parte superior de la raíz carnosa. Después de vernalizado crece erecto pudiendo alcanzar una altura de 80-100 cm es velloso y muy ramificado.

En toda su etapa vegetativa el tallo pasa comprimido a la altura del suelo y eso hace invisible a los entrenudos del mismo. En los nudos se localizan las yemas quienes son las responsables del origen de la roseta de hojas. Al iniciar la etapa de reproducción los entrenudos comienzan a alargarse desarrollando la primera inflorescencia en el extremo de la punta de la hoja. En la planta de zanahoria se pueden encontrar varios tallos florales que alcanzan una altura de 60 cm hasta 200 cm (Marato *&* Baixauli, 2017).

Hojas

Son compuestas con los folíolos marcadamente hendidos y en algunos casos vellosas. De acuerdo con las distintas variedades los peciolos pueden ser más o menos largos y el coloide las hojas puede variar de verde claro a oscuro. La primera hoja de la zanahoria surge luego de que haya pasado 2 semanas de la germinación son pubescentes con 2 o 3

pinnatisectas y segmentos lobulados o pinnatífidos. El peciolo es largo y se encuentra expandido en toda la base (Marato & Baixauli, 2017).

Inflorescencia y flores

La inflorescencia de la zanahoria es una umbela compuesta; las flores tienen el ovario ínfero son blancas con 5 pétalos y 5 estambres además son hermafroditas. pero en ellas no se produce la autofecundación ya que los órganos sexuales no maduran a la vez. cuando los estambres están en condiciones para derramar el polen los estigmas no están aptos para recibirlo por tanto la polinización normal en esta especie es por cruzamiento y son las abejas quienes la llevan a cabo. La inflorescencia representa mucho a las umbelíferas y está conformada por una umbela de primer orden o central y de varias umbelas de pequeño orden y muy poca importancia con un patrón de floración muy complejo (Rangel *et al*. 2008). Las continuas ramificaciones del tallo originan umbelas de primer hasta séptimo orden siendo más pequeñas y llevando un lento desarrollo. En la umbela central primaria se pueden encontrar hasta 50 umbélulas y cada una de ellas puede tener hasta 50 flores (Alessandro, 2013).

Fruto

El fruto de la zanahoria es un esquizocarpio (2 o más carpelos unidos separándose al madurar).

Semilla

Las semillas son pequeñas convexas de un lado y planas del otro; presentan pequeñas espinas en la parte convexa y su color generalmente

es pardo claro. Debido a la capa dura que poseen su germinación se hace difícil y demorada. Las semillas son pequeñas y con dos caras asimétricas una plana y otra convexa provista en sus extremos de unos aguijones curvados: con una capacidad germinativa de tres años (Díaz, 2021; Maroto 2001 como se citó en Torres 2014).

Su fruto es un esquizocarpo que está compuesto por 2 aquenios unidos los cuales son las semillas el peso puede variar de 08 a 3 g por cada 1000 semillas.

Las semillas pueden conservar su poder germinativo por 3-4 años si son almacenadas en condiciones controladas siendo la temperatura más apropiada de 4-10 °C y un contenido máximo de humedad de la semilla de un 13% (Alessandro, 2013).

2.3.5 Exigencias ecológicas

Temperatura

La temperatura óptima para que ocurra la germinación está entre 18-25 °C la cual demora 10-12días en producir se; no obstante a temperaturas más bajas (4-5 °C) las semillas Comienzan a germinar pero es más lenta demorando de 20-30 días. Para el crecimiento de la raíz carnosa.

Se considera como la mejor temperatura de 20-22 °C y para el crecimiento de las hojas de 23-25 °C. Las altas temperaturas provocan que el crecimiento de las raíces carnosas sea muy lento o casi se paralice que estas sean ásperas con la superficie irregular y se afecte su sabor. La zanahoria es una planta que para florecer necesita bajas temperaturas por lo que la vernalización ocurre de forma satisfactoria a temperatura de 3-

5 °C como ya fue analizado.

Luz

Sobre la exigencia de la luz se ha determinado que es una planta de día largo; sin embargo la respuesta de algunas variedades es de diferente forma; variedades de algunos países con días largos y bajas temperaturas tienen el ciclo vegetativo más largo; por el contrario en las variedades procedentes de países con temperaturas más altas y días más cortos el ciclo de vida es corto por lo que en condiciones de vernalización y días largos un alto porcentaje de plantas forman tallos florales durante el primer año ya que normalmente es una planta bienal en cuanto a la floración. Es una planta exigente a la intensidad de luz lo que hay que tener presente en relación con la densidad de siembra. Si recibe auto sombreo se forman raíces carnosas más pequeñas con pobre contenido de sustancias nutritivas y de mal sabor. La luz insuficiente sobre todo después de germinada la semilla no es favorable porque se alarga el hipocótilo y produce un aumento en la parte de la raíz carnosa que se desarrolla por encima de la superficie del suelo lo que hace perder calidad al momento de la cosecha.

Humedad del suelo

La zanahoria es una planta que se adapta fácilmente a la falta de humedad del suelo debido a las características de su sistema radical y a la estructura xeromórfica de sus hojas. Sin embargo, sus exigencias en las diferentes fases de su desarrollo no son iguales.

Durante la fase de germinación de las semillas la capa superficial del

suelo debe estar medianamente húmeda ya que si se presenta una oscilación severa gran parte de las semillas no germina lo que afectará la densidad de población (Díaz, 2021).

Después de la germinación la fase de crecimiento inicial es muy lento además su sistema radical es débil por lo que se debe mantener una humedad adecuada; posteriormente cuando las plantas han crecido las exigencias de la planta son menores. Luego que se han formado las raíces carnosas no se deben mantener las plantas bajo oscilaciones de humedad del suelo ya que un gran porcentaje de raíces se agrietan. Cuando las plantas permanecen en suelos con exceso de humedad las raíces se afectan grandemente: disminuye la respiración por lo que se altera su desarrollo y hasta pueden morir además bajo estas condiciones son atacadas por enfermedades fungosas que le producen pudriciones y se pierde gran cantidad de estas.

Suelos

En el desarrollo del sistema radical ejerce una gran influencia el tipo de suelo en cuanto a sus características físicas aireación preparación del suelo contenido de nutrientes etcétera. Cuanto mejor sea la aireación del suelo y del subsuelo más fuerte se desarrollará el sistema de raíces. En los suelos con buena aireación las lenticelas se desarrollan en menor grado y en los suelos más pesados en mayor grado; esta característica determina la superficie lisa o rugosa de la raíz carnosa (Díaz, 2021). Se ha demostrado que un contenido menor del 6% de oxígeno en el suelo contribuye a la reducción del engrosamiento de las raíces carnosas y el color se hace más intenso. Por ello la zanahoria adquiere su mejor color

cuando se siembra en suelos ligeros.

En suelos arcillosos y de mala estructura se forman raíces carnosas deformadas se ramifican encorvan presentan grandes lenticelas y superficie rugosa por lo que estos suelos no son los más apropiados para su propagación además en la fase de germinación de las semillas en estos suelos se forma una costra gruesa que dificulta el proceso de la germinación.

Los suelos más adecuados para cultivar la zanahoria son los ligeros los arcillosos o arenosos de buena estructura y buena aireación. Esta planta se desarrolla adecuadamente en suelos con reacción neutra o ligeramente ácida. de pH de 6-7.5 (AgroEs, s.f.).

El cultivo de zanahoria es muy exigente con condiciones existentes en el terreno; para ello se necesitan todos los factores contribuyentes del suelo como el desarrollo la actividad y la productividad del sistema radical siendo todo esto la consecuencia de varios factores como la labranza del suelo lo que ayudaría a mejorar las condiciones de gas y humedad disminuir las plagas y enfermedades y reducir la vegetación no deseable del cultivo (León *et al*., 2013).

2.3.6 Fisiología

Las diferentes fases fenológicas. al igual que en otras especies de plantas van a estar determinadas por la variedad y la época de siembra. *Se consideran las siguientes:*

I. de la germinación al crecimiento inicial.

II. de crecimiento inicial a formación de la raíz carnosa.

III. de formación de la raíz carnosa a maduración botánica.

En cuanto al análisis del crecimiento mediante la acumulación de materia seca va a estar determinado por la variedad la edad de la planta y la época de siembra. La materia seca se incrementa desde el inicio de la formación de las hojas hasta la máxima área foliar comenzando a decrecer a finales del ciclo cuando ya las raíces carnosas se han desarrollado; esto se debe al traslado de los asimílalos desde las hojas hacia la raíz carnosa.

El contenido de materia seca en las raíces carnosas es pequeño al inicio de su formación, pero aumenta a medida que avanza el crecimiento de estas y logran alcanzar valores cada vez mayores a medida que se acerca a la maduración botánica. De no extraerse la raíz carnosa en esta fase se inicia un proceso de ablandamiento progresivo que hace que disminuyan en general sus valores nutritivos.

Es un cultivo que presenta gran sensibilidad al medio ambiente en el que se desarrolla en relación con su vegetación y desarrollo de la raíz. Después de la nascencia no tolera muy bien las altas temperaturas. Si se producen algunas mueren y las que no sufren un crecimiento anormal de la raíz.

Por otro lado, si cuando llegan temperaturas frías el cultivo tiene las raíces poco desarrolladas no llegarán a alcanzar el tamaño y la forma deseada para su venta. Este aspecto es decisivo a la hora de elegir las variedades que se van a cultivar conociendo muy bien las características climáticas que se dan en la zona. Además, las bajas temperaturas en

determinadas etapas del ciclo así como la sequía pueden inducir una subida a flor prematura (Universidad Agrícola, s. f.).

En condiciones normales la zanahoria desarrolla primeramente una roseta de hojas y almacena posteriormente sus reservas en la propia raíz hipertrofiándola. Según estudios las variedades más tardías son las que tienen una acumulación de azúcares mayor. Durante el segundo año el cultivo emite el tallo floral que se expansiona gracias a las reservas acumuladas en la raíz (Universidad Agrícola, s. f.).

Es una planta de día largo. En general se admite que las semillas más grandes son las que germinan mejor sobre todo en suelos compactos. Existen algunos cultivares más resistentes a subida a flor que otros. Según estudios con una temperatura de crecimiento de 21-27 ºC no se debe producir subida a flor de ninguna planta. Para temperaturas de 15-21 ºC el porcentaje es muy pequeño. Sin embargo si se someten a una temperatura de entre 4-10 ºC durante 15 días se produce subida a flor del 100% de las platas. La subida a flor prematura hace que la zanahoria pierda su interés comercial por completo ya que produce una lignificación de los tejidos radicular (AgroEs s. f.; (Universidad Agrícola, s. f.).

2.3.7 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

Según Arzola (1996) una cosecha de 40 t/ha de zanahoria extrae 125 kg/ha de N. 55 kg/ha de P2O5. 200 kg/ha de K2O y 150 kg/ha de CaO y las mayores cantidades de nutrientes son extraídos durante el periodo de

crecimiento intenso de la raíz carnosa.

Nitrógeno

El nitrógeno constituye un elemento fundamental para la formación del follaje. Cuando el suelo está bien abastecido de este nutriente las zanahorias muestran una buena resistencia al almacenaje. Cuando hay un deficiente suministro de nitrógeno a la planta esta es raquítica y las hojas son de un color verde pálido y las más viejas adquieren tonalidades amarillas y rojas y mueren.

Los excesos de este elemento provocan que las raíces no sean suficientemente dulces y no aptas para el almacenamiento además se agrietan y aumentan su susceptibilidad a las enfermedades fungosas (Díaz, 2021).

Fosforo

Con un suministro adecuado de fósforo se logran zanahorias de excelente calidad con elevado contenido de azúcares y mayor resistencia al almacenaje (Díaz, 2021). Por la deficiencia de este elemento el follaje adquiere un color rojizo muy característico fundamentalmente en las hojas más vieja.

Potasio

La presencia de este elemento en la planta de zanahoria aumenta los contenidos de azúcar y mejora la resistencia durante el almacenaje al igual que el fósforo. Su deficiencia provoca crecimiento exiguo y hojas curvadas hacia atrás quemadura marginal de los foliolos de las hojas

más viejas seguida de una coloración parda generalizada y colapso (Díaz, 2021).

Calcio

Para obtener zanahorias de buenas propiedades de conservación y de excelente cualidad gustativa debe recibir suficiente cantidad de fósforo y calcio. Cuando hay deficiencia de calcio los peciolos se colapsan y las hojas se secan además se puede producir una pudrición hueca en la raíz carnosa ya que las células situadas debajo de la epidermis son especialmente susceptibles al déficit de calcio en el suelo (Díaz, 2021).

Fertilización empleada

La adecuada fertilización es uno de los principales pilares para lograr acceder al potencial productivo de los cultivos. En el cultivo de zanahoria (*Daucus carota* subesp. *sativus*) cuando se utilizan híbridos en combinación con una fecha de siembra óptima y un programa de nutrición balanceado es factible obtener hasta 70 t por hectárea de zanahoria comercial. Sin embargo algunos autores han aseverado que el potencial productivo de la zanahoria puede ser superior a las 100 t por hectárea.

Uno de los factores que ha contribuido a que se tengan bajos rendimiento en el cultivo de la zanahoria es la creencia de que el cultivo no responde a la fertilización aunque en diversas investigaciones y publicaciones se ha dejado de manifiesto que el cultivo responde a una fertilización adecuada.

Para optimizar la nutrición de la zanahoria se deben tener tres premisas

fundamentales:

1) Análisis de suelo y agua

2) Conocer la demanda nutrimental del cultivo

3) Monitoreo nutrimental del cultivo.

La fertilización ayuda con los requerimientos de nutrientes que necesita la planta siempre y cuando no se exceda en su aplicación antes de la fertilización se efectúa un análisis de fertilidad de suelo en algún laboratorio para reconocer el número de macro y micronutrientes que existen en el suelo y dependiendo de los resultados se evalúa la cantidad de aplicación que necesita cada grupo de los nutrientes (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015).

Algunos agricultores utilizan varios fertilizantes con compuestos orgánicos como compost o estiércol de pollos para contribuir con nutrientes a las verduras ya que es más factible que un fertilizante inorgánico La zanahoria requiere de suelos muy fértiles para la extracción de nutrientes y proporcionarles un desarrollo uniforme a las plantas (Mbatha *et al*., 2014).

Se recomienda hacer dos aplicaciones de fertilizante una en siembra y la otra a los 25-35 d después empleándose en la primera de 074-15 t/ha de 8-7.5-12 y en la segunda de 006-02 t/ha de 335-0-0. todo lo cual posibilita a la planta de 95-135 kg/ha de N. 56-120 kg/ha de P2O5 y 90-187 kg/ha de K20 en dependencia del tipo de suelo (Arzola, 1996).

2.3.8 Variedades comerciales

Genética

La zanahoria presenta androesterilidad parcial debida probablemente a agentes modificadores actuando con 1-2 genes para producir la esterilidad. Se ha informado dos tipos de citoplasma induciendo esterilidad y que ya se explota comercialmente. Como ya fue señalado la zanahoria presenta protandria así como también vigor híbrido.

La zanahoria (*Daucus carota* L.) es una hortaliza importante para la economía de los pequeños productores especialmente en la sierra. Aunque no se especifican variedades comerciales de uso extendido su cultivo está distribuido en las provincias de Pichincha Cotopaxi Tungurahua Bolívar y Chimborazo.

Es un cultivo complementario para la economía campesina contribuyendo a los ingresos de pequeños productores y participando en el sistema productivo del país.

Hoy en día a parte del tradicional color naranja de la zanahoria con su pigmento betacaroteno existen diferentes variedades como: rojas púrpuras amarillas y blancas y otras con mezcla de colores y variedades con pigmentos de xantofilas las cuales están localizadas en las raíces de color amarillo (Kehr y Bórquez, 2010).

Variedades de zanahoria cultivadas en el Ecuador

Actualmente el cultivo de zanahoria se ha incrementado convirtiéndose en una hortaliza con grandes variedades a nivel nacional de hecho se

caracteriza por su color forma e incluso tamaño; desde esta perspectiva a continuación se exhiben los tipos de zanahoria que se cultiva en Ecuador desde esta perspectiva (Tinoco, 2020).

Tipo Chantenay las raíces son cortas y anchas de entre 5 y 6 cm de diámetro tipo cónica peso entre 200- 250 g y de color anaranjado fuerte. Es el más sembrado por los agricultores en muchas regiones porque soporta malos tratos durante el lavado y transporte. De estos tipos tenemos las variedades:

1. **Chantenay corazón rojo** con un ciclo de vida de 70-80 días excelente sabor y alta productividad.

2. **Real Chantenay** se diferencia del anterior por su color es mucho más brillante y soporta superficies pesadas o compactas ofrece alto rendimiento y buen color apta para producción nacional.

3. **Cumbre** que son cónicas lisas de buen color y muy productivas ideales para climas sudamericanos.

Tipo Nantes Es un híbrido cuya raíz es de 165 a 19 cm de longitud por 38 a 44 cm de diámetro. La forma de la raíz es cilíndrica al momento de su madurez su coloración es naranja oscuro y su follaje es muy vigoroso aproximadamente de 43 a 48 cm de alto. Se destaca en el mercado por tener un alto rendimiento muy uniforme se cosecha a los 90 a 100 días y es muy resistente a quebraduras.

Híbridos como Romance (muy temprana) y Elegance (intermedia) conocidos por su alta calidad y resistencia a enfermedades como la

Alternaria muy usados en producciónforman parte de este tipo.

- **Otras Híbridas:** Grifatón que se cultiva a gran altura en la sierra y produce raíces tipo Chantenay sin rajaduras y otras variedades adaptadas a diversos ciclos de cultivo a lo largo del año.

- **Variedades Nativas/Locales:** La Arracacha (Arracacia xanthorrhiza) conocida como zanahoria blanca andina es un tubérculo local valorado por sus propiedades nutricionales y consumido en los Andes ecuatorianos especialmente en la sierra central (Chimborazo Pichincha Tungurahua) (Tinoco, 2020).

2.4 Cultivo de la Remolacha (*Beta vulgaris* L.).



Figura 4.Cultivo de remolacha.

Fuente:
https://st5.depositphotos.com/94943926/83193/i/450/depositphotos_831936798-stock-photo-olorful- umbrella-street.jpg

2.4.1 Características

La remolacha (*Beta vulgaris* L.) (Foto 4) es una planta herbácea bienal de raíz engrosada que se cultiva principalmente como anual. Su sistema

radicular está compuesto por una raíz principal carnosa de forma globosa o cónica y su color varía desde el rojo intenso hasta el púrpura debido a la presencia de betalaínas. El tallo es erecto de un crecimiento rápido con unas hojas grandes pecioladas y de color verde brillante, aunque algunas variedades presentan nervaduras rojizas. Esta especie pertenece a la familia Chenopodiaceae y presenta una notable adaptabilidad a los diferentes climas templados aunque, se prefieren suelos francos con un buen drenaje y ligeramente alcalinos para la obtención de un desarrollo óptimo (Terranova, 2014).

El cultivo de la remolacha requiere de condiciones agroecológicas muy específicas para asegurar su educado desarrollo. Se recomienda sembrarla en altitudes de entre 1.500 y 2.800 m s.n.m. con temperaturas promedio entre 15 °C y 20 °C. La remolacha es sensible a las heladas pero tolera ciertas condiciones de sequía una vez establecida. La siembra se puede hacer de forma directa con una densidad que permita entre 20 y 30 cm entre plantas y 40 cm entre surcos. Su ciclo de crecimiento oscila entre los 90 y 120 días dependiendo de la variedad manejo y condiciones climáticas. Es fundamental realizar una buena preparación del suelo con una labranza profunda para permitir el desarrollo de la raíz y una adecuada incorporación de materia orgánica (Sopan 2019).

Durante el cultivo la remolacha necesita un manejo cuidadoso y esmerado en cuanto al riego, el control de las malezas y su fertilización. Se recomienda que el riego sea regular especialmente durante la etapa del engrosamiento de la raíz evitando el exceso de humedad, pues esta que puede provocar el surgimiento de enfermedades

fúngicas. La fertilización debe incluir el nitrógeno, fósforo y el potasio en proporciones que estén equilibradas según el análisis realizado al suelo. Por lo que, se recomienda un control manual o mecánico de las malezas y rotaciones con otros cultivos para así evitar el agotamiento del suelo. También es importante que se realice el monitoreo de plagas como pulgones y enfermedades como la cercospora que afectan las hojas y pueden disminuir el rendimiento si no se controlan a tiempo (Jiménez 2022).

Origen y evolución

La remolacha también llamada en algunos países betabel o betarraga se considera descendiente de la remolacha silvestre (*Beta marítima* L.) que se encuentra actualmente en las costas del Mediterráneo Asia Menor el sur de Suecia y Finlandia.

Las antiguas civilizaciones romanas egipcias indias etc. utilizaban sus hojas como alimento y la raíz carnosa como medicamento uso que aún se le da para combatir enfermedades bronquiales. Su introducción en la agricultura ocurrió aproximadamente después del siglo XV pero no es hasta los siglos XVIII y XIX en que se realizan los primeros trabajos de selección y se crearon valiosas variedades que se han conservado hasta la actualidad. El cultivo de la remolacha tiene lugar en casi todo el mundo, aunque se puede decir que en una escala más limitada que la zanahoria (EcuRed, 2017).

Importancia económica

La importancia económica de la remolacha en el Ecuador radica

principalmente en su gran valor como alimento para el ganado y en su producción creciente como fuente de forraje en zonas altas de la Sierra. Si bien el cultivo de la remolacha azucarera no está ampliamente desarrollado, la remolacha forrajera ofrece una alternativa para mejorar la alimentación de la producción bovina, ovina y de cuyes contribuyendo así al desarrollo de la economía local y a la seguridad alimentaria del sector ganadero.

En el caso de la remolacha forrajera esta puede suplir la falta de pastos mejorados en la Sierra donde se concentra la ganadería. Este cultivo posee un alto valor energético y nutricional, que la convierten en un alimento ideal para el ganado de las ovinos y los cuyes. Se puede decir además que su cultivo representa una buena oportunidad para los agricultores de la Sierra, a apartir de que pueden diversificar su producción y mejorar sus rendimientos económicos.

La producción de remolacha en el Ecuador ha aumentado considerablemente en los últimos años pasando de 3177 t/año en 2004 a 6103 t/año en 2011. Además, las zonas altas de la Sierra ecuatoriana presentan las condiciones climáticas adecuadas para su siembra lo que favorece el incremento de su producción.

La producción de remolacha en nuestro país se siembra en las zonas altas debido a sus condiciones climáticas favorables. En los últimos años la producción en el país ha ido incrementando así de 3.177 t/ año en el 2004 a 6.103 t/ año en el año 2006. De acuerdo con datos del Sigagro en el 2009 se cosecharon 614 hectáreas (ha) de remolacha. De esas 613 ha se ubicaron en la Sierra entre las provincias de Chimborazo Pichincha

Azuay Tungurahua Imbabura y Carchi. Ángel Samaniego responsable del área de desarrollo del cantón Chambo del Magap estima que ese monto llega a USD 5.50 el costo de un saco de Remolacha (MAG, 2022).

Importancia alimenticia

Su mayor importancia desde el punto de vista alimenticio se debe fundamentalmente a su contenido en hierro y fósforo siendo mucho menor en los restantes elementos tanto minerales como vitaminas.

2.4.2 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 6. Clasificación taxonómica de Beta vulgaris L.

Categoría taxonómica	Clasificación
División	**Macrophyllophyta**
Subdivisión	**Magnoliophytina**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Caryophyllales**
Familia	**Chenopodiaceae**
Género	***Beta***
Especie	***Beta vulgaris* L.**

Fuente: Información adaptada de AgroEs (s. f.-a).

La remolacha es una planta típicamente bienal que forma la raíz carnosa en el primer año y la inflorescencia en el segundo.

Sistema radical

Presenta un sistema radical desarrollado y muy ramificado. La raíz principal llega a profundizar hasta los 1.50-2 m las raíces secundarias se extienden lateralmente hasta los 60 cm. Dados sus características muestra cierta resistencia a la sequía.

En la parte superior de la raíz principal se forma la raíz carnosa. La estructura interna de esta raíz carnosa está formada por círculos concéntricos claros y oscuros; en los primeros está más desarrollado el xilema y por ello es menos tierno y en los segundos el floema. Debido a lo anterior las mejores variedades serán aquellas que tengan una mayor proporción de circuíos oscuros que claros. Se plantea que mientras menos se destaquen los círculos claros en la raíz carnosa serán más adecuadas para el consumo (Morales, 1998).

Hojas

Las hojas son simples y se agrupan formando una roseta. El limbo es triangular de color verde o morado con las nerviaciones generalmente moradas. El pedúnculo es alargado algo velloso en algunas variedades

Tallo

El tallo tiene un crecimiento limitado en el primer año. localizándose en el punto de intersección de la raíz carnosa y las hojas. El tallo floral crece después de vernalizada la raíz carnosa. Según Guenkov (1969) como se pueden presentar más yemas en la planta se pueden formar más de un tallo si la yema principal es destruida. El tallo floral ramificado puede alcanzar una altura de 080-1.20 m. Cada una de las ramificaciones terminan en una flor.

Flores

Las flores son hermafroditas. con 5 sépalos y 5 pétalos verdes con pigmentación rojiza. Se presenta también el fenómeno de la protandria o sea en este caso la antera madura antes que el estigma. La polinización es cruzada y el aire y los insectos trasladan el polen al estigma. El ovario es supero.

Semillas

En el proceso de fecundación se sueldan varias flores dando lugar a glomérulos. a los cuales generalmente se les llama semilla pero en la realidad cada glomérulo está integrado por 2 -4 semillas. Los glomérulos no tienen una forma definida y son de color pardo claro. El poder germinativo de la semilla se mantiene por 3-4 años si las mismas se conservan en un ambiente refrigerado (Morales, 1998).

2.4.3 Exigencias ecológicas

Temperatura

La germinación se produce óptimamente a temperaturas de 20-25 °C. Sin embargo, esta se inicia a 5-6 °C pero muy lentamente demorando de 20-22 días. El crecimiento de las raíces carnosas se desarrolla rápidamente cuando las plantas se encuentran entre 15 y 2 3 °C; mientras que las hojas se favorecen con temperaturas de 21-30 °C.

La remolacha de ensalada puede desarrollarse bajo considerables oscilaciones de temperatura por lo que también soporta temperaturas relativamente bajas. Es una especie que necesita el proceso de

vernalización encontrándose entre 5-8 °C la temperatura óptima para este proceso (Japon 1984).

Luz

La especie remolacha de ensalada es una planta que necesita para su crecimiento y desarrollo días largos además es muy exigente a la alta intensidad de la luz. Se ha demostrado que con luz deficiente los rendimientos se reducen y la calidad en la producción de la raíz carnosa disminuye.

Humedad del suelo

La remolacha es una especie algo exigente a la humedad del suelo por lo que se parece bastante a la zanahoria. Es más exigente durante la fase de germinación y en las primeras fases del crecimiento. Cuando ya ha formado el sistema radical la demanda de humedad disminuye. No obstante para una buena producción de raíces carnosas se debe mantener una humedad normal y constante en el suelo para que el crecimiento y desarrollo sea ininterrumpido.

El balance de humedad en el suelo no solamente determina las características biológicas de la planta, sino que influye además sobre los rendimientos y el peso promedio de las raíces carnosas por lo que cuando éstas alcanzan un tamaño y peso adecuado el riego puede suspenderse; se considera como humedad normal cuando el suelo presenta el 60-70% de la capacidad de campo. La remolacha no tolera exceso de humedad en el suelo.

Suelos

La remolacha puede sembrarse sobre diferentes suelos siempre que estos proporcionen un balance de nutrientes y de humedad adecuados. Los suelos más adecuados para la remolacha de ensalada son los profundos de buena textura y capacidad de absorción con subsuelo permeable y alto contenido de humus.

El crecimiento y desarrollo se realiza de forma adecuada cuando el pH del suelo es de 6-7. En suelos ácidos con un pH por debajo de 5 o alcalino por encima de 8 las plantas presentan diferentes trastornos fisiológicos los vástagos brotan lentamente y un gran porcentaje de ellas perecen (Japon, 1984; Cherlinka, 2024).

2.4.4 Fisiología

Es una planta bienal durante el primer año el tallo crece muy poco y en el segundo año después de la vernalización de este se desarrolla la yema terminal y da lugar a los tallos florales. Si por alguna causa la yema terminal se destruye los tallos florales se desarrollan de las yemas laterales. La producción de materia seca total por la planta estará en dependencia de la variedad la edad de la planta y la época de siembra. Al inicio del crecimiento la acumulación de materia seca es pequeña pero se incrementa con la edad hasta alcanzar su máximo en la maduración botánica. Aunque la fisiología de la remolacha de ensalada ha sido poco estudiada se han determinado las fases del desarrollo que son similares a la zanahoria.

Fases del desarrollo

I. De germinación a crecimiento inicial

II. de crecimiento inicial a formación de la raíz carnosa

III. de formación de la raíz carnosa a maduración botánica.

La remolacha experimenta el mismo proceso de degradación y pérdida de sus valores nutritivos cuando se cosecha después de alcanzar la madurez botánica. Remojar las semillas por 2 h y después secarlas se utiliza en algunos países; esto ha minimizado la pérdida de viabilidad de las semillas almacenadas.

2.4.5 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

El cultivo de remolacha es muy exigente y requiere de los siguientes nutrientes para tener un adecuado desarrollo para así contribuir a su crecimiento de la mejor manera teniendo en cuentas sus necesidades. La mayoría de los autores coinciden en que las exigencias de los nutrientes por parte de la remolacha son similares a las de la zanahoria. Se ha determinado que para la producción de una tonelada de producción extrae:27 kg de N 153 kg de P2O5 y 43 kg de K2O (Fertiberia, 2011).

Nitrógeno

Cantidades adecuadas de este elemento son fundamentales en la formación del follaje de la remolacha. La deficiencia de este elemento provoca en la planta: hojas pequeñas de color pálido generalmente amarillento con tintes rojizos comenzando los síntomas por las hojas más viejas. Cuando la deficiencia es aguda la cosecha se reduce considerablemente.

Fósforo

Cuando hay deficiencias de fósforo las plantas crecen raquíticas las hojas toman un color verde opaco a veces algo bronceadas y con manchas purpurinas.

Potasio

Un suministro adecuado de potasio contribuye al contenido de azúcares en la planta y aumenta los rendimientos. Insuficiencia de este elemento se manifiesta en quemaduras marginal e intervenal seguida de marchitamiento y colapso en las hojas más viejas.

Magnesio

Permite la adecuada fotosíntesis. La función más importante es en la formación de azúcares

Calcio

La deficiencia de este elemento presenta entre sus síntomas fundamentales la clorosis intervenal en las hojas más viejas (que se inicia en los ápices y bordes) seguida de necrosis (Fertiberia, 2011).

Fertilización empleada

Se recomienda emplear la misma que la zanahoria. Caicedo (2011 como se citó en Terranova & Alcívar, 2014) señala que las exigencias nutricionales de la remolacha son elevadas y la fertilización debe tener en cuenta el ciclo vegetativo largo. Este exige por un lado fuentes disponibles y asimilables rápidamente y por otro lado nutriente de

acción prolongada y persistente. recomienda aplicar 2 200 kg/ha de un estiércol bien curado y bien repartido por el campo en una capa regular la relación optima de N-P-K es de 1-08-12 esta relación no siempre se pude lograr pues depende del cultivo anterior de la calidad del abonado organice de la actividad del suelo y de su grado de profundad.

La fertilización del cultivo de la remolacha requiere de un enfoque sincronizado con las etapas de crecimiento de la planta. Se recomienda que justo después de la siembra se aplique un fertilizante equilibrado para promover unas raíces fuertes y contribuir al crecimiento temprano. A medida que avanza la primavera, se recomienda fertilizar la remolacha en su crecimiento con nitrógeno de cada 4 a 6 semanas para lograr así un desarrollo fortalecido de las hojas. Igual ocurre cuando llegue el verano, se debe fertilizar con fosforo para con ello facilitar el crecimiento de las raíces. En otoño reduzca la fertilización a una sola dosis para ayudar a las plantas a almacenar energía para los meses de invierno.

Para la remolacha en flor opte por fertilizantes ricos en fósforo y bajos en nitrógeno. Una fertilización excesiva en esta etapa puede provocar un exceso de follaje a expensas de la calidad de las raíces por lo que suele bastar con una sola aplicación al inicio de la floración (Cherlinka, 2024).

2.4.6 Variedades comerciales

Genética

La remolacha es diploide (2n = 18) y presenta androesterilidad citoplasmática. En el trabajo de mejoramiento genético se busca

fundamentalmente la ausencia de anillos en la raíz carnosa y altos rendimientos.

Se cultivan diversas variedades de remolacha (betabel o betarraga) para consumo fresco y para alimentación de ganado incluyendo variedades específicas como Detroit (redonda rojo oscuro) Crosby Egyptian (ovalada oscura) y Early Wonder (redonda rojo oscuro). También existen variedades como la Boro F1 (redonda sin anillos blancos) y la remolacha forrajera (cilíndrica roja).

Tabla 7. Variedades para consumo humano.

Variedad	Características
Detroit / Detroit Dark Red	Raíces de forma globosa, color rojo oscuro intenso, carne dulce y de buena textura.
Crosby Egyptian	Raíces ovaladas y anchas, carne oscura, dulce y firme.
Early Wonder	Raíces redondas de color rojo oscuro, hojas púrpuras, carne de excelente sabor y textura.
Boro F1	Variedad híbrida precoz de remolacha de mesa; raíces lisas, redondas, sin anillos blancos y de sabor dulce.
Cylindra	Forma alargada y cilíndrica, ideal para cortar en rodajas para ensaladas o encurtidos.

Fuente: Elaborado a partir de Universidad Agrícola (s. f.).

Variedades para forraje (ganado)

Remolacha forrajera: Esta variedad se cultiva para alimentar al ganado. Es rústica con raíces de color rojo y forma cilíndrica redondeada fácil de arrancar y almacenar (Cherlinka 2024).

2.5 El cultivo de Rabanito (Raphanus sativus L.)



Figura 5. Cultivo de rabanito.

2.5.1 Características

El rábano (Foto 5) es una hortaliza de raíz engrosada perteneciente a la familia Brassicaceae. Se caracteriza por su crecimiento rápido sabor picante y textura crujiente. Morfológicamente presenta una raíz comestible generalmente redonda o alargada con colores que van del blanco al rojo intenso, aunque también existen variedades negras o moradas. Su parte aérea está formada por hojas de color verde intenso dispuestas en roseta basal (Malpartida & Roque 2024).

La especie *Raphanus sativus* L. es rica en agua fibra y vitamina C y posee propiedades digestivas y diuréticas. Su adaptabilidad a diversas condiciones agroclimáticas y su corto ciclo de cultivo la convierten en una opción popular entre pequeños y medianos productores (Chugchilán & Quishpe 2024). El rábano se cultiva comúnmente en climas templados y frescos con temperaturas óptimas entre 15 y 25 °C. Prefiere suelos sueltos bien drenados y con buena fertilidad especialmente aquellos con pH entre 5.5 y 6.8. Su ciclo de cultivo es muy corto: entre 25 y 40 días desde la siembra hasta la cosecha lo que permite obtener múltiples

cosechas al año (Chugchilán & Quishpe 2024).

La siembra se realiza directamente en campo mediante semilla en surcos distanciados a unos 20- 30 cm. Es importante realizar un raleo una vez emergen las plántulas para asegurar un adecuado desarrollo radicular. En algunos casos se utiliza fertilización orgánica (compost humus) o bioestimulantes naturales para mejorar el crecimiento y la calidad del producto (Guamán, 2024). Los cuidados en el cultivo del rábano son relativamente fáciles de manejar aunque requiere algunos cuidados esenciales para garantizar un buen desarrollo. El riego debe ser constante pero moderado evitando encharcamientos que puedan provocar enfermedades o pudrición de la raíz. De igual forma, el control de las malezas también es fundamental, por lo que se recomienda sea fundamentalmente durante las primeras semanas.

De igual forma, la protección contra las plagas como la mosca de la col y las enfermedades fúngicas como el mildiu o las podredumbres, se recomienda realizar varias prácticas agroecológicas o en su defecto aplicar algunos productos biológicos o de control integrado. Además se recomienda, realizar la rotación de los cultivos para evitar el agotamiento del suelo y la acumulación de determinados patógenos (Guamán, 2024; Malpartida y Roque ,2024).

Origen y evolución

El rabanito es un cultivo de crecimiento rápido y todo el año lo que lo convierte en un cultivo de rotación valioso para los agricultores mejorando la salud del suelo y ayudando a controlar enfermedades. Se considera originario del Asia Central y se cultiva desde hace alrededor

de 3 000 años. Se desconoce exactamente cuándo fue introducido en América Se cultiva prácticamente en todos los países del mundo. Durante el primer milenio a.C. griegos y romanos convirtieron al rábano en un alimento muy apreciado extendiendo su consumo por toda Europa gracias a las provincias conquistadas por estos últimos. Los orígenes del rábano se remontan a más de 2000 años a.C. periodo en el cual las primeras civilizaciones de Babilonia y Egipto ya incorporaban este cultivo en su dieta siendo especialmente apreciado por sus características alimenticias. Aunque no existen registros históricos precisos se sugiere que su consumo fue adoptado en China alrededor del año 400 a. C.

Durante las civilizaciones griega y romana el rábano fue considerado un manjar y fueron los romanos quienes impulsaron su difusión y cultivo en gran parte de Europa. En la actualidad el rábano es ampliamente valorado a nivel mundial debido a sus propiedades nutricionales y medicinales las cuales contribuyen a su importancia dentro de la alimentación humana (Caruajulca 2020 como se citó en Guamán 2024; FYG 2013).

Importancia económica

Producción en Ecuador

El cultivo del rábano en el Ecuador se da desde la llegada de los españoles a mediados del siglo XX este se lo ha venido cultivando ya que contiene altos contenidos nutricionales. Según (Mosquera 2018) se han establecido aproximadamente 14.455 hectáreas cultivadas de rábano en las siguientes provincias Imbabura (2763 ha) Tungurahua (2542 ha)

Cotopaxi (2341 ha) Chimborazo (2197 ha) Loja (1585 ha) Carchi (1242 ha) Bolívar (954 ha) y Pichincha (831 ha).

Como esta hortaliza es de ciclo rápido, es ideal para la rotación de cultivos y para generar los ingresos en los pequeños espacios en determinadas zonas del Ecuador, especialmente en las provincias de Imbabura Tungurahua Cotopaxi y Chimborazo. De igual forma, su valor también reside en que sus propiedades nutricionales son ricas en alto contenido de vitaminas C y los folatos y además, su cultivo local sirve para el consumo en las ensaladas y otros platillos tradicionales.

Además, por su facilidad de cultivo en aquellos espacios que son reducidos y por su rápido crecimiento constituye una excelente opción para producirla en nuestros huertos familiares y para generar otros ingresos extras que sirven para fomentar la autosuficiencia alimentaria ecuatoriana. El cultivo de rabanito es muy importante en el Ecuador, se cuenta con una extensión significativa de aproximadamente 14455 hectáreas principalmente en las provincias andinas de Imbabura Tungurahua Cotopaxi y el Chimborazo.

Mercado y Usos: El rábano se destina principalmente al consumo interno, donde es muy utilizado en las ensaladas y además forma parte de nuestra gastronomía tradicional ecuatoriana. También se ha ampliado notablemente su presencia en el mercado mediante determinados productos procesados con un valor agregado (Lobato & Vega, 2023). Esta diversificación ha beneficiado económicamente tanto a los pequeños productores como a la industria alimentaria local.

Importancia alimenticia

Los mayores contenidos de nutrientes en el rabanito son: calcio fósforo y vitamina C también es rico en aceites esenciales los cuales estimulan la secreción de las glándulas digestivas y contribuyen al mejoramiento del apetito.

Valor Nutricional y Alimenticio

- **Rico en vitaminas y minerales:** El rabanito es una fuente importante de vitamina C y folatos así como de potasio calcio y otros minerales que contribuyen a la salud.
- **Bajo en calorías:** u alto contenido de agua y bajo aporte calórico lo hace ideal para dietas de control de peso.
- **Antioxidante:** Contiene antioxidantes y compuestos sulfurados que pueden ayudar a prevenir enfermedades cardiovasculares y degenerativas.

Tabla 8. Beneficios del rábano para la salud.

Efecto / Propiedad	Descripción
Diurético y depurativo	Por su alto contenido en agua y potasio, ayuda a prevenir y eliminar cálculos y depura la sangre, las mucosas gástrica e intestinal, eliminando ácido úrico, urea y colesterol.
Reducción de la tensión arterial	Favorece la eliminación de líquidos y sustancias mediante la orina.
Beneficios digestivos	Estimula el apetito, la producción de jugos gástricos y los movimientos intestinales.
Salud intestinal	Influye positivamente en la flora intestinal, previene infecciones como la diarrea y regula el tránsito

	intestinal; su fibra ejerce un suave efecto laxante que alivia el estreñimiento crónico.
Efecto relajante y antiinflamatorio	Puede utilizarse como calmante en problemas articulares y como facilitador del sueño.
Uso tópico	Aplicado directamente sobre la piel, ayuda a curar lesiones como eccemas y quemaduras.

Fuente: Adaptado de FYG (2013).

2.5.2 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 9. Clasificación taxonómica de Raphanus sativus L.

Categoría taxonómica	Clasificación
División	**Macrophyllophyta**
Subdivisión	**Magnoliophytina**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Capparales**
Familia	**Brassicaceae**
Género	***Raphanus***
Especie	***Raphanus sativus* L.**

Fuente: Información tomada de Ulloa (2016 como se citó en Lobato & Vega 2023).

El rabanito es de ciclo anual y puede emitir hasta el tallo floral aunque comúnmente se considera su ciclo vegetativo hasta la completa formación de la raíz carnosa que ocurre a los 25-30 días de germinada la semilla.

Sistema radical

Presenta un sistema radical poco desarrollado que consta de raíz

principal y finas raicillas laterales. El grueso de este se encuentra situado en una capa de suelo de 20-25 cm. El engrosamiento que caracteriza el órgano de consumo del rabanito, aunque generalmente se le llama raíz carnosa proviene básicamente del hipocótilo y por ello esta es una transformación del tallo y no de la raíz. Su estructura interna se caracteriza por lo siguiente: una corteza muy fina de 2-3 mm de grosor integrada por floema y la masa de color blanquecino constituida por xilema. El color de la superficie de la corteza puede ser: blanco rosado rojo amarillo en dependencia de las distintas variedades.

Hojas

Son compuestas imparipinnadas con bordes generalmente dentados vellosas y de un color verde intenso en la mayoría de las variedades.

Tallo floral

Puede alcanzar más de 1 m de altura; es cilíndrico y velloso aunque también los hay lisos de color verde y muy ramificado. No requiere de condiciones de vernalización para formarse.

Inflorescencia y flores

La inflorescencia es racimosa. Las flores son hermafroditas con los pétalos blancos rosados violáceos según la variedad. La polinización es cruzada y la llevan a cabo las abejas.

Fruto y semillas

El fruto es una silicua indehiscente rellena en su interior de tejido parenquimatoso en el cual se sitúan las semillas estas no son tan

pequeñas como las de la col de repollo de forma indefinida superficie lisa y color de pardo claro a rojizo (AgroEs s. f.-b).

2.5.3 Exigencias ecológicas

Temperatura

El rabanito en sus diferentes fases del crecimiento y desarrollo responde a la interacción de la temperatura y la intensidad de la luz. La germinación es óptima a 25 “C; sin embargo esta se produce lentamente a 2-3 °C. Para el crecimiento y formación de la raíz carnosa es aproximadamente de 16-17 °C; no obstante esto depende de la intensidad de la luz. Si la iluminación es escasa la temperatura más favorable es alrededor de 12-13 °C. Cuando existe poca iluminación y con alta temperatura se prolonga el hipocótilo y las raíces carnosas se forman alargadas y deformadas. A temperatura menor de 10 °C se produce la vernalización; no obstante, las plantas de rabanito se pueden vernalizar a temperaturas más altas.

Luz

El rabanito es muy exigente al balance de luz. Son plantas de día largo pero si se siembran en la primavera la etapa de floración ocurre rápidamente y un alto porcentaje de las plantas forman el tallo floral precozmente. Los días muy cortos no son propicios para el desarrollo de las plantas por esta causa en este periodo las raíces carnosas pierden consistencia aunque más lentamente comparado con la época de primavera.

Cuando las plantas de rabanito están afectadas por escasez de luz el

follaje crece grandemente y se alarga demasiado así como el hipocótilo se prolonga en exceso y en su parte superior se forma raíces carnosas pequeñas alargadas y puntiagudas. Este fenómeno se observa en siembras densas o la presencia de malezas junto a la planta.

Humedad del suelo

El rabanito es muy exigente a la humedad del suelo por lo que debe mantenerse con una buena humedad si ésta es deficiente se afecta la calidad de las raíces carnosas las que se tornan duras y pierden consistencia. Si se presenta oscilaciones de humedad del suelo las raíces carnosas se hienden marcadamente; por ello durante la fase de formación de las raíces carnosas. no debe permitirse oscilaciones en la humedad.

Suelos

El rabanito requiere suelos de buena textura y de buena retención de humedad aunque pueden cultivarse en suelos ligeros arenosos y areno-arcillosos. Estos suelos son mejores porque facilitan el lavado de las raíces carnosas en la cosecha. Los suelos arcillosos no son favorables, pero cuando son ricos en caliza las raíces carnosas toman un sabor más picante. Toleran la reacción del suelo ligeramente ácida a neutra (pH de 6-7) (SCRIBD 2017).

2.5.4 Fisiología

El crecimiento y desarrollo no se comporta de igual forma ya que influyen varios factores: la variedad la edad de la planta y la época de siembra. Una característica a tener en cuenta es la influencia del

fotoperiodo que afectará de distinta manera según la variedad. Así existen variedades de día largo y variedades de día corto. La utilización incorrecta de las variedades en relación con la longitud del día provocará que no se obtengan raíces que tengan interés para el mercado. Este cultivo puede desarrollarse en temperaturas relativamente bajas ya que requiere un clima fresco y húmedo. Aun así la mayoría de las variedades son sensibles a heladas. Cuando se cultivan en tiempos calurosos el rábano adquiere un sabor picante que los deprecia en algunos mercados (AgroEs s. f.-b).

2.5.5 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

El rabanito es muy exigente a un adecuado balance nutricional del suelo debido fundamentalmente a su rápido ritmo de crecimiento y el poco desarrollo de su sistema radical. Los requerimientos del cultivo deben hacerse en base a los resultados del análisis químico de suelo. El ciclo del cultivo es corto de 25 a 35 días es por esto que necesitan de elementos nutritivos fácilmente asimilables desde la siembra. Por lo que resulta práctico aplicar los fertilizantes en las últimas labores de preparación de las camas de siembra. El rábano es muy sensible a la deficiencia de N-P-K y de boro. La fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis químico de suelo. Los requerimientos nutricionales del cultivo de rábano en kgha-1 son: N= 80 kgha-1; P= 120 kgha- 1; K= 80 kgha-1. Debido a que el ciclo del cultivo es bastante corto estos cultivos necesitan de elementos nutritivos fácilmente asimilables desde la siembra (SCRIBD 2017).

Nitrógeno

El nitrógeno es fundamental para el desarrollo del follaje y de la "raíz carnosa". Cuando hay deficiencia de dicho elemento el crecimiento es más lento las hojas son de un color verde más claro y la raíz carnosa es menos tierna.

Fósforo

Por deficiencia de este elemento se produce enanismo hojas de color verde oscuro y sin brillo con pigmentación morada pálida en los limbos y peciolos. Las hojas más viejas presentan quemaduras marginales y se marchitan tempranamente.

Potasio

La deficiencia de potasio se manifiesta por hojas con los bordes curvados hacia abajo y quemados.

Magnesio

Puede presentarse con frecuencia la deficiencia de este elemento caracterizada por intensa clorosis intervenal de las hojas más viejas (Torres 2023a).

Fertilización empleada

Para fertilizar rábanos usa compost antes de sembrar y evita exceso de nitrógeno; si necesitas más aplica abonos orgánicos (humus) con moderación preferiblemente mezclándolos en la superficie unos días después de la siembra (a los 9-10 días) y luego cada 3-4 semanas

siempre regando bien y buscando mejorar la raíz sin promover solo el follaje.

Se recomienda hacer una sola aplicación en siembra a razón de 0.59-089 t/ha de la fórmula completa 8-7. 5-12 que suministrará a la planta de 72-90 kg/ha de N 45-47 kg/ha de P2O5 y 72- 107 kg/ha de K2O. teniendo en cuenta los diferentes tipos de suelos en que se siembre (DripWorks s. f.).

2.5.6 Variedades comerciales

El rabanito es diploide (2 n - 18). Puede cruzarse con gran facilidad con el rábano, así como también con el rábano silvestre (*Raphanus raphanistruin* L.). A nivel mundial no se desarrolla un amplio trabajo de mejoramiento genético en esta especie.

Entre las variedades que se cultivan en el país las más comunes y recomendadas son: Crimson Giant Cherry Belle Rojo Blanco Negro Daycon y Japonés entre otros. Estas variedades se adaptan bien a diferentes condiciones climáticas y preferencias de sabor desde el sabor ligeramente picante del Crimson Giant hasta la textura más suave de otras variedades. También se ha desarrollado últimamente la tendencia al consumo de platos gourmet para ello se desplegado el cultivar de la especie Cherry Belle.

A continuación, se detallan algunas de las variedades más populares y sus características. Aclarando que la elección de la variedad dependerá de las preferencias del productor y las condiciones climáticas de la zona de cultivo.

Tabla 10. Variedades de rábano y sus características.

Variedad	Características
Crimson Giant	Raíces grandes y rojas, pulpa tierna y sabor ligeramente picante.
Cherry Belle	Raíces redondas y rojas, sabor suave y textura crujiente.
Rojo	Raíces rojas, textura crujiente y sabor ligeramente picante.
Blanco	Raíces blancas, sabor suave y textura crujiente.
Negro	Raíces negras, sabor más picante y textura más firme.
Daycon	Variedad recomendada para zonas montañosas, buen tamaño y sabor.
Japonés	Variedad recomendada para zonas montañosas, buena adaptación a diferentes climas.
Otras (punta blanca, redondas escarlatas)	También populares en el cultivo de rábanos en Ecuador.

Fuente: Adaptado de Nasevilla (2010).

2.6 Cultivo de cebolla *(Allium cepa* L.*)*



Figura 6. Cultivo de cebolla.

2.6.1 Características

La cebolla (*Allium cepa* L.) (Foto 6) es una planta herbácea bienal perteneciente a la familia *Amaryllidaceae* cultivada generalmente como

anual para la producción de su bulbo. El órgano comestible corresponde a un bulbo tunicado formado por la acumulación de reservas en las bases engrosadas de las hojas. Presenta un sistema radicular superficial y poco profundo lo que la hace sensible a deficiencias hídricas y a problemas de drenaje. Las hojas son cilíndricas huecas y de color verde azulado. La formación del bulbo está fuertemente influenciada por el fotoperíodo la temperatura y la variedad factores determinantes para el rendimiento y la calidad del cultivo (Araya *et al.* 2012).

El cultivo de cebolla se establece principalmente mediante siembra indirecta utilizando almácigos o semilleros desde los cuales las plántulas son trasplantadas al campo definitivo cuando alcanzan un adecuado desarrollo vegetativo. El ciclo del cultivo varía entre 120 y 150 días dependiendo de la variedad el fotoperíodo y las condiciones agroclimáticas. El suelo ideal debe ser franco a franco- arenoso suelto profundo y bien drenado con un pH entre 60 y 75 condiciones que favorecen el desarrollo del sistema radicular y la formación uniforme del bulbo. La preparación del terreno debe ser fina libre de terrones y residuos con el fin de evitar deformaciones del bulbo y facilitar su crecimiento (Araya *et al.* 2012).

Los cuidados de la cebolla requieren de un riego frecuente y controlado debido a que el cultivo no necesita un gran aporte hídrico siendo menor incluso cuando ya han formado el bulbo. Hay que tener especial cuidado en no pasarnos con el agua ya que es una planta con tendencia a que se pudran los bulbos cuando la humedad es excesiva por lo que antes de cosecharlas se recomienda no regar el cultivo durante unas semanas para evitar este inconveniente. El control de las malezas debe realizarse desde

sus etapas tempranas ya que la cebolla presenta una baja capacidad de competencia. La fertilización debe estar balanceada y basada en un análisis del suelo con especial atención a el nitrógeno, fósforo y el potasio. Asimismo, se recomienda la rotación de los cultivos para así disminuir la afectación de las plagas y enfermedades y aplicar siempre el monitoreo fitosanitario para con ello prevenir los daños causados por algunos trips y enfermedades que son de origen fúngico, con este actuar se asegura que tenga lugar un adecuado rendimiento y calidad del bulbo (Probelte 2020).

Origen y evolución

La cebolla se considera originaria de Asia Boissier en 1882. planteó que era una planta originaria del norte de Irán y en 1885. Candolle reportó que la cebolla fue colectada en diferentes localidades del Occidente Asiático y que posteriormente se extendió a Palestina y la India.

En la actualidad se manifiestan dudas que el *Allium cepa* exista como una planta silvestre. La mayoría de los botánicos le confieren su origen a un área que abarca Irán. Paquistán y Afganistán. Hay muchos documentos los cuales informan que la cebolla es uno de los cultivos más antiguos que se conoce. En el Egipto. 3 200 años antes de nuestra era. se utilizaba en el arte la medicina y la momificación; en la India se le asignaban propiedades diuréticas digestivas y antirreumáticas; los caldeos hacían uso de ella en sus ritos mágicos.

Introducida en Europa los primeros tratadistas de agricultura hacen mención de ella entre los cuales se pueden citar a Colomela en el siglo I. Abuzacaria en el siglo XVII y Gabriel Alonso de Herrera en el siglo

XVI A América fue traída después de su descubrimiento y en Cuba se cultiva desde los primeros años de la colonia aunque los datos más precisos al respecto aparecen en 1831 en algunos tratados económicos de la época cultivándose hasta nuestros días. La cebolla se cultiva prácticamente en todo el mundo estando entre los mayores productores China India, EEUU, Rusia, Japón, España y Brasil (Araya 2012).

Importancia económica

La cebolla constituye un cultivo fundamental para la seguridad alimentaria del Ecuador, ya que abastece tanto el consumo interno y en menor medida aporta a la exportación. Su producción ha generado empleo en varias zonas rurales y ha contribuido desde hace tiempo al desarrollo económico local. Además, al tratarse de un producto con una elevada demanda a nivel mundial, se ha convertido en un rubro importante dentro del comercio exterior. De igual forma, la comercialización de la cebolla proporciona notables ingresos a los agricultores, especialmente en las regiones productoras. Sin embargo, su cultivo requiere de grandes inversiones, las que incluyen elevados costos de producción, renta y depreciación. Tal es así que en la provincia de Chimborazo, el costo promedio de producción de la cebolla blanca en 1000 m^2 se estima aproxidamente en $733.

Entre sus principales desafíos podemos encontrar:

- Las fluctuaciones de su precio: en determinadas épocas del año los precios de la cebolla varian, lo que trae como consecuencia que se afecten así los ingresos de los productores.

- Condiciones climáticas: su producción en ocasiones, se ha visto notablemente afectada por fenómenos climáticos como El Niño.

- Competencia: existe una elevada competencia entre los productos nacionales y los importados, lo que afecta notablemente a los productores.

Por consiguiente, la cebolla es un cultivo de una notable importancia económica en el Ecuador, a partir de que contribuye a la seguridad alimentaria, ha generado nuevas fuentes de empleo y de divisas. No obstante, aun los productores enfrentan grandes desafíos como las fluctuaciones de precios y la competencia, lo que ha hecho necesario que se implementen nuevas estrategias que contribuyan a asegurar la sostenibilidad de tan importante cultivo.

La producción y sobre todo la comercialización de cebolla ha enfrentado ciclos que generan para el agricultor en algunos casos ganancias con respecto a los costos en los que se incurre pero también periodos en los que las pérdidas generan crisis económicas para quienes invierten en la producción de esta hortaliza. El ingreso de cebolla de países vecinos como Perú genera para el productor ecuatoriano desventajas competitivas ya que la hortaliza ingresa a precios bajos lo que conlleva a que se comercialice en el país y desplace al producto ecuatoriano pues el consumidor dirige su gasto principalmente en función de los precios.

La producción de cebolla es considerada como actividad económica principal en diferentes sectores del Ecuador tal es el caso del cantón Zapotillo perteneciente a la provincia de Loja el cual se encuentra en la región sur del país frontera con Perú; agrupando alrededor de 500

productores dedicados a esta actividad. La producción de esta hortaliza genera recursos económicos para quienes invierten en esta actividad pero de igual forma genera fuentes de trabajo tanto directo como indirecto (López 2017a).

Importancia alimenticia

La cebolla es un cultivo importante en Ecuador, a partir de que contribuye a la seguridad alimentaria y constituye una elevada fuente de ingresos para los productores. Tal es así, que las provincias de Chimborazo, Tungurahua, Manabí y Santa Elena, constituyen las principales zonas de producción donde se cultivan diversas variedades, entre las que se incluye a la cebolla colorada. Además, la producción de cebolla en el Ecuador se estima entre los 30000 y 50000 t métricas con un valor agregado del 0.19% al VAB Agropecuario real.

La importancia de la cebolla como alimento se debe a sus cualidades nutritivas y gustativas ya que contribuye al mejoramiento del sabor de las comidas acelera la secreción de las glándulas del sistema digestivo y sobre todo facilita la secreción del ácido clorhídrico ayuda a la más completa digestión y absorción de los alimentos digeridos (Guenkov 1969).

Guenkov (1969) clasifica las variedades de cebolla en picantes semipicantes y dulces de acuerdo a su contenido de solidos totales: las primeras con más de un 15%. las segundas entre 12 y 14% y las terceras entre 6 y 12%. y precisamente ese sabor picante se lo debe a un aceite esencial cuyo componente fundamental es el azufre.

2.6.2 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 11. Clasificación taxonómica de Allium cepa L.

Categoría taxonómica	Clasificación
División	**Magnoliophyta**
Subdivisión	**Magnoliophylina**
Clase	**Liliopsida**
Orden	**Asparagales**
Familia	**Amaryllidaceae**
Género	***Allium***
Especie	***Allium cepa* L.**

Fuente: Información tomada de SCRIBD 2023.

La cebolla es una planta perenne no típica con etapas de desarrollo bienal.

Sistema radical

La cebolla posee un limitado sistema radical y como consecuencia de ello una pobre capacidad de absorción. Sus primeras raíces brotan durante el periodo de germinación de la semilla. las cuales mueren gradualmente y a su vez se van formando otras nuevas que alcanzan su máximo desarrollo en la etapa de madurez posteriormente y durante el periodo de formación del bulbo estas mueren gradualmente y no se emiten nuevas raíces.

Las raíces adventicias de la cebolla se desarrollan a partir del tallo verdadero y en la mayoría de los casos no alcanzan una profundidad mayor de 40 cm. En una planta de cebolla se pueden llegar a formar de

60-70 raíces fusiformes con un ritmo de crecimiento de 1 cm cada 24 horas.

Tallo

El tallo verdadero de la cebolla se encuentra situado en la base del bulbo de él brotan las yemas las hojas y las raíces. Durante el primer año de vida de la planta el tallo alcanza una altura de 05- 15 cm y un diámetro de 15-2 cm. Si las yemas son vernalizadas en el segundo año crecen los tallos florales los cuales son tubulares y huecos y pueden alcanzar una altura hasta de 90 cm (SCRIBD 2023).

Hojas

Las hojas de la cebolla constan de dos partes: el limbo y la vaina. El limbo es tubular ensanchado en su parte central y aguzado en el ápice y la vaina es la parte basal cilíndrica que se sitúan una dentro de otra según vayan brotando nuevas hojas este conjunto da lugar en la parte superior al falso tallo y en la inferior al bulbo. El falso tallo se mantiene erecto y consistente durante la fase de crecimiento vegetativo de la planta pero cuando se acerca el momento de la cosecha se ablanda y dobla por la zona del cuello.

En una planta de cebolla que crece en condiciones óptimas se llegan a formar de 15-16 hojas según Guenkov (1969); no obstante investigaciones realizadas han reflejado una influencia marcada de la variedad y el periodo de siembra.

Bulbos

Cuando las condiciones del medio favorecen el inicio de formación del bulbo en la cebolla ocurren una serie de cambios: el más significativo es el engrosamiento de las vainas de las hojas y el almacenamiento en ellas de las sustancias nutritivas. Este engrosamiento da lugar al bulbo el cual está formado por: túnicas escamas transitorias escamas carnosas. yemas y tallo verdadero. Las escamas carnosas pueden ser abiertas y cerradas-las abiertas son las más exteriores y terminan en limbo y las cerradas son las más interiores no forman limbo y rodean a la yema apical. Cuando avanza el desarrollo del bulbo las escamas más exteriores se van secando y se convierten en túnicas (totalmente secas) y escamas transitorias (parcialmente secas).

La coloración de las túnicas está en dependencia de la-variedad siendo las más usuales; blanca amarilla y morada, aunque algunos autores indican que está asociada con el clima y la riqueza nutritiva del suelo. Además de la yerna apical en el bulbo se pueden formar yemas laterales las cuales quedan en estado de reposo o se desarrollan dando lugar a bulbos deformados o divididos. Guenkov (1969) plantea que las yemas laterales se forman después de la sexta hoja y en la medida que este hecho ocurra más temprano más rápido crecerán y habrá mayores posibilidades de que los bulbos se deformen o dividan significando además que en los bulbos mayores de una misma variedad generalmente se forman un mayor número de yemas.

Los bulbos de cebolla pueden ser: formados deformados y divididos. Los formados son aquellos que no presentan protuberancias y son simétricos los deformados por lo general presentan protuberancias y en ocasiones se observa en su parte superior más de un falso tallo lo que

indica la presencia en el interior del bulbo de más de una yema y los divididos se identifican por sí mismos porque son más de dos bulbos unidos por el tallo verdadero.

La deformación y división de los bulbos son una consecuencia del crecimiento parcial o total de las yemas laterales lo cual va unido íntimamente a las características de la variedad y puede estar favorecido además por las condiciones ambientales y la fecha de siembra empleada

Inflorescencia y flores

La inflorescencia de la cebolla está considerada corno una umbela simple. Sobre cada tallo floral se pueden formar de 200 a 1 000 llores las cuales son de color blanco pardas y presentan las características siguientes la corola con 6 pétalos el cáliz con 6 sépalos el androceo con 6 estambres ovario supero y trilocular. se encuentran 2 óvulos en cada lóculo.

Fruto

El fruto de la cebolla es una cajeta trilobular. en la cual se pueden formar hasta 6 semillas las cuales según avanzan en su proceso de maduración pasan de un color blancuzco a pardo claro y finalmente cuando rompen los lóbulos su color es negro. Este proceso de maduración se realiza durante un periodo relativamente largo.

Semilla

La semilla de la cebolla es pequeña presenta por lo general 2 caras planas y una rugosa. El peso de 1 000 semillas es aproximadamente de

2.8 a 3.7 g. La polinización es cruzada la abeja es el elemento fundamental en su realización (AgroEs s. f.-c).

2.6.3 Exigencias ecológicas

Temperatura

Es una planta que se adapta bien al frío sus procesos morfofisiológicos durante el crecimiento y desarrollo se producen óptimamente entre 10-25 °C. La germinación de la semilla es óptima entre I8-25 °C. pero también se ha encontrado que se produce a bajas temperaturas de 2-5 °C; la formación de las raíces ocurre perfectamente de 6-10 °C. el crecimiento de las hojas es óptimo entre 23-25 °C. y el mayor número de hojas en las diferentes variedades se obtiene a 25 °C y menor a elevadas temperaturas.

El inicio y formación del bulbo esta influenciado por las temperaturas a que se encuentre sometida la planta Las investigaciones realizadas al respecto han determinado que este factor esta interrelacionado con la longitud del día Para una longitud dada y altas temperaturas aceleran la formación del bulbo así como también su maduración.

Para que las plantas florezcan es necesario el proceso de vernalización y se ha determinado que en la fase cuando se ha formado el bulbo si estas reciben bajas temperaturas (3-12 °C) durante más de 3 meses las plantas florecen. Sin embargo, bajo condiciones controladas de bajas temperaturas se ha logrado obtener inflorescencias. También se ha encontrado que cuando la planta de cebolla crece bajo temperaturas de 15 °C. presenta los mayores contenidos de azucares; estos contenidos

son menores a 30 °C.

Luz

La cebolla por su origen es una planta foto periódica que requiere para la formación del bulbo de 12-16 horas luz. Se ha comprobado que la influencia favorable de la longitud del día y la temperatura sobre el inicio y formación del bulbo propicia una serie de cambios bioquímicos y fisiológicos tales como almacenamiento de sustancias nutritivas en la base de las hojas y dan porresultado su engrasamiento, producción de yemas laterales, cese de la producción de raíces y el comienzo de un estado de reposo en toda la planta.

De todo lo anterior se deduce que la respuesta de la planta al fotoperiodo es una cualidad de la variedad por tanto variedades de día corto solo llegan a formar bulbo bajo las condiciones de día corto estando favorecido este proceso por altas temperaturas. La baja intensidad luminosa demora la formación del bulbo se reduce el crecimiento y si llega a formarse es de menor peso. Con alta intensidad luminosa el peso de los bulbos es mayor.

Los diferentes factores que inciden en la formación del bulbo de cebolla se señalan como los fundamentales: la intensidad de la luz la duración del día. la temperatura y la interacción entre dichos factores.

Humedad del suelo

Los requerimientos en cuanto a la humedad del suelo se derivan de las características morfológicas de su sistema radical pobre y de poca capacidad de absorción por lo que esta planta es exigente a la humedad

del suelo aunque no en todas las fases de su desarrollo.

Durante la germinación de la semilla y la formación del follaje el suelo debe estar bien abastecido de agua lo cual favorecerá el inicio y formación del bulbo el cual será de mayor tamaño y los rendimientos finales más altos. Si existe déficit de humedad el crecimiento se retrasa y si se restablece de nuevo la humedad se reinicia el crecimiento, pero existen mayores posibilidades de deformaciones del bulbo. Durante el período de maduración del bulbo el suelo debe contener poca humedad para lograr bulbos más consistentes se produzca un mejor cierre del cuello y exista una mayor capacidad para el almacenaje; si el suelo continúa con alta humedad durante esta etapa demora la maduración de los bulbos y se afecta adversamente el almacenaje.

Si existe déficit de humedad en las primeras etapas de crecimiento y después se restablece puede aumentarse el número de bulbos divididos.

Las investigaciones realizadas afirman que la cebolla tiene un bajo coeficiente de transpiración dada la posición de las raíces y su pobre capacidad de absorción por lo que requiere alta humedad del suelo en el período entre la germinación y formación del bulbo.

Humedad del aire

La humedad del aire no debe ser muy alta debido a que en dichas condiciones se favorece el desarrollo de enfermedades tales como la mancha púrpura ocasionada por el hongo Alternaría porri (Ellis) Cif. (AgroEs s. f.-c).

2.6.4 Fisiología

Los estudios fenológicos en las diferentes fases del crecimiento y desarrollo en plantas de cebolla nos permiten determinar los subperiodos del desarrollo más apropiados para aplicar las diferentes labores agro técnicas y en qué momento son más eficaces. Por las investigaciones realizadas se han definido las fases siguientes:

I. de germinación de la semilla hasta la caída de las hojas cotiledonales

II. de emergencia de las primeras hojas hasta inicio de la formación del bulbo

III. de inicio de formación del bulbo hasta máximo desarrollo de las hojas engrasamiento del bulbo hasta su maduración y secado del follaje.

La primera fase se caracteriza por la germinación de la semilla aparecen las hojas cotiledonales. desecamiento progresivo de estas y aparición de las primeras hojas.

En la segunda fase aparecen las hojas cuartas a la séptima cayendo progresivamente las primeras. En la siguiente fase inicio de formación del bulbo la planta alcanza su máximo desarrollo de hojas y comienza el engrasamiento del diámetro del bulbo que se hace visible. En esta fase la planta alcanza el mayor número de hojas en dependencia de la variedad; estas pueden llegar de 12-16 hojas en la base de las hojas comienza la acumulación de sustancias de reservas.

En la última fase la acumulación de reservas en la base de las hojas es

mayor por lo que se va engrosando el bulbo hasta alcanzar su máximo.

Al final de esta fase ocurre un desecamiento progresivo de las hojas 4ta. 5ta. y 6ta. así corno los ápices de las hojas principales algunas hojas se pliegan por efecto de sus pesos y se inicia la formación de las túnicas.

La emisión de cada hoja se produce en 5-7 días en dependencia de la variedad y la época del año. El tiempo de vida de las hojas depende de la posición que estas tienen a medida que se produce la emergencia las que se van numerando en orden (AgroEs, s. f.-c).

Crecimiento y desarrollo

La cebolla es uno de los cultivos agrícolas cuyo crecimiento y desarrollo está muy influenciado por diferentes factores ambientales tales como luz temperatura humedad del suelo. periodo de siembra o plantación suelos así como otros factores de carácter agro técnico como son calidad de la postura grado de enyérbamelo durante las primeras fases de su ciclo. los riegos el control fitosanitario y otros que de una forma u otra influyen sobre diferentes parámetros del crecimiento y desarrollo de la planta.

Varios investigadores plantean que la relación entre el diámetro del bulbo y el falso tallo definen un índice del inicio de formación del bulbo. Así analizando la evolución de la materia seca en los bulbos y el follaje de plantas de cebolla durante el crecimiento y desarrollo consideran como inicio de formación del bulbo cuando la relación entre el diámetro del bulbo y el falso tallo es superior a 1.5 (SCRIBD, 2023).

2.6.5 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

La cebolla es una planta exigente a la nutrición debido a sus peculiaridades botánicas y su fisiología.

Nitrógeno

La cebolla requiere del nitrógeno fundamentalmente en la etapa de crecimiento del follaje. El nitrógeno también influye en la calidad y conservación de los bulbos, pero si hay exceso disminuye la calidad de estos y se hacen más sensibles a las enfermedades. El nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes para una alta producción de cebolla. Las cebollas son conocidas por su alto contenido de nutrientes y los cultivos pueden absorber de 2 a 3 kg de nitrógeno por cada tonelada cosechada.

La producción de bulbos secos normalmente requiere 200–300 kg N/ha. Se recomienda incorporar 25–30% del nitrógeno total antes de la siembra. El 70–75% restante debe aplicarse en dosis fraccionadas cada 10–14 días durante un período de 2 a 25 meses comenzando aproximadamente dos meses después de la siembra (Haifa s. f.).

La deficiencia de nitrógeno en cebolla constituye uno de los problemas nutricionales más comunes para su rendimiento, debido a que este nutriente es esencial para la formación de la clorofila, las proteínas y los tejidos foliares activos. La insuficiencia de su suministro trae como consecuencia que el cultivo se desarrolle de una forma raquítica, sus hojas sean más cortas y con una menor área fotosintética, lo que le

reduce la capacidad de la planta para acumular reservas en el bulbo. Por otra parte el follaje adquiere un amarillamiento progresivo, que se inicia en las hojas más viejas y va avanzando desde los ápices hacia la base, síntoma este típico de la clorosis por nitrógeno. Es decir, a medida que la deficiencia aumenta, las puntas de las hojas se van secando y la necrosis avanza hacia el interior del limbo. Esta combinación de síntomas se deriva en bulbos de menor calibre, una menor firmeza y una reducción significativa de su rendimiento comercial. Son diversas las fuentes técnicas que señalan que la falta de nitrógeno puede disminuir la producción entre un 20 y un 40%, lo que depende de la severidad y del momento en que ocurre el ciclo del cultivo (Haifa, s.f.; FAO, 2005).

En contraste, el exceso de nitrógeno provoca un crecimiento vegetativo exagerado y tejidos excesivamente suculentos, lo que altera el equilibrio fisiológico de la planta. Este vigor desmedido incrementa la susceptibilidad a enfermedades como mildiu, botritis y bacteriosis, debido a la mayor turgencia celular y al tejido blando, condiciones que favorecen la penetración y desarrollo de patógenos. Asimismo, las plantas con altos niveles de nitrógeno son más vulnerables a daños por heladas y presentan mayor tendencia a la floración prematura, fenómeno que compromete la formación adecuada del bulbo. Cuando el exceso ocurre en etapas tardías, se retrasa la madurez, se incrementa la probabilidad de bulbos con doble centro y se reduce la calidad de almacenamiento, ya que los bulbos mantienen una tasa respiratoria elevada y menor capacidad de deshidratación. Por estas razones, se recomienda evitar aplicaciones de nitrógeno una vez que el bulbo ha alcanzado aproximadamente dos tercios de su tamaño final, momento en el que el cultivo debe concentrarse en la maduración y no en el

crecimiento vegetativo (Haifa, s.f.).

Fósforo

Es fundamental para la emisión de un fuerte sistema radical y para la correcta maduración de los bulbos. El fósforo acelera la maduración de los bulbos y cuando estos se destinan a conservas se debe aumentar la dosis.

El fósforo es esencial para el desarrollo temprano de las raíces y cumple un papel vital durante todo el ciclo de crecimiento. Debido a que es relativamente inmóvil en el suelo la mayor parte del fósforo debe aplicarse antes de la siembra o hasta la etapa de desarrollo del bulbo.

Las cebollas dependen en gran medida de los hongos micorrícicos arbusculares para absorber fósforo en suelos con niveles bajos a medios de fósforo (P). Estos hongos también mejoran la absorción de zinc y otros micronutrientes en suelos calcáreos con pH alto.

La deficiencia de fósforo se manifiesta por un amarillamiento de las hojas viejas al inicio y su total secado con posterioridad. La deficiencia de fósforo presenta síntomas similares a los de nitrógeno, pero el follaje se torna verde oscuro.

- **Síntomas de deficiencia:** Crecimiento lento maduración tardía hojas verdes opaco secado de puntas y bulbos de cuello grueso (sin el amarillamiento que se observa en deficiencia de N o K).

- **Requisito del suelo:** Mantener el P disponible en 25 ppm.

Por cada 1 ppm por debajo del objetivo aplicar 1 kg P/ha.

Potasio

Contribuye también a la maduración de los bulbos a la formación de las túnicas al aumento de los contenidos en azúcares y a la conservación de los bulbos. Un síntoma visual de la deficiencia de potasio: crecimiento normal pero hojas de color verde oscuro que se secan progresivamente a partir de los ápices.

El potasio es importante para obtener altos rendimientos en el cultivo de cebolla. Es el segundo nutriente más utilizado y su absorción alcanza su punto máximo durante la formación y el crecimiento del bulbo. Sin embargo se debe tener cuidado ya que una aplicación excesiva puede reducir el rendimiento.

Calcio

Aunque no se plantean aplicaciones adicionales de este elemento se considera que su presencia en el suelo y su absorción por la planta favorece la formación de bulbos más compactos. con túnicas más gruesas.

Magnesio

El magnesio es esencial para la síntesis de clorofila y la fotosíntesis.

- Si el contenido de magnesio en el suelo es bajo aplicar 30 kg Mg/ha antes de la siembra.
- Síntomas de deficiencia: Crecimiento lento y amarillamiento

uniforme de las hojas más viejas.

Azufre

Es un elemento importante para la cebolla ya que forma parte de sus aceites esenciales.

Microelementos

Algunas investigaciones realizadas en México han aportado que en ausencia de cinc las plantas se muestran raquíticas y con las hojas amarillas y arrugadas siendo menores los rendimientos. aunque también se observó que no todas las variedades responden de igual forma. Otras investigaciones han aportado que la deficiencia de cobre ocasiona decoloraciones en los bulbos delgadez en las escamas baja calidad de la cosecha y mermas en los rendimientos. De igual forma se encontró que deficiencias de manganeso traían consigo un amarillamiento de las hojas que en ocasiones encrespaban no creciendo las planta adecuadamente (Haifa s. f.).

Abono orgánico

La cebolla es exigente al contenido de humus del suelo y que ha sido considerada como perteneciente al grupo de plantas que tienen mayor necesidad de ser alimentadas con estiércol sin

embargo otros autores señalan que la cebolla debe ser alimentada solamente con abono mineral pues la aplicación de abonos orgánicos ejerce un efecto desfavorable en la calidad del almacenaje (Guenkov 1969).

Fertilización empleada

Estrategia de suministro de fertilizantes

La estrategia para suministrar los fertilizantes en la cebolla parte de que debe adaptarse a las particularidades de su sistema radicular, el cual es poco profundo y muy disperso. Esta condición va a limitar la capacidad de la planta para explorar el suelo en busca de nutrientes, lo que hace imprescindible realizar una gestión precisa tanto de la fertilización como del riego. Los nutrientes de baja movilidad por su parte, como el fósforo, el potasio y varios micronutrientes, no son fácilmente alcanzados por las raíces, mientras que los nutrientes móviles, como el nitrógeno, tienden a perderse por lixiviación si no se manejan correctamente.

Para maximizar la eficiencia en la utilización de los nutrientes, es fundamental que se apliquen los fertilizantes en la zona más cercana a las raíces, esto asegura que así estén disponibles en el entorno inmediato de la absorción. Esta práctica contribuye a mejorar la utilización de los elementos esenciales y a reducir las pérdidas innecesarias. Asimismo, el empleo de fertiirrigación o de fertilizantes de liberación controlada constituye una estrategia eficaz para poder mantener un suministro constante y más equilibrado durante toda la temporada de su crecimiento. Estas técnicas permiten ajustar las dosis de acuerdo con las necesidades del cultivo en cada etapa, evitando tanto las deficiencias como los excesos, y favoreciendo con ello un desarrollo uniforme del follaje y del bulbo (Haifa, s. f.). De este modo, la aplicación localizada y el uso de tecnologías de liberación controlada representan un enfoque más integral al optimizar la nutrición de la cebolla, mejorar la eficiencia

del fertilizante y garantizar con ello altos rendimientos de bulbos de buena calidad y una mejor capacidad de almacenamiento.

Antes de la siembra se debe realizar un análisis de suelo para conocer la fertilidad y poder hacer los ajustes necesarios con el objetivo de establecer un programa de enmiendas y de fertilización adecuados. El uso de fertirriego permite mejorar la nutrición de las plantas al brindarle los nutrientes según su desarrollo fisiológico, así como disminuir la pérdida de estos por lavado o volatilización lo que reduce la contaminación ambiental. Dentro de esta técnica se encuentra el uso del riego por goteo cuya principal característica es que solo una porción del suelo alrededor de cada planta está siendo regada. En parte las plantas adaptan fisiológicamente su sistema radical al riego de una parte del suelo ya que la absorción de agua por unidad de raíz puede aumentar en la parte regada. El sistema radicular se adecua rápidamente en su estructura al bulbo húmedo lo que permite que proliferen las raíces en él. Dentro de la nutrición del cultivo de cebolla se debe considerar el uso de abonos orgánicos y de fosfatos naturales. Estos abonos aumentan la biodiversidad y mejora en la estructura y permeabilidad del suelo. La vida microbiana se desarrolla intensamente en la materia orgánica sobre todo en suelos donde se hace un uso continuo de abonos orgánicos (Garro 2006 como se citó en Araya 2015).

2.6.6 Variedades comerciales

Las variedades cultivadas de A. Cepa son usualmente diploides (2n = 16). Formas poliploides de cebolla no son conocidas hasta ahora. Fue la primera especie hortícola donde se empleó la combinación de genes y

citoplasma para producir androesterilidad.

En un tipo de esterilidad masculina resultante de la interacción de factores genéticos (nucleares) y de factores citoplasmáticos. ha sido usada en la cebolla para hacer posible la producción en masa de híbridos F1. El empleo de la esterilidad masculina ha sido investigado por varios especialistas los cuales han aportado detalles sobre su uso en el desarrollo de variedades híbridas de cebolla.

La esterilidad masculina es utilizada en cebollas manteniendo líneas de una variedad. Una línea lleva un factor genético y otra línea un factor citoplasmático para la esterilidad masculina. pero esas líneas pueden ser propagadas por sí mismas. Mediante la combinación de estas dos líneas se obtiene una descendencia con esterilidad masculina en su totalidad que luego es usada como hembra en la combinación final para producir la semilla del híbrido comercial (Ricoch *et al.* 2005 como se citó en Finkers *et al.,* 2021)

En Ecuador la genética de la cebolla se centra en variedades adaptadas a diferentes altitudes y climas destacando las de día corto para zonas cálidas y día medio-largo para zonas altas con tipos comerciales como la cebolla roja (pungente tipo grano como Canira) amarilla (como Burguesa Ceylon) perla (Early Texas) y la cebolla blanca /larga (*Allium fistulasum*) siendo cruciales híbridos resistentes como Miss Descad para alta montaña mejorando rendimientos y calidad.

Las variedades que actualmente se siembran en la producción son.

1- Cebolla Blanca (Allium fistulosum): Conocida también

como cebolleta cebollita china cebolla de verdeo entre otros nombres se utiliza en diversas preparaciones culinarias.

2- **Cebolla Roja: Variedad Paiteña:** De ciclo intermedio-tardío con bulbos rojos intensos y forma achatada y **Andes F1:** Híbrido de color rojo con forma achatada y carne de tono morado suave muy picante.

3- **Cebolla Rosada: Pantera Rosa:** Variedad de Hazera con resistencia a la raíz rosada y alta producción.

4- **Híbridos: Burguesa:** Produce bulbos semiachatados con pungencia media. **Canira:** Híbrido de día corto tipo Grano de bulbos grandes y alto rendimiento. Variedad híbrida de día corto rosada tipo Grano de bulbos grandes con alto rendimiento y muy buena post-cosecha forma- Globosa madurez relativa precoz a mediana cáscara rosada pulpa suave y firme.

5- **Cebolla Amarilla:** Se cultiva la variedad Campo Lindo precoz y con buena capacidad productiva y Ceylon que se caracteriza por ser de día corto precoz y presenta uniformidad en la maduración.

Consideraciones adicionales:

- La producción de cebolla en Ecuador se concentra en la Costa y la Sierra.
- Las variedades de cebolla se clasifican según su ciclo de

adaptación a las horas de luz (día corto intermedio largo).

- La cebolla es un cultivo importante en Ecuador con exportación de parte de la producción a otros países (Freire 2012).

2.7 Cultivo del Ajo (*Allium sativum L.)*



Figura 7. Cultivo de ajo.

2.7.1 Características

El ajo (Foto 7) es una planta de nombre científico *Allium sativum* el término Allium procede de la palabra All que significa "ardiente o caliente" mientras que el nombre sativum procede del latín que significa "cultivado". El ajo es una planta herbácea perenne de ciclo anual perteneciente a la familia Liliaceae. El ajo se cultiva principalmente por su bulbo subterráneo el cual está formado por varios dientes recubiertos por túnicas de una textura papirácea. La planta tiene un sistema radicular poco profundo lo cual influye significativamente en su manejo hídrico especialmente en suelos de una textura ligera. A nivel mundial el ajo posee disímiles propiedades medicinales y nutricionales para el ser humano; a partir de que contiene compuestos azufrados, como la alicina la cual tiene un efecto antibacteriano, antifúngico y vasodilatador.

También presenta antioxidantes como la quercetina y minerales como potasio fósforo y calcio (Ramírez *et al.,* s. f.).

El ajo se adapta mejor a climas templados y secos con temperaturas óptimas de crecimiento entre 13 °C y 24 °C. Aunque resiste bien temperaturas bajas no tolera las heladas en la fase inicial ni las lluvias excesivas especialmente en etapas próximas a la cosecha (MIDAGRI s. f.).

Prefiere suelos sueltos bien drenados ligeramente arenosos con buena fertilidad y pH entre 6.5 y 7.5. Se siembra directamente utilizando dientes sanos y medianos. Es importante desinfectar previamente el material de siembra para evitar nematodos e infecciones fúngicas (Zamora, 2016). El ciclo del cultivo varía entre 180 y 210 días dependiendo de la variedad y las condiciones del lugar. Por ejemplo, en Zacatecas México el ajo se siembra entre octubre y noviembre y se cosecha entre abril y mayo.

De acuerdo a los requerimientos del cultivo se debe tener en cuenta las siguientes indicaciones:

Tabla 12. Indicaciones para su cultivo.

Aspecto	Recomendaciones
Riego	El ajo requiere humedad constante, pero sin encharcamientos. En suelos pesados se recomiendan de 6 a 8 riegos durante todo el ciclo, mientras que en suelos livianos pueden ser necesarios hasta 15. El último riego debe realizarse 15 días antes de la cosecha para facilitar la maduración del bulbo y evitar enfermedades poscosecha (Zamora, 2016).

Fertilización	Se recomienda aplicar entre 120 y 240 kg/ha de nitrógeno, distribuidos en dos o tres etapas, además de 60–80 kg/ha de fósforo y suplementos de zinc y calcio. El exceso de nitrógeno puede causar tallos débiles y bulbos blandos.
Plagas y enfermedades	Las principales plagas son los trips (*Thrips tabaci*) y los ácaros del bulbo (*Aceria tulipae*). Entre las enfermedades más comunes se encuentran el mildiu velloso (*Peronospora destructor*), la podredumbre blanca (*Sclerotium cepivorum*) y la roya. Se recomienda un monitoreo constante y la rotación de cultivos para reducir su incidencia (Medina, 2003).
Cosecha y poscosecha	La cosecha debe realizarse cuando entre el 50 y 90% del follaje esté seco. Los bulbos se arrancan y se dejan secar en el campo mediante la técnica de "enchorizado" durante 8 a 15 días. Posteriormente, se seleccionan según su tamaño y estado sanitario, garantizando calidad y homogeneidad (MIDAGRI, 2020).

2.7.2 Origen y evolución

El ajo se considera originario del Asia Central. Al igual que la cebolla es una de las más antiguas plantas hortícolas fue ampliamente utilizada ñor los romanos griegos egipcios no solo como alimento sino también como medicamento. No se conoce exactamente cuándo fue introducida en Europa y a América fue traída por los españoles después del descubrimiento.

El ajo para los egipcios representaba el mundo: las capas exteriores simbolizan los estados del cielo y el infierno y los dientes el sistema solar; comerlos simbolizaba la unión del hombre con el universo. En Grecia se consumía para evitar el tifus y la cólera. Antiguamente los atletas

griegos solían masticar dientes de ajo antes de competir en los juegos olímpicos. En la época del Imperio Romano el ajo comenzó a formar parte de la dieta cotidiana. Pues descubrieron su alto poder antiséptico y energético por lo que lo utilizaban para las tropas de asalto.

De hecho, soldados griegos y romanos solían referirse a él como "rosa maloliente". Fue en la época romana cuando se empezó a cultivar y a extender por Europa hasta formar parte de la dieta cotidiana (Bernard, s. f.).

Su uso continuó durante el Imperio Bizantino y la Edad Media en la que se seguía utilizando para tratar úlceras dolores y neutralizar venenos. De hecho, en el siglo VII la Escuela de Salermo lo incluyó como medicamento respetado. El ajo en Europa Pese a que la expansión del ajo desde sus principios hasta la actualidad ha sido bastante acelerada también ha sufrido dificultades y vetos debido principalmente a su fuerte sabor y al aliento que deja tras haberlo ingerido. En España donde hoy en día es uno de los alimentos principales en nuestra dieta hace unos siglos era un alimento a evitar. Isabel La Católica prohibió que lo sirvieran en la Corte. En el siglo XIV el rey Alfonso de Castilla no podía soportar su olor y ordenó que ningún caballero se le acercara en un mes a la corte si consumía ajo (Bernard, s. f.).

No solo en España se mostraba desprecio por este alimento franceses y portugueses también lo mostraban aunque cierto es que la Provenza francesa y Portugal supieron aprovechar el ajo y reconocerlo tanto en la gastronomía como por sus capacidades curativas. En Gran Bretaña el ajo fue introducido por los romanos donde se empezó a cultivar en 1540

y se le conocía como “la medicina del pobre”. Llegó a América de la mano de los españoles y tal es su uso en la actualidad que en Estados Unidos se celebra cada año el Festival del Ajo en Gilroy California y existe un periódico especialmente dedicado a noticias relativas al ajo en California su nombre es The Garlic Times (Bernard. (s. f.).

La producción mundial de ajo aunque más reducida que otras hortalizas alcanza niveles de más de 2 millones de t y se dedican a su cultivo más de 377 000 hectáreas. China es el mayor productor mundial con 555 000 t y en América: Estados Unidos con 78 000 t le sigue Brasil con 70 000 t y México con 43 000 t (Bernard, s. f.).

En el Ecuador esta favorecido pues él posee características geográficas y climáticas adecuadas para su desarrollo sembrándose en tierra en especial en las provincias país se cultiva el ajo en callejón las provincias más representativas de este cultivo son: Tungurahua Chimborazo Carchi Azuay Cañar Loja y Cotopaxi donde el clima la altitud y el suelo es propicio. Tiene un ciclo vegetativo entre la siembra y la cosecha de 4 a 6 meses. Las mismas que oferta el 8739% de la producción nacional (Pallo, 2014).

2.7.3 Importancia económica

El ajo es una de las especies hortícolas de más utilización por la población fundamentalmente como condimento. Importancia alimenticia y medicinal

El ajo tiene un alto contenido de sólidos (36-40%) tiene cantidades adecuadas de vitamina C (156- 205 mg) y de la concentración de los

aceites esenciales que posee depende su sabor picante y su acción bactericida. No tiene un alto valor energético y se consume básicamente como condimento. También señala que la sustancia encontrada en su aceite esencial denominada fitocida matan o detienen el desarrollo de las bacterias tuberculosas tíficas paratíficas y otros muchos patógenos. El ajo igualmente se recomienda como tratamiento preventivo contra la arteriosclerosis gripe asma y otras enfermedades. También en las raíces se han encontrado sustancias las cuales han sido utilizadas como insecticidas con buenos resultados. Los extractos de hojas de ajo aportan una marcada actividad fungicida contra *Fusarium oxysporum* y otros hongos (Guenkov 1969).

Es una planta que posee propiedades diuréticas depurativas antisépticas y estimulantes del apetito posee además una sustancia de gran poder bactericida. En la actualidad se les ha dado mucha importancia a los usos terapéuticos de ajo considerándose una auténtica planta curativa favoreciendo en la circulación sanguínea y reduciendo el nivel de azúcar en la sangre además previene las infecciones facilitas la expectoración y alivia la tos. Esta planta que aportan sustancias con actividad biológica que proviene algunas enfermedades (Pallo, 2014).

Principales zonas productoras y de venta en Ecuador.

- **Carchi:** Es la provincia más importante en producción aportando casi el 50% del total nacional.
- **Tungurahua:** Conocida como "la tierra del ajo" celebra ferias populares los jueves donde se distribuye a todo el país (Trade Net 2022).

2.7.4 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 13. Clasificación taxonómica de Allium sativum L.

Categoría	Clasificación
División	**Magnoliophyta**
Subdivisión	**Magnoliophytina**
Clase	**Liliopsida**
Orden	**Liliales**
Familia	**Alliaceae**
Género	***Allium***
Especie	***Allium sativum* L.**

Fuente: Información tomada de Cruz y Rosas (2019).

De acuerdo con la clasificación de Kuznetzov que señala Guenkov (1969) el *Allium sativum* L. se divide en dos subespecies: la Sagitatu Kuzn que presenta tallo floral y la Vulgare Kuzn sin tallo floral: La primera se caracteriza por la formación de un bulbo con 6-7 dientes un tallo floral de 1 - 120 m de altura y en su extremo apical se forman bulbillos aéreos que también pueden ser utilizados como material de siembra. Regularmente en el país aparecen plantas con las características del sagitatu en las plantaciones de Vulgare producto de las mezclas existentes en la semilla. La mayor importancia económica en el país la tiene el Vulgare Kuzn que tiene un ciclo vegetativo anual y es de reproducción asexual.

Sistema radical

Es muy similar al de la cebolla formado por un conjunto de raíces

adventicias que nacen del tallo verdadero pudiendo alcanzar una profundidad de 60-70 cm pero el grueso de estas se sitúa en una capa de suelo de una profundidad de 40-45 cm. El sistema radical del ajo crece de manera continua hasta la fase de formación del bulbo posteriormente las raíces más viejas mueren y ya al final del ciclo vegetativo de la planta su número es considerablemente menor (Valencia, 2021).

Tallo

Este situado en la base del bulbo y de él brotan las yemas hojas y raíces. Sus dimensiones son similares al de la cebolla. Son fuertes de crecimiento determinado cuando se trata de tallos rastreros que dan a la planta un porte abierto o de crecimiento indeterminado cuando son erguidos y erectos pudiendo alcanzar hasta 40-50 centímetros de altura. Dependiendo del marco de plantación se suelen dejar de 2 a 4 tallos por planta. Los tallos secundarios brotan de las axilas de las hojas (Pallo, 2014).

Hojas

Las hojas del ajo van a estar integradas por dos elementos: el limbo y la vaina es acanalado y su color y dimensiones va a estar determinado por la variedad. La vaina es la parte basal. cilíndrica envolvente formando el conjunto de las vainas en su parte superior el falso tallo y en la inferior; a diferencia de la cebolla va a experimentar un proceso de desecamiento progresivo en la medida que la planta se desarrolla constituyendo finalmente las túnicas que conjuntamente con los dientes y el tallo verdadero van a formar el bulbo.

Las hojas alcanzan un tamaño de 20 a 50 cm de longitud y de 1 a 3 cm. de ancho. En la base de las vainas de las hojas no se acumulan sustancias nutritivas y al morir estas se convierten en túnicas protectoras de los bulbos (Fundación Desarrollo Agropecuario, 1995; Pallo, 2014).

Bulbo

El bulbo de ajo presenta características diferentes al de cebolla solamente coinciden en que en su base se encuentra el tallo verdadero. Las túnicas que lo integran que envuelven en su conjunto el bulbo se denominan exteriores y las que separan unos dientes de otros interiores. Las exteriores también se nombran "estériles" porque en su base no hay dientes y las interiores "fértiles". Generalmente en la planta de 5-6 hojas estériles (túnicas) y es a partir de la sexta o séptima donde comienzan a desarrollarse de manera sucesiva en la base de las hojas los dientes (Japón, 1984a). Según Guenkov (1969) en la base de una hoja fértil se forman de manera colateral 1-5 yemas (dientes). Los dientes se componen de: túnica apergaminada túnica carnosa donde están contenidas las sustancias de reserva; yema y tallo. Los dientes pueden ser simples o compuestos. Los simples tienen una sola yema y los compuestos dos o más.

El tamaño de los dientes también varía según su posición en el bulbo los más exteriores formados en un inicio del desarrollo del bulbo son de mayor tamaño que los interiores. Guenkov (1969) en investigaciones realizadas encontró sustanciales disminuciones en el peso medio de los dientes más interiores en comparación con los exteriores. El número de dientes en un bulbo varía de acuerdo con la variedad.

2.7.5 Exigencias ecológicas

Temperatura

Ei ajo es resistente a las temperaturas relativamente frías dentro de ciertos límites. Cuando las raíces brotan de las semillas pueden crecer a temperatura de 2-3 °C. pero lo hacen más rápidamente a 5-10 °C; cuando las temperaturas sobrepasan las 20 °C. el crecimiento de las raíces se afectan. El crecimiento de las hojas es óptimo a 1 5 °C aproximadamente y cuando comienzan a formarse las yemas se favorecen dicho proceso a 15-20 °C; durante el periodo de maduración del bulbo las temperaturas pueden ser más altas entre 20-25 °C.

Para que se inicie la brotación es necesario que transcurran de 3 a 5 d seguidos con temperaturas medias inferiores a 26 °C.

Las altas temperaturas demoran la brotación de las semillas Durante la etapa de crecimiento y desarrollo de las plantas se ha observado que cuando las temperaturas son altas por encima de 26 °C el máximo crecimiento se alcanza entre 90 y 105 días de la plantación; con temperaturas medias de octubre y noviembre (24-21 °C) se producen dos momentos óptimos de crecimiento en dependencia de la variedad entre 45-60 días y entre los 75-90 días; en plantaciones de finales de noviembre en adelante el máximo crecimiento se produjo entre los 60 y 75 días.

La vernalización se efectúa más rápidamente a temperaturas de 5-10 °C. Para formar dientes es necesario que al inicio del crecimiento las plantitas reciban el estímulo de temperaturas relativamente bajas.

Cuando se almacenan las cabezas para semillas a altas temperaturas crecen plantas que alargan considerablemente su ciclo vegetativo a veces sin formar bulbos.

Se adapta en lugares con temperaturas que oscilan entre 10 y 34°C siendo la media óptima de 18°C. Este rango en los primeros días es crítico ya que para un buen rendimiento de planta debe alcanzar un gran crecimiento del tallo exterior antes de la formación del bulbo (Julio 2010 como se citó en Pallo 2012).

Luz

Las plantas de ajo presentan requerimientos climáticos similares a los de la cebolla. Esta especie es exigente a la luz intensa; en condiciones de baja intensidad las plantas alcanzan mayor altura y los falsos tallos son más altos. El resultado de este efecto se aprovecha en la producción de ajo verde en países que les gusta su consumo de esa forma ello debe estar acompañado de una alta humedad del suelo y buen abastecimiento de nutrientes.

El caso de baja intensidad de luz hasta el final del ciclo las plantas tienen menor desarrollo y. por tanto menor producción. El ajo es una planta de día corto; mediante sus experimentos comprobó que el día largo detiene la formación de los órganos generativos y estimula los vegetativos por ello la formación de los bulbos se favorece en condiciones de día largo.

La relación entre las temperaturas no muy altas y la duración del día largo favorece la formación y maduración de los bulbos. Bajo estas condiciones disminuye la ramificación del verdadero tallo y como

consecuencia de ello la formación de yemas y dientes desarrollándose bulbos bien formados y de pocos dientes.

Humedad del suelo

La regulación de un adecuado régimen hídrico durante el crecimiento y desarrollo del ajo contribuye a la obtención de bulbos de mayor tamaño y mejor formados. Durante la fase de formación del follaje la planta no debe carecer de humedad, pero ya en la fase de formación de las yemas la humedad del suelo debe ser media; una alta humedad en este período puede estimular el crecimiento debido a esto las yemas recién formadas pueden germinar en lugar de convertirse en dientes normales. En este caso el falso tallo y las hojas alcanzan un mayor crecimiento, pero bajo esas condiciones no se aprovechan suficientemente las sustancias de reserva que se acumulan en los dientes favoreciendo el proceso de crecimiento. Estas tendencias se hacen más evidentes cuando la alta humedad durante dicho periodo está acompañada por una alta fertilización nitrogenada.

Durante el periodo de inicio de la maduración del bulbo cuando el falso tallo comienza a ablandarse la humedad del suelo debe reducirse porque las túnicas se pudren fácilmente y los bulbos quedan desenvueltos y expuestos a) ataque de enfermedades fungosas (pudriciones) además se produce el desgrane de los dientes del bulbo.

Suelos

Las plantas se desarrollan en diferentes tipos de suelos siempre que tengan buen abastecimiento de nutrientes. Las características de su

sistema radical permiten cultivarlo en suelos relativamente superficiales, pero es conveniente que a la profundidad señalada estos deben tener una estructura desmenuzada con buena aireación y de buen drenaje pero que conserven bien la humedad; el ajo no tolera suelos de estructura pesada y compacta ni que formen costras superficiales o se agrieten. Deben ser suelos que sean capaces de retener la humedad que requieren las plantas en forma continua y que posean una fertilidad elevada ya que el volumen de raíces que se desarrollan en el suelo es escaso para absorber agua y nutrientes.

El ajo puede desarrollarse en suelos de mayor acidez que la cebolla en las regiones de Los Andes se cultiva óptimamente a pH = 50 pero generalmente este debe ser de 65 a 75. Aunque el ajo se adapta bien a todo tipo del suelo prefiere aquellos suelos arenosos arcillosos sueltos regularmente sueltos las tierras húmedas no son los más convenientes para el desarrollo el cultivo del ajo pues favorece la pudrición de los bulbos. Crece bien en climas cálidos templados y fríos moderado (1.700 m.s.n.m. a 2.900m.s.n.m.) sin cambios bruscos de temperatura (Manual agropecuario 2002; Pallo, 2014).

2.7.6 Fisiología

Las fases de crecimiento y desarrollo de las plantas son las siguientes:

I. De brotación de las semillas (dientes) hasta formación de las primeras 5-6 hojas llamadas hojas estériles. Esta etapa está comprendida desde la brotación hasta aproximadamente 60- 70 días. En dependencia de la variedad;

II. De formación de las hojas fértiles hasta el máximo crecimiento de estas. Se forman de 4 a 5 hojas fértiles hasta alcanzar la máxima altura;

III. De máximo crecimiento de las hojas a inicio de formación de las yemas; esta etapa puede durar alrededor de un mes y se caracteriza porque las yemas acumulan poco en sustancias de reservas;

IV. De inicio de formación de las yemas a formación del bulbo; se incrementa la acumulación de sustancias de reservas en las yemas o dientes lo que da lugar a la formación del bulbo hasta alcanzar su máximo desarrollo

V. De máximo desarrollo del bulbo hasta el secado total del follaje o lo que se conoce como maduración y por tanto ya la planta está de cosecha (Pinzón, s. F.).

2.7.7 Crecimiento y desarrollo

Además de los factores varietales y ambientales que actúan sobre las plantas estas están expuestas en condiciones de carácter agrotécnico que pueden influir tanto positivamente como negativamente sobre su crecimiento y desarrollo. El número de hojas activas aumenta con la edad el número de hojas secas se incrementa por la competencia entre plantas que crecen con alta densidad de población. Las plantas con menor densidad muestran el mayor número de hojas activas por no estar afectadas por la competencia entre plantas. A partir de los 120 días comienza el doblamiento del falso tallo producto de la desecación que

se va produciendo en las plantas hasta culminar su ciclo.

2.7.8 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

El ajo. al igual que la cebolla es muy exigente a la fertilidad del suelo. Para rendimientos de 7 t/ha la extracción de nutrientes se comporta de la siguiente manera N: 160 kg/ha P2O5; 99 kg/ha K2O: 175 kg/ha y S: 19.5 kg/ha y demandaría: N (220 kg/ha) P2O5 (115 kg/ha) y K2O (220 kg/ha).

El cultivo de Ajo tiene una escasa demanda de nutrientes durante los primeros 40-60 días desde la brotación debido a que en esta etapa se alimenta de las reservas provenientes de la semilla. En este periodo la absorción es muy baja a nula. Luego comienza un período de altísima demanda de Nitrógeno Potasio y en menor medida Calcio Magnesio Fósforo Azufre y micronutrientes que coincide con la etapa de mayor crecimiento vegetativo y aumento de la materia seca. Este período comprende desde los dos meses de la brotación hasta el sexto mes (160días). Posteriormente decrece la absorción de nutrimentos y se inicia una translocación de los fotosintatos de la parte aérea a la formación y llenado del bulbo (MIDAGRI, s. f.).

Nitrógeno

Este elemento interviene fundamentalmente en el desarrollo foliar de la planta, aunque algunos autores también señalan que ejerce una notable influencia en el tamaño de los bulbos cuando se aplica en dosis adecuadas. Cuando hay deficiencia de nitrógeno. las plantas crecen

cloróticas y con poco desarrollo de las hojas y bulbos; mientras. cuando hay exceso ocurre un exuberante desarrollo foliar un limitado desarrollo de los bulbos y un mayor grado de susceptibilidad a las enfermedades fungosas. El adecuado manejo nutricional se vuelve clave para lograr los máximos rendimientos. Entre los principales nutrientes el Nitrógeno (N) tiene una demanda que oscila entre 200 y 300 kg/ha dependiendo de la variedad y densidad de siembra y se recomienda una aplicación fraccionada en dos o tres veces para minimizar pérdidas por lavado mejorar la eficiencia en el uso del nutriente y evitar así la contaminación de napas (AMAUTA, s. f.).

Fósforo

El fósforo interviene en el desarrollo del sistema radical de la planta en la maduración y mejor conservación de los bulbos. Su deficiencia se manifiesta por un color verde muy intenso del follaje.

Potasio

La mayoría de los autores coinciden en que al igual que la cebolla el ajo es muy exigente al potasio y cuando el suelo está bien abastecido de este elemento se logra una mejor formación de los bulbos un tenor adecuado de azúcares en los mismos y mayores posibilidades para la conservación. Wallace señala que las deficiencias de potasio en la planta se manifiestan fundamentalmente por un color verde oscuro en las hojas y la desecación progresiva de los ápices.

Calcio y azufre

Aunque el calcio y el azufre no se aplican de forma directa a las

plantaciones si se considera que el primero en cantidades adecuadas favorece la formación de los bulbos y el segundo está presente en el aceite esencial del ajo por ser componente del bisulfito (C6H12S2). El ajo puede llegar a extraer del suelo hasta 32 kg/ha de calcio y 64 kg/ha de azufre. Se recomienda a su vez que la fertilización a aplicar al ajo la compongan fundamentalmente sales en forma de sulfatos.

Abono orgánico

Guenkov plantea que el ajo es exigente al contenido de humus del suelo y se desarrolla bien en suelo fertilizado con estiércol, sin embargo, en presencia de este no descompuesto se prolonga el ciclo vegetativo de las plantas y se promueve la brotación de las yemas inmediatamente después de haber sido formadas. Se recomienda de 20-40 t/ha de estiércol bien descompuesto (AMAUTA, s. f.).

Fertilización empleada

Según las características de los suelos dedicados a la siembra del ajo y la experiencia internacional se recomienda lo siguiente: 082-141 t/ha de 8-75-12 y 004-026 t/ha de 33-0-0 todo lo cual suministra al suelo 100-148 kg/ha de N 52-108 kg/ha de P2O5 y 89-170 kg/ha de K2O. La primera aplicación se hace en siembra y se emplea fertilizante completo y la segunda a los 30 d posteriores en algunos casos se emplea fertilizante nitrogenado solo y en otros combinados con fertilizante completo; todo ello está en dependencia del tipo de suelo (Arzola *et al.* 1996).

2.7.9 Variedades comerciales

En el país se cultivan principalmente dos tipos de ajo: ajo morado y ajo

blanco con el ajo morado siendo el más común y preferido por su sabor y aroma. También se pueden encontrar variedades de ajo criollo ajo turbante y ajo asiático cada uno con características distintas en cuanto a sabor tamaño y vida útil.

Tabla 14. Tipos de ajo en Ecuador.

Tipo de ajo	Características
Ajo Paisano/Macho	Variedades locales cultivadas en la Sierra, reconocidas por sus características propias del país.
Ajo morado	Es el más común y apreciado por su sabor fuerte y aroma intenso. Su piel es blanca con dientes morados.
Ajo blanco	Tipo tradicional y conocido, con un sabor más suave que el morado.
Ajo criollo	Se caracteriza por su sabor dulce y rico, con entre 8 y 12 dientes por bulbo. Presenta piel blanca y dientes morados oscuros.
Ajo turbante	Destaca por su sabor picante y bulbos en forma de turbante, con entre 5 y 8 dientes grandes.
Ajo Spring (Blanco y Violeta)	De origen asiático, se adapta bien a climas cálidos. Los bulbos son grandes, con sabor intenso en el tipo violeta y más suave en el blanco.
Ajo asiático	Presenta bulbos grandes con 9 a 12 dientes de gran tamaño. Su envoltura suele ser blanca o con rayas moradas oscuras.

Fuente: Villa Santerra (s. f.).

Consideraciones:

El ajo morado desde tiempos inmemoriables se ha considerado como el de mejor calidad en el Ecuador, debido a su sabor y aroma, lo que lo convierte en la variedad más apreciada en el mercado nacional. La producción se concentra principalmente en la provincia de Carchi, región esta que reúne las condiciones agroclimáticas favorables para este tipo de cultivo. Además, el ajo se clasifica en dos tipos principales según las características de su tallo, tales como: de cuello duro, con tallo rígido, y de cuello blando, sin tallo, siendo este último el más cultivado y por ende de mayor comercialización, debido a su facilidad de manejo y almacenamiento.

2.8 Cultivo de batata o camote *(Ipomoea batatas* L.*)*



Figura 8. Cultivo de camote.

Fuente: https://www.agrosavia.co/media/0y4kf3wl/batata_agrosavia.jpg

2.8.1 Características

El cultivo de camote (Foto 8) tiene una nítida perspectiva de sostenibilidad siempre que se apliquen los principios de la economía circular procurando minimizar el desperdicio optimizar los recursos e insumos y mejorar los procesos en las etapas desde la producción hasta

la comercialización con la finalidad de incrementar la rentabilidad fortalecer la resiliencia climática y reducir los impactos ambientales (Cobeña et al., 2024).

El cultivo de la batata también conocida como **camote**, requiere de ciertas condiciones específicas para que se crecimiento y desarrollo sea óptimo. Este cultivo se desarrolla mejor en los suelos que estén bien drenados y ligeramente ácidos a neutros (pH entre 6.0 y 6.5) y con un buen contenido de materia orgánica. Por lo que es importante evitar que los suelos estén arcillosos o con exceso de humedad ya que la batata es sensible al encharcamiento. Por último, se necesita una abundante luz solar (6-8 horas diarias) y que las temperaturas sean cálidas preferiblemente que sean superiores a los 21°C.

Los climas cálidos con precipitaciones constantes sobre todo los tropicales permiten cultivar la planta de batata durante todo el año. Como este cultivo no soporta las heladas los agricultores de las regiones más frías deberán cultivar variedades de batata de cultivo en temporada corta que rinden en tres o cuatro meses. La *Ipomoea batatas* es una planta que constituye un alimento básico en Centroamérica y Sudamérica el Caribe África y Japón.

Requiere cuidados comunes a todos los cultivos: regar abonar y controlar plagas y enfermedades. El uso de mantillo y la poda de las cepas excesivamente largas son tareas más específicas de este cultivo (Foods s. f.).

2.8.2 Origen y evolución

Es originaria de América Central y del Sur con evidencia de cultivo en Perú desde hace más de 8000 años. Los restos más antiguos de batata cultivada se encontraron en cuevas del Cañón de Chilca en Perú. Su cultivo se extendió por América llegando a Europa con Cristóbal Colón y luego a Asia donde se convirtió en un alimento importante.

Se considera que la batata se originó en el noroeste de Sudamérica posiblemente en una zona que incluye Ecuador Perú y Colombia La domesticación de la batata se asocia con el desarrollo de aldeas agrícolas en la región amazónica alrededor del 2500 a.C. Después de su domesticación la batata se extendió por toda América del Sur y América Central y luego fue llevada a otras partes del mundo por exploradores y colonizadores.

En la actualidad la batata se cultiva en las regiones tropicales y subtropicales de todo el mundo. Cabe mencionar a China, el cual es el principal productor de batata a nivel mundial seguido de algunos países africanos como Uganda y Nigeria. En el pasado la batata fue un alimento básico en América y se consideró como un cultivo importante para la seguridad alimentaria; además constituyó un alivio y ayuda para eliminar la hambruna. En el siglo XIX se le llegó a llamar "el pan de los pobres" debido a su bajo costo y alto rendimiento. Actualmente la batata se consume tanto en países en desarrollo como en países occidentales donde se valora por sus altas propiedades nutricionales (Cobeña *et al*. 2024).

El camote es una hortaliza del tipo raíz tuberosa que dentro del grupo de

raíces y tubérculos ocupa el tercer lugar en importancia a nivel global precedida de la papa y de la yuca (Cobeña *et al*. 2017). El origen más probable es América del Sur ya que en el Perú en las cuevas de la Puná de Chilca encontraron batatas fósiles que de acuerdo a la determinación con C14 se remonta a una antigüedad de 8000 a 10000 años (Folquer 1978) aunque otros autores ubican su origen México América Central y las Antillas (Lago 2011). En el Ecuador se encuentra camote desde altitudes cercanas al nivel del mar hasta los 3200 m s.n.m (Tapia 2017) sin embargo a nivel comercial recomiendan sembrarlo hasta los 1000 m s.n.m (Bonilla 2009) constituyéndose en una alternativa económicamente viable para los valles de las regiones Costa Sierra y Amazonía (como se citó en Cobeña *et al*. 2024).

Importancia económica

Es un cultivo importante en Ecuador debido a su valor nutricional y su potencial para la seguridad alimentaria y la exportación. Aunque tradicionalmente ha sido un cultivo de subsistencia existen esfuerzos para promoverlo como un cultivo promisorio y diversificar su producción para el mercado nacional e internacional tanto por su valor nutricional como por su potencial económico ya que sus raíces son una fuente importante de carbohidratos vitaminas y minerales. Además, las hojas se pueden utilizar como forraje y las vides como alimento para animales especialmente durante la estación seca.

Aunque actualmente la exportación de batata ecuatoriana es limitada existe un mercado potencial tanto para la raíz fresca como para productos procesados como harina frutas secas y otros derivados. La

batata puede ser una alternativa interesante para diversificar la producción agrícola en Ecuador reduciendo la dependencia de otros cultivos y generando nuevas oportunidades económicas (Foods s. f.).

La importancia económica del camote radica en varios aspectos clave como la seguridad alimentaria ya que es un alimento nutritivo fundamental para combatir la malnutrición (Lago 2011 como se citó en Cobeña *et al.* 2024). El cultivo de camote genera ingresos para los agricultores con tasas marginales de retorno superiores a otros productos agrícolas; además por una creciente demanda en los mercados locales e internacionales está generando oportunidades de negocios para cadenas productivas especializadas que exportan camote fresco y procesado (snack sopas purés chifles harinas otros).

2.8.3 Importancia alimenticia

En Ecuador la batata se conoce comúnmente como camote o papa dulce es un tubérculo originario de la región que se usa en platos dulces y salados, aunque su consumo es bajo y se busca promover destacando su versatilidad y nutrientes como la provitamina A fibra y minerales y se cultiva en variedades como la de pulpa anaranjada Toquecita que es muy nutritiva.

La batata es un cultivo importante en la dieta ecuatoriana y se utiliza en diversas preparaciones culinarias, debido a su alto valor nutricional. La batata es rica en betacaroteno, fibra vitamina C y otros nutrientes esenciales. Su alto valor nutritivo es superior a la patata y se destaca por su contenido de provitamina A, vitamina B1, y vitamina E, lo que la convierte en un alimento importante para la dieta y salud humana. De

igual forma, se considera un potencial importante para la seguridad alimentaria, al ser un cultivo resistente y adaptable que puede cultivarse en diversas regiones de Ecuador, lo que contribuye a la seguridad alimentaria local especialmente en aquellas zonas con problemas de desnutrición. Dado que es cultivo promisorio relativamente sencillo y puede ser rentable para los agricultores. Además, existen variedades mejoradas que se están desarrollando para aumentar su rendimiento y valor nutricional (Nieto *et al.,* 1987).

2.8.4 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 15. Clasificación taxonómica de Ipomoea batatas (L.)

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
Familia	**Convolvulaceae**
Tribu	**Ipomoeae**
Género	***Ipomoea***
Subgénero	***Quamoclit***
Sección	***Batatas***
Especie	***Ipomoea batatas* (L.) Lam.**

Fuente: Información tomada de Huamán (1992).

Descripción Botánica:

Hojas: son simples dispuestas en espiral y pueden ser enteras dentadas o lobuladas con forma cordada a ovada de 5 a 10 cm de largo y ancho.

Tallos: son postrados o volubles delgados y herbáceos a veces

suculentos y pueden enraizar en los nudos. Pueden alcanzar varios metros de longitud. Comúnmente llamado “guía” o “bejuco” de consistencia herbácea predominando la forma cilíndrica la longitud de sus entrenudos depende del hábito de crecimiento de cada variedad y de la disponibilidad de agua (León 2000 como se citó en Aguilar 2021).

Existe camote de tipo arbusto que desarrolla diversas ramificaciones primarias y secundarias. El tallo está constituido por yemas axiales yemas terminales nudos y entrenudos; es de hábito rastrero. Se deben considerar los siguientes aspectos: longitud: de 15-20 cm en variedades enanas hasta 4 m en las comunes o rastreras. Grosor: delgados (menos de 4 mm) medianos (4-6 mm): gruesos (más de 6 mm) (Vidal 2000 como se citó en Aguilar 2021).

Inflorescencias: Las flores son axilares solitarias o en cimas con una corola en forma de embudo generalmente de color lila o blanco con garganta más oscura.

Flores: Las flores están agrupadas en inflorescencias tipo racimo con raquis de 5-20 cm de largo y dos brácteas en su extremo que a veces toman aspecto foliar. Los botones florales tienen colores característicos desde verde pálido hasta púrpura intenso. Se deben considerar las siguientes partes: pedúnculo floral: 2-3 hasta 15 mm (Auris 1999 como se citó en Aguilar 2021). Cáliz con dos sépalos exteriores oblongos agudos largamente mucronados ciliados nervadura prominente; tres sépalos interiores ovado-elípticos agudos notablemente mucronados glabros; corola: infundibuliforme de 2-4 cm de largo por 2-35 cm de ancho; bordes de las áreas mesopétalas purpúreos o violetas interiores

fuertemente púrpura- rojizo más en la base. Hay variedades con corola totalmente blanca. Androceo: con cinco estambres de filamentos parcialmente soldados a la corola longitudinal. Según la variedad difiere la altura y posesión de las anteras en relación con el estigma; gineceo: con ovario súpero bicarpelar bilocular con estigma bicapitado (Chávez 2002 como se citó en Aguilar 2021).

Raíces: El órgano de almacenamiento es la raíz tuberosa comestible de forma variable con diferentes colores de piel (blanco amarillo marrón rojo morado) y pulpa (blanco amarillo naranja morado).

Raíz: La raíz a través el tallo (por semilla sexual) da origen a raíces adventicias se forman a partir de los nudos o entrenudos alcanzando profundidades de hasta el 120 m. Las semillas verdaderas escarificadas germinan a las 24 - 48 horas (las decapitadas pueden hacerlo en seis horas). A los 45 - 60 días ya está formada una raíz de 05 cm. de diámetro con las características de las futuras raíces tuberosas (color de la pulpa la cáscara actividad de oxidasas). En las plantas obtenidas de guías. Las raíces adventicias pueden originarse en los nudos o entrenudos y son positivamente geotrópicas llegan hasta 120 m. de profundidad. Algunas raíces engruesan y llegan hasta 30 cm. de largo y 20 cm. De diámetro a esto se le llama “batata” “camote” o “boniato” (Vidal 2000 como se citó en Aguilar 2021).

Frutos: son poco comunes cápsulas ovoides con semillas redondeadas y de color oscuro. Es una cápsula redondeada de 3-7 mm de diámetro con apículo terminal. En estado inmaduro presenta colores que varían desde el verde pálido hasta el púrpura. Pubescencia según las

variedades. Al madurar toma color marrón - pardo. En la cápsula madura el apículo se separa por zona de abscisión en la base al ser tocado. Cada cápsula tiene 1- 4 semillas. La maduración se produce de 25-55 días después de la fecundación según las condiciones climáticas. En climas calurosos el periodo es más corto (Auris 1999 como se citó en Aguilar 2021).

Semilla: Tiene 2-4 mm de largo glabras son negras a veces marrones opacas. De forma irregular. El tegumento es muy resistente e impermeable lo que obliga a tratamientos especiales para acelerar la germinación. Conserva el poder germinativo por varios años. La producción de semilla no es rara en la batata (Chávez 2002 como se citó en Aguilar 2021).

2.8.5 Exigencias ecológicas

Es una planta tropical que requiere un clima cálido y suelos bien drenados para un crecimiento óptimo. Prefiere pleno sol y temperaturas superiores a 21°C aunque puede tolerar calor y viento fuertes. Además, necesita un suelo ligeramente ácido (pH entre 5 y 7.5) y buena humedad, aunque no tolera el exceso de agua que puede causar pudrición de las raíces. Ecuador es un país que posee características geográficas y climas adecuados para el desarrollo del cultivo de camote de ahí que se lo puede encontrar en la Costa Sierra y Oriente pues existen localidades especiales donde el clima la altitud y el suelo le son propicio (Cobeña et al., 2024). Dentro de los factores climáticos relacionados con este cultivo se deben considerar lo siguiente:

Requerimientos específicos:

Precipitación: El cultivo de camote se adapta bien a condiciones de precipitación de 400 a 1000 mm (Lardizabal 2007) pero con precipitaciones de 500 a 700 mm se logra una mejor producción. Este cultivo es posible implementarlo en zonas con precipitación mayor a los 2000 mm aunque su ciclo productivo tiende a alargarse a 10-12 meses por falta de luminosidad baja temperatura y exceso de agua (Cobeña et al., 2024).

Temperatura: El camote es una planta que desarrolla bien en climas tropicales y subtropicales con temperaturas que oscilen entre los 18 y 28ºC (Lardizabal 2007). Sin embargo, puede adaptarse a climas secos-templados siempre que las temperaturas medias no sean inferiores a los 20°C y las mínimas 15°C como es el caso de los valles abrigados de la serranía ecuatoriana como: San Miguel de Perucho Chavezpamba y San José de Mina donde se puede cultivar camote (Cobeña et al., 2024).

Luz: Requiere pleno sol durante la temporada de crecimiento. La presencia de una buena luminosidad favorece los procesos de la fotosíntesis y de la transpiración requiriendo de 12-13 horas/sol/día el cultivo de camote no produce raíces comerciales bajo sombra (Cobeña et al., 2024; Lardizabal 2007).

Altitud: El cultivo de camote en Ecuador se lo puede encontrar desde el nivel del mar hasta los 3200 metros sobre el nivel del mar (Tapia 2017) sin embargo los mejores rendimientos en plantaciones comerciales se obtienen hasta los 900 m s.n.m. (Cobeña et al., 2024).

Suelo: Puede prosperar en todo tipo de suelo de preferencia aquellos que presentan buena aireación buen drenaje que sean livianos y con alto

contenido de materia orgánica que van desde franco arenosos hasta franco arcillosos con estos estos tipos de suelos el rendimiento promedio está en alrededor de 15 t por hectárea (Villavicencio *et al*. 2022). Tolera suelos moderadamente ácidos con pH entre 45 y 77. Si el suelo es muy fértil pesado y húmedo el desarrollo de hojas y tallo es muy vigoroso pero el rendimiento de raíces tuberosas es bajo al igual que la calidad. Las raíces tuberosas de mejor calidad se obtienen en suelos arenosos (Cobeña et al., 2024).

2.8.6 Fisiología

La duración de cada fase fenológica del cultivo está relacionada con la variedad y las condiciones ambientales (Cusumano & Zamudio 2013 como se citó en Aguilar 2021).

Fases fenológicas (Ruíz *et al.* 2012 como se citó en Aguilar 2021):

- Crecimiento de guías: Esta fase comprende los primeros 30-40 días desde la siembra de la guía.
- Fase vegetativa: 80 – 90 días después de la siembra.
- Desarrollo raíces: 120 días después de la siembra.

En el crecimiento y desarrollo del cultivo de camote a nivel comercial (ciclo cultivo 90 días) se han observado tres etapas fenológicas y estas son:

Fase Inicial. Comienza con la brotación la misma que ocurre en los primeros 10 días se caracteriza por un crecimiento lento del follaje y un rápido desarrollo de las raíces adventicias que aparecen de los nudos

enterrados de la guía además se diferencian las raíces de color rosado intenso o morado pálido que se transformaran en raíces tuberosas. En esta fase la planta utiliza casi todos los carbohidratos producidos para el crecimiento de las guías y raíces absorbentes y tiene una duración de aproximadamente 40 días después de la siembra (Cobeña et al., 2024).

Fase intermedia o vegetativa. Se caracteriza por un crecimiento rápido del follaje y un aumento del área foliar a los 60 días después de la siembra el follaje ha cubierto todo el surco o hilera paralelamente se inicia el desarrollo de las raíces tuberosas. A medida que el desarrollo del follaje comienza a declinar la tasa de crecimiento de las raíces tuberosas se incrementa con el consiguiente engrosamiento de las raíces tuberosas y va desde los 41 hasta los 89 días después de la siembra (Cobeña et al., 2024).

Fase final o Cosecha. Esta fase se caracteriza por que el crecimiento del follaje se detiene y las raíces comienzan a aumentar de tamaño definiendo la producción y finaliza con la cosecha que ocurre a los 90 días después de la siembra (Cobeña et al., 2024).

Estas fases pueden variar en días dependiendo de la zona de siembra de la variedad precoz (hasta 90 días después de la siembra (dds) como la variedad INIAP-Toquecita) intermedia (hasta 120 dds como la variedad INIAP-Buena Vista) o tardía (150 dds como la variedad Morado Brasil). También va a depender de la preparación y humedad del suelo. En el Ecuador en la Costa el ciclo del cultivo de una variedad comercial es de 3 a 4 meses en la Amazonía 10 a 12 meses y en los valles abrigados de la Sierra de 5 a 6 meses (Cobeña *et al.* 2024).

Escobar (1975 como se citó en Aguilar 2021) determinó fases similares:

- **Fase vegetativa inicial** en la que la mayoría de los asimilados son utilizados en la producción de tallos y hojas.
- **Fase vegetativa media** los tallos y las raíces tuberosas compiten por los asimilados y la proporción de materia seca vertida en cada órgano depende del genotipo y del índice de crecimiento.
- **Fase de tuberización** cuando la mayoría de foto-asimilados se destinan al llenado de las raíces tuberosas.

En estudios realizados por Méndez (1987 como se citó en Aguilar 2021) divide **las Fases de crecimiento en:**

- 0-45 días después de la siembra (dds) con un mayor desarrollo de la parte aérea y raíces fibrosas.
- 45-60 dds en esta fase se inicia el período de desarrollo de las raíces tuberosas y llega hasta los 90 días con el mayor peso seco de la parte aérea.

2.8.7 Nutrición

Es importante un manejo adecuado de la fertilización aplicando fósforo y parte del nitrógeno y potasio como abonado basal. Se recomienda realizar análisis de suelo para determinar las necesidades específicas de nutrientes en cada finca.

Tabla 16. Nutrientes esenciales en la batata.

Nutriente	Función principal
Nitrógeno (N)	Necesario para un crecimiento vegetativo vigoroso. Favorece el desarrollo del follaje, pero un exceso puede reducir la producción de raíces y afectar el rendimiento.
Fósforo (P)	Fundamental para el desarrollo de raíces y tubérculos. Contribuye a la formación de tejidos de reserva y mejora la eficiencia energética de la planta.
Potasio (K)	La batata es un cultivo muy exigente en potasio. Este nutriente es clave para la calidad de los tubérculos, la resistencia a enfermedades y la regulación del agua en la planta.
Otros nutrientes	Magnesio, calcio y micronutrientes son esenciales para el desarrollo general de la planta, interviniendo en procesos fisiológicos como la fotosíntesis, la estructura celular y la actividad enzimática.

Fuente: Adaptado de FAO (2005), Haifa Group (s. f.), CIP y MIDAGRI (2020).

Tabla 17. Recomendaciones para la fertilización de batata.

Práctica	**Descripción**
Fertilización basal	Aplicar fósforo y una parte del nitrógeno y potasio al momento de la siembra, asegurando una base nutricional adecuada para el inicio del cultivo.
Aporcado	Realizar un aporque a los 35 días de la siembra para favorecer el desarrollo de las raíces tuberosas, mejorar la aireación del suelo y estimular la formación de tubérculos.
Análisis de suelo	Es fundamental realizar análisis de suelo para

	determinar las necesidades específicas de nutrientes en cada finca y ajustar las dosis de fertilización de manera precisa.
Evitar excesos	Un exceso de nitrógeno puede reducir la producción de raíces, generando un desequilibrio en el crecimiento vegetativo y afectando el rendimiento final.

Fertilización

La fertilización depende de la nutrición del suelo de la variedad de camote y el ciclo productivo. Es importante realizar un análisis de suelo para definir la fertilización a realizar. Los suelos con altos contenidos de nitrógeno no son recomendados para la producción de camote esto debido a que la alta disponibilidad de este elemento favorece la producción de follaje (Casaca 2005 como se citó en Aguilar 2021) aspecto que no se desea pues lo que se comercializa es el tubérculo. Los requerimientos de nutrientes para el camote son: 50 kg de Nitrógeno (N) 84 kg de Fósforo (P2O5) 80 kg de Potasio (K2O) (Cobeña & Chang, 2024).

Los fertilizantes son necesarios para asegurar la salud de las plantas al igual que el agua y la luz solar. Existen diferentes tipos de fertilizantes agrícolas (inorgánicos orgánicos abonos y bioestimulantes) y cada uno de ellos tiene sus propias ventajas e inconvenientes. Los fertilizantes químicos tienen la particularidad de dar resultados muy rápidos y de forma visible mejoran el estado de salud de las plantas y aumentan la producción de cosechas (Cobeña & Chang, 2024).

La fertilización del camote debe ser controlada de acuerdo a la demanda

de la planta por lo que conocer sus requerimientos permite mantener un nivel óptimo de concentración de los elementos nutricionales en todo el ciclo del cultivo. Existen dos elementos claves en la nutrición del camote el Nitrógeno y el Potasio. Sin embargo, el exceso de nitrógeno favorece el desarrollo de la parte aérea haciendo que la planta se vaya en "vicio" disminuyendo el rendimiento. El potasio es necesario para el desarrollo y engrosamiento de las raíces tuberosas. De acuerdo a las cantidades de nutrimentos que extrae un cultivo de camote según su rendimiento se pueden determinar las dosis de fertilizantes. Una producción de 17 t. ha-1 de camote extrae del suelo 74 Kg por hectárea de nitrógeno 13 de fósforo 127 de potasio 23 de calcio 9 de magnesio y 6 Kg de azufre (Cobeña & Chang, 2024).

2.8.8 Variedades comerciales

Genética

La diversidad genética del camote en Ecuador es altamente significativa debido a la presencia de diferentes variedades y ecotipos, que se han adaptado a las distintas regiones del país; tal es así que se han encontrado disímiles variedades de camote con distintos colores, formas y tamaños, tales como: el morado, amarillo blanco y el anaranjado. Cada una de estas variedades posee características únicas en cuanto a su sabor, textura y propiedades nutricionales. Además, existen ecotipos de camote, que se han adaptado a las diferentes altitudes y condiciones climáticas como lo son, las regiones costeras y la montaña. Es importante destacar que esta diversidad genética es de gran importancia para la producción agrícola y la seguridad alimentaria a partir de que

brinda a los agricultores varias opciones para adaptarse a diversas condiciones ambientales y garantizar así la disponibilidad y comercialización de alimentos con calidad. El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) alberga en su Banco de Germoplasma 392 accesiones de camote las cuales han sido recolectadas en 18 provincias de Ecuador. También cuenta con 13 variedades introducidas provenientes del Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú. De estas accesiones recolectadas en Ecuador el 64% pertenece a la región Costa, el 19% a la región Oriente o Amazónica y el 17% a la región Sierra (Paredes 2014).

Algunas variedades se identifican por su color de pulpa como la variedad "Toquecita" de pulpa anaranjada descrita en un plegable del INIAP. Además, en la Amazonía diferentes nacionalidades indígenas le dan distintos nombres como "inchi" para los achuar "kila" para los andoa y "konst" para los cofán. Es importante destacar que para el logro de una producción eficiente de camote se comienza con la cuidadosa selección de variedades adecuadas. Al elegir aquellas que se adapten adecuadamente a las condiciones locales se deben considerar características clave como el rendimiento a la resistencia a determinadas enfermedades y la calidad de la raíz así como el tiempo de maduración. Esta selección es importante realizarla, pues garantiza que el cultivo exhiba una mayor resistencia a las enfermedades y plagas además que se logre una mejor adaptación al clima y al suelo de la región. La producción comercial de camote desempeña un papel fundamental en la satisfacción de la creciente demanda de este nutritivo tubérculo. No obstante para asegurar la rentabilidad y el éxito de las operaciones comerciales resulta crucial efectuar una adecuada selección de las variedades que serán

cultivadas (Cobeña *et al.* 2024).

Variedades de batata en Ecuador:

Para describir un cultivar o variedad de camote se considera el carácter de la pulpa ya sea húmeda o seca (moist o dry type). Estos términos hacen referencia al ablandamiento del camote durante la cocción como resultado de la conversión de los almidones en maltosa. Según este criterio junto con el color de la pulpa se ha realizado la siguiente clasificación de las variedades más difundidas a nivel mundial (Folquer 1978 como se citó en Cobeña *et al.* 2024). A continuación, describiremos las variedades de camote de acuerdo a coloración de pulpa:

Camote morado. El camote morado es una variedad que se distingue por su vibrante color púrpura tanto en su piel como en su pulpa. Además de ser visualmente atractivo el camote morado es rico en antioxidantes especialmente antocianinas que combaten los radicales libres en el cuerpo. Con su sabor dulce y suave es muy apreciado en diversas preparaciones culinarias como purés pasteles y bastones fritos.

Tabla 18. Características del camote morado.

Aspecto	Descripción
Color	Presenta un vibrante tono púrpura tanto en la piel como en la pulpa, debido a la alta concentración de antocianinas.
Sabor	Dulce y suave, lo que lo hace versátil en preparaciones tanto dulces como saladas.
Nutrientes	Rico en antioxidantes, especialmente antocianinas, que ayudan a combatir radicales libres y fortalecen el sistema inmunológico. También aporta fibra,

	vitamina C y minerales como potasio y manganeso.
Uso culinario	Se emplea en purés, pasteles, bastones fritos, sopas y postres. Su color intenso lo convierte en un ingrediente atractivo para la gastronomía gourmet y la repostería.
Beneficios para la salud	Contribuye a la salud cardiovascular, mejora la digestión gracias a su fibra y puede tener efectos positivos en la regulación de la glucosa por su bajo índice glucémico.
Valor cultural	En varios países se considera un alimento tradicional y festivo, utilizado en celebraciones y platos típicos por su color llamativo y sabor especial.

Fuente: Adaptado de FAO (1990), CIP, USDA FoodData Central, Haifa Group y MIDAGRI (2020).

Camote anaranjado

El camote anaranjado es quizás la variedad más común y reconocible. Su piel naranja brillante y su pulpa de color intenso son indicadores de su alto contenido de betacarotenos un antioxidante que se convierte en vitamina A en el organismo. Este camote tiene un sabor dulce y se utiliza en una amplia variedad de platos desde sopas y guisos hasta batidos y postres.

Tabla 19. Características del camote anaranjado.

Aspecto	Descripción
Color	La piel puede variar entre tonos naranja, rosada o morada, mientras que la pulpa conserva siempre el color anaranjado intenso.
Sabor	Presenta un sabor dulce, lo que lo convierte en una variedad muy versátil en la cocina.

Nutrientes	Es una excelente fuente de betacarotenos, que se convierten en vitamina A en el organismo. También aporta vitamina C y fibra dietética.
Uso culinario	Se utiliza en una amplia variedad de platos como sopas, guisos, batidos y postres. Su color y sabor lo hacen atractivo tanto en preparaciones tradicionales como modernas.

Fuente: Adaptado de FAO (1990), CIP, USDA FoodData Central, Haifa Group y MIDAGRI (2020).

Camote blanco

El camote blanco es una variedad menos conocida pero igualmente deliciosa. Su piel y pulpa son de color blanco y su sabor es suave y ligeramente dulce. Rico en fibra y vitamina C el camote blanco es una opción saludable para incorporar a diversas recetas. Se puede utilizar en purés sopas y chips de camote aportando un toque de suavidad y frescura a los platos.

Tabla 20. Características del camote blanco.

Aspecto	Descripción
Color	La piel puede variar entre tonos naranja, rosada o morada, mientras que la pulpa conserva siempre el color anaranjado intenso.
Sabor	Presenta un sabor dulce, lo que lo convierte en una variedad muy versátil en la cocina.
Nutrientes	Es una excelente fuente de betacarotenos, que se convierten en vitamina A en el organismo. También aporta vitamina C y fibra dietética.
Uso culinario	Se puede utilizar en purés, sopas y chips de camote, aportando suavidad y frescura a los platos.

Fuente: Adaptado de FAO (1990), CIP, USDA FoodData Central, Haifa Group y MIDAGRI (2020).

Camote amarillo

La variedad de camote amarillo se caracteriza por su piel de color marrón y su pulpa amarilla intensa. Es una excelente fuente de vitaminas B y C así como de betacarotenos. Con su sabor dulce y ligeramente afrutado el camote amarillo es utilizado en una variedad de preparaciones desde postres y pasteles hasta batidos y platos principales. Además, su color vibrante añade belleza y vitalidad a cualquier plato.

Tabla 21. Características del camote Amarillo.

Aspecto	Descripción
Color	La piel puede variar entre tonos marrones y morados, mientras que la pulpa es de un amarillo intenso y uniforme.
Sabor	Presenta un sabor dulce y ligeramente afrutado, lo que lo hace atractivo en preparaciones tanto dulces como saladas.
Nutrientes	Es rico en vitaminas del grupo B y vitamina C, además de aportar betacarotenos que se convierten en vitamina A en el organismo.
Uso culinario	Se utiliza en una amplia variedad de platos como postres, pasteles, batidos y platos principales. Su color vibrante añade belleza y vitalidad a las preparaciones.

Fuente: Adaptado de FAO (1990), CIP, USDA FoodData Central, Haifa Group y MIDAGRI (2020).

Camote púrpura

El camote púrpura es una variedad interesante que destaca por su piel de color marrón claro y su pulpa de color morado con tonalidades blancas. Además de su agradable sabor agridulce el

camote púrpura es una excelente fuente de antioxidantes y fibra. Su versatilidad culinaria le permite ser utilizado en platos dulces y salados como pasteles tartaletas y purés añadiendo un toque de color y sabor único.

Tabla 22. Características del camote purpura.

Aspecto	Descripción
Color	La piel es de color marrón claro, mientras que la pulpa combina tonos morados con blanco, lo que le da un aspecto distintivo.
Sabor	Presenta un sabor agridulce, agradable y versátil para diferentes preparaciones.
Nutrientes	Es una excelente fuente de antioxidantes, especialmente antocianinas, además de aportar fibra que favorece la digestión.
Uso culinario	Se utiliza en platos dulces y salados como pasteles, tartaletas y purés, añadiendo un toque de color y sabor único.

Características de las principales variedades de camote

1. Nombre del cultivar: **GUAYACO MORADO**.

Procedencia: Provincia de Manabí - Banco Nacional de Germoplasma – INIAP.

Conocida como Guayaco Morado esta variedad tiene un follaje denso y disperso los tallos principales son de 154 cm de longitud lo que le permite tener una cobertura de suelo de más del 90% sus entrenudos son de longitud corta (de 3 a 5 cm) y su diámetro intermedio (7 a 9 mm) las hojas son medianas (de 8 a 15 cm de longitud) enteras presenta tres

lóbulos superficiales de forma triangular. El color de la hoja madura es verde mientras que la inmadura es verde con borde morado el peciolo es intermedio llegando a medir de 21 a 30 cm. La forma de la raíz tuberosa es largo irregular o curvado con ausencia de defectos superficiales; el grosor de la corteza es intermedia (2 a 3 mm). El color predominante de la piel es morado cuya intensidad es pálida; carece de color secundario. El color predominante de la pulpa es morado pálido siendo el blanco su color secundario; distribuida en la mayor parte de la pulpa. La distribución de la raíz tuberosa en el tallo es muy dispersa. Los rendimientos promedios de raíces por hectárea están en 18.429 kilogramos y de follaje 26.286 kilogramos (Cobeña *et al.* 2024).

2. Nombre del cultivar: **TENA**.

Procedencia: Provincia de Napo – Banco Nacional de Germoplasma – INIAP.

La variedad conocida como Tena originaria de Napo sitio Campococha en Ecuador se caracteriza por tener un follaje poco denso y extremadamente disperso. Sus tallos principales alcanzan una longitud de 391 cm y cubren el suelo en un grado medio durante un rango de 50 a 70%. Los entrenudos tienen una longitud intermedia de 6 a 9 cm y un diámetro delgado de 4 a 6 mm. Las hojas son de tamaño mediano con una longitud que varía de 8 a 15 cm y presentan tres lóbulos moderados con forma semi-elíptica. El color de las hojas maduras es verde mientras que las hojas inmaduras tienen un borde morado y el resto de la hoja es verde. El peciolo que es la parte que conecta la hoja al tallo es corto y mide entre 10 y 20 cm. En cuanto a la raíz tuberosa tiene una forma

alargada irregular o curvada con pequeñas hendiduras longitudinales superficiales. La corteza es delgada con un grosor de 1 a 2 mm. El color predominante de la piel es crema con una intensidad intermedia y no muestra un color secundario. En cuanto a la pulpa de la raíz su color predominante es anaranjado intermedio con un tono secundario crema. Se distribuye en forma de anillos anchos en la mayor parte de la pulpa. La distribución de las raíces tuberosas en el tallo se presenta en forma de un racimo abierto. Centro KOPIA Ecuador. En términos de rendimiento se obtienen aproximadamente 16.714 kilogramos de raíces y 10.429 kilogramos de follaje por hectárea.

3. Nombre del cultivar: **CREMA**.

Procedencia: Provincia de Manabí - Banco Nacional de Germoplasma – INIAP.

La variedad conocida como Crema originaria de Manabí en Ecuador se caracteriza por tener un follaje denso y disperso. Los tallos principales alcanzan una longitud de 177 cm lo que permite que la planta tenga una alta cobertura de suelo que oscila entre el 75% y el 90%. Los entrenudos son muy cortos de menos de 3 cm de longitud y tienen un diámetro intermedio de 7 a 9 mm. Las hojas son de tamaño mediano con una longitud que varía de 8 a 15 cm y son enteras presentando una forma triangular. El color de las hojas maduras es verde mientras que las hojas inmaduras tienen un borde morado y el resto de la hoja es verde. El peciolo que es la parte que conecta la

hoja al tallo es de tamaño intermedio midiendo entre 21 y 30 cm. En cuanto a la raíz tuberosa tiene una forma ovada y presenta pequeñas

hendiduras superficiales. La corteza tiene un grosor intermedio de 2-3 mm. El color predominante de la piel es anaranjado con una intensidad intermedia y no muestra un color secundario. En cuanto a la pulpa de la raíz su color predominante es anaranjado intermedio mientras que el color secundario es crema. Se distribuye en forma de anillos anchos en la mayor parte de la pulpa. La distribución de las raíces tuberosas en el tallo es dispersa. En términos de rendimiento se obtienen aproximadamente 19.857 kilogramos de raíces y 31.000 kilogramos de follaje por hectárea.

4. Nombre del cultivar: **ANARANJADO.**

Procedencia: Provincia de Manabí - Banco Nacional de Germoplasma – INIAP.

La variedad conocida como Anaranjado fue recolectada en Manabí Ecuador. Esta variedad se caracteriza por tener un follaje poco denso y disperso. Los tallos principales alcanzan una longitud de 177 cm brindando una cobertura de suelo media que oscila entre el 50% y el 70%. Los entrenudos son cortos midiendo de 3 a 5 cm de longitud con un diámetro intermedio de 7 a 9 mm. Las hojas son de tamaño mediano con una longitud que varía de 8 a 15 cm y presentan tres lóbulos moderados con forma semi-elíptica. El color de las hojas maduras es verde con un borde morado mientras que las hojas inmaduras presentan un tono ligeramente morado. El peciolo que es la parte que conecta la hoja al tallo es corto con una longitud de 10 a 20 cm. En cuanto a la raíz tuberosa tiene una forma ovada con pequeñas hendiduras longitudinales superficiales. La corteza tiene un grosor que oscila entre 3 y 4 mm. El

color predominante de la piel es anaranjado con una intensidad oscura y no muestra un color secundario. En cuanto a la pulpa de la raíz su color predominante es un tono anaranjado intermedio. La distribución de las raíces tuberosas en el tallo se presenta en forma de un racimo cerrado. En términos de rendimiento se obtienen aproximadamente 11.857 kilogramos de raíces y 25.714 kilogramos de follaje por hectárea.

5. Nombre del cultivar: **INA.**

Procedencia: Centro Internacional de la Papa (CIP 192033.50).

La variedad conocida como INA-100 fue introducida desde el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú bajo el código CIP-192033.50. Esta variedad se caracteriza por tener un follaje denso y semi-erecto. Los tallos principales tienen una longitud de 80 cm con entrenudos de longitud intermedia de 6 a 9 cm y un diámetro de 7 a 9 mm. Las hojas son medianas con una longitud que varía de 8 a 15 cm lobuladas en tres lóbulos y de forma semi elíptica con hendiduras moderadas en los lóbulos. El color de las hojas maduras es verde mientras que las hojas inmaduras son predominantemente moradas. El peciolo que es la parte que une la hoja al tallo es corto con una longitud de 10 a 20 cm. En cuanto a la raíz tuberosa tiene una forma obovada y presenta pequeñas hendiduras longitudinales superficiales. La corteza tiene un grosor intermedio de 2-3 mm. El color predominante de la piel es anaranjado con una intensidad intermedia y no muestra un color secundario. En cuanto a la pulpa predomina un color anaranjado oscuro sin presencia de un color secundario. La distribución de la raíz tuberosa en el tallo es muy dispersa. En términos de rendimiento se obtienen aproximadamente 11.714 kilogramos de raíces y 13.571 kilogramos de

follaje por hectárea.

6. Nombre del cultivar: **MORADO ECUADOR.**

Procedencia: Centro Internacional de la Papa (CIP 400002).

La variedad Morado Ecuador introducida desde el Centro Internacional de la Papa (CIP) en Perú bajo el código CIP-400002 y el número de colección DLP613 se caracteriza por tener un follaje denso y semi-erecto. Los tallos principales tienen una longitud de 122 cm con entrenudos cortos de 3 a 5 cm y un diámetro delgado de 4 a 6 mm. Las hojas son de tamaño mediano con una longitud que varía de 8 a 15 cm y están prácticamente divididas en tres lóbulos profundos de forma lineal-ancho. El color de las hojas maduras es verde con un borde morado mientras que las hojas inmaduras presentan un tono ligeramente morado. El peciolo que es la parte que conecta la hoja al tallo es corto con una longitud de 10 a 20 cm. En cuanto a la raíz tuberosa tiene una forma redonda y presenta pequeños defectos superficiales que se asemejan a la piel de un cocodrilo. La corteza es gruesa con un grosor de 3 a 4 mm. El color predominante de la piel es anaranjado pálido y no muestra un color secundario. En cuanto a la pulpa de la raíz su color predominante es crema sin presencia de un color secundario. La distribución de las raíces tuberosas en el tallo es muy dispersa. En términos de rendimiento se obtienen aproximadamente 23.143 kilogramos de raíces y 40.714 kilogramos de follaje por hectárea. Centro KOPIA Ecuador.

Variedades adaptadas y seleccionadas en el Ecuador

Se han adaptado y seleccionado variedades de camote gracias a la

investigación y el trabajo de instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Estas variedades han sido seleccionadas de plantas elites para aumentar su rendimiento resistencia a enfermedades y plagas, así como mejorar sus características organolépticas. Cada una de ellas ha sido seleccionada para satisfacer las demandas de los agricultores y consumidores garantizando así la disponibilidad de alimentos de calidad y contribuyendo a la seguridad alimentaria del país.

Entre las variedades adaptadas y seleccionadas de camote en Ecuador se destacan:

Variedad: INIAP-TOQUECITA

Características agronómicas de la variedad de camote INIAP-TOQUECITA:

- De follaje denso y disperso con tallos principales de 158 cm de longitud sus entrenudos son de longitud corta (de 3 a 5 cm) y su diámetro es intermedio (7 a 9 mm).
- Las hojas son medianas (de 8 a 15 cm de longitud) enteras de forma triangular con hendiduras muy superficiales. El color de la hoja madura es verde mientras que la inmadura es verde con borde morado el peciolo es corto llegando a medir de 10 a 20 cm.
- La forma de la raíz tuberosa es elíptica con defectos de constricciones horizontales superficiales; el grosor de la corteza es intermedia (2 a 3mm). El color predominante de

la piel es anaranjado con intensidad intermedia; carece de color secundario.

- En la pulpa predomina el color anaranjado con intensidad intermedia el color secundario es anaranjado más intenso distribuido en forma de anillos delgados en la corteza.
- La distribución de la raíz tuberosa en el tallo es dispersa.
- Esta variedad logra la madurez de sus raíces tuberosas entre los 90 a 120 días.
- Los rendimientos promedios de raíces por hectárea están en 22.000 kilogramos y de follaje 19.429 kilogramos.

Variedad: INIAP-BUENA VISTA

Características agronómicas de la variedad de camote INIAP-Buena Vista:

- De follaje denso y extremadamente disperso con tallos principales mayor a 330 cm de longitud sus entrenudos son de longitud intermedia (de 6 a 9 cm) y su diámetro es delgado (4 a 6 mm).
- Las hojas son medianas (de 8 a 15 cm de longitud) lobulada de forma triangular con hendiduras muy superficiales. El color de la hoja madura es verde mientras que la inmadura es mayormente morada el peciolo es intermedio llegando a medir de 21 a 30 cm.
- La forma de la raíz tuberosa es elíptica el grosor de la

corteza es muy delgada (< 1 mm). El color predominante de la piel es rosado con intensidad intermedia; carece de color secundario.

- En la pulpa predomina el color anaranjado con intensidad oscuro el color secundario es amarillo con anillo ancho (3 a 5 mm) en la corteza.
- La distribución de la raíz tuberosa en el tallo es racimo abierto.
- Esta variedad logra la madurez de sus raíces tuberosas entre los 90 a 120 días.
- El mayor porcentaje de las raíces comerciales se ubican entre pequeñas a medianas (100-500 g).
- Los rendimientos promedios de raíces por hectárea están en 23.000 kilogramos y de follaje 19.429 kilogramos (Cobeña *et al.* 2024).

2.9 Cultivo de nabo (*Brassica napus L.)*



Figura 9.Cultivo de nabo.

Fuente: https://www.istockphoto.com/photo/turnips-in-the-garden-gm172988247-7234623

2.9.1 Características

Las hortalizas incluido el nabo forman parte de la canasta básica de los ecuatorianos y su presencia en los mercados se ve influenciada por la intensificación y tecnificación de su cultivo que demanda elevadas cantidades de agroquímicos. Este cultivo del nabo es relativamente fácil y rápido especialmente si se cosechan jóvenes y dulces. Los nabos se adaptan a climas frescos y prefieren suelos fértiles y bien drenados. Se siembran directamente en el suelo y pueden cosecharse en tan solo seis semanas. Tanto las hojas como las raíces son comestibles lo que convierte al nabo en un cultivo versátil.

Es una planta herbácea de rápido crecimiento que llega a desarrollar una raíz fibrosa comestible las hojas son alargadas y de color verde. La planta puede alcanzar una altura de 30 - 40 cm dependiendo del cultivar. Sus flores son pequeñas y amarillas se disponen en un racimo terminal y sus frutos son silicuas de color verde que miden alrededor de 6 cm (SIAP s. f.).

En Ecuador se cultivan diversas variedades de nabos incluyendo el nabo chino (*Brassica rapa*) y el nabo repollo (Brassica napobrassica o *Brassica napus* var. *napobrassica*). Dentro del nabo chino existen variedades como el Michihili que se caracteriza por su forma alargada y hojas verdes. También se cultiva la variedad Seven Top conocida por la calidad de sus hojas. El nabo es una especie que ha sido domesticada y se cultiva por su raíz suculenta y también existen formas silvestres

relacionadas.

2.9.2 Origen y evolución

El nabo, originario de Eurasia, ha sido un cultivo importante desde la antigüedad, con evidencias de consumo que datan de hace más de 4000 años. Se cree que su origen se encuentra en el norte de Europa y Asia Central, desde donde se expandió hacia diferentes regiones del mundo. Los griegos y romanos lo cultivaron y así desarrollaron nuevas variedades, y durante la Edad Media se convirtió en un alimento básico en Europa. Aunque posteriormente fue desplazado por la papa, el nabo continuó siendo cultivado y valorado, especialmente como alimento para el ganado. En la actualidad, tanto su raíz como sus hojas están ganando popularidad en la gastronomía moderna.

Hoy en día, el nabo está experimentando un resurgimiento culinario gracias al mayor conocimiento de sus propiedades nutricionales y beneficios para la salud. Sin embargo, en Ecuador su producción está ligada al uso intensivo de agroquímicos, lo que puede generar impactos negativos en el medio ambiente. A nivel mundial, el cultivo del nabo se destaca en Alemania, en la costa del mediterráneo de Europa y, en menor medida, en el sur de los Estados Unidos (El Huerto de José Antonio, 2022).

En la zona interandina de Ecuador, particularmente en la provincia de Tungurahua, se cultiva junto con otras hortalizas como cebolla, remolacha, zanahoria y rábano. También se produce en localidades como Ambato, Quero, Saquisilí, Píllaro y Cevallos, entre otros sectores de la sierra. En contraste, en la región de la costa los registros de cultivo

con fines comerciales son escasos, debido a que las condiciones climáticas predisponen a las hortalizas a diversas enfermedades fungosas, bacterianas y virósicas, lo que afecta tanto el rendimiento como la calidad de su producción (Hernández, 2020).

Importancia:

- El nabo es una hortaliza versátil utilizada tanto en la alimentación humana como animal. Su raíz es rica en nutrientes y vitaminas y sus hojas también son comestibles y nutritivas.
- El nabo es un cultivo adaptable a diferentes climas y suelos lo que ha facilitado su difusión global. Su sabor, aunque a veces considerado algo amargo es apreciado en diversas preparaciones culinarias desde guisos hasta en ensaladas.

Importancia económica

Esta es baja a nivel de exportación, pero existe a nivel local por su consumo como hortaliza en la canasta básica y su uso como forraje para animales que no es el enfoque principal, pero puede ser utilizado en periodos de escasez de pastos. Su cultivo depende del uso de agroquímicos lo que genera impactos ambientales negativos.

2.9.3 Usos y significado económico

- Consumo humano: El nabo es una hortaliza que forma parte de la canasta básica de los ecuatorianos lo que le otorga una importancia local en la alimentación.
- Forraje para animales: El nabo forrajero se cultiva como una

alternativa para la alimentación del ganado especialmente durante épocas de escasez de pastos.

- Bajo impacto en exportaciones: A diferencia de otros cultivos que se exportan masivamente el nabo no se destaca como un producto de exportación significativo en Ecuador.

Del nabo se aprovechan sus raíces y hojas las raíces por lo general empleadas para elaborar sopas y ensaladas después de haberlas cocido. Por otra parte, las hojas suelen consumirse cocidas envueltas y crudas además de su frecuente uso en la alimentación animal (ganaderías). Las partes verdes del nabo poseen bajo contenido en agua carbohidratos y ácidos grasos lo que las convierte en un producto con bajo contenido calórico. Además de ser fuente de minerales (calcio y potasio) posee un gran contenido de vitaminas y fibra entre las que destacan los antioxidantes aminoácidos y vitamina C. Todos estos compuestos influyen sobre el retraso del envejecimiento celular y la prevención de enfermedades como el cáncer (Mamani, 2018).

2.9.4 Importancia alimenticia

Las propiedades del nabo acreditan su importancia alimenticia. Los nabos se caracterizan principalmente por tener mucho calcio. Tanto la hortaliza como sus raíces. Por lo que muchos médicos lo recomiendan para contribuir al desarrollo correcto de cualquier niño. Además, los nabos tienen: Propiedades diuréticas y antiescorbúticas. Son laxantes y refrescantes y Poseen buena cantidad de vitaminas A B5 B6 C y PP.

El consumo de esta hortaliza nos aporta muy pocas calorías, pero si mucha fibra y vitamina C aunque las hojas tienen aún más rico también

en vitamina B9 y en minerales como el potasio el sodio y el calcio. Sus compuestos azufrados ayudan a desintoxicar nuestro organismo es antioxidante regula la función intestinal disminuye el colesterol malo favorece la protección del sistema cardiovascular y tiene efectos probióticos que favorece la flora intestinal entre otros beneficios (El Huerto de José Antonio 2022).

Contraindicaciones del nabo. Los nabos debido a su alto contenido en compuestos de azufre pueden producir flatulencias y dificultar la digestión aun cuando su fibra está recomendada. Por lo tanto, es aconsejable que las personas que presenten trastornos digestivos de este tipo moderen el consumo de estas raíces y en cualquier caso consulten siempre antes con un médico especialista (Hernández 2020).

2.9.5 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 23. Clasificación taxonómica de Brassica rapa L.

Categoría	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta (plantas con flor)**
Clase	**Magnoliopsida (dicotiledóneas)**
Orden	**Brassicales**
Familia	**Brassicaceae**
Género	***Brassica***
Especie	***Brassica rapa* L.**

Fuente: Información tomada de AgroEs (s. f.-e).

2.9.6 Descripción Botánica

El **nabo (Brassica rapa o Brassica napus)** es una planta herbácea anual o bienal perteneciente a la familia de las Brassicaceae. Se caracteriza por su raíz tuberosa y por sus hojas verdes que, en muchos casos, presentan una ligera pilosidad. Al desarrollarse, produce flores amarillas agrupadas en racimos que aparecen al final de un tallo erecto y ramificado. Su fruto es una silicua, típica de esta familia botánica.

La **raíz** constituye el órgano comestible principal. Se trata de un tubérculo bulboso con forma casi redonda o cónica, que puede presentar diferentes tonalidades como blanco, amarillo o incluso matices púrpuras (Cordonez, 2017).

Las **hojas** son liradas, con varias segmentaciones laterales y una terminal más grande. Generalmente son de color verde claro y pueden mostrar pelos dispersos. Las hojas inferiores suelen ser pecioladas, mientras que las superiores pueden ser sésiles o incluso abrazar el tallo, adaptándose a la estructura de la planta.

De esta manera, el nabo se presenta como una hortaliza con características morfológicas bien definidas, que explican tanto su valor alimenticio como su importancia en la agricultura y la gastronomía.

Tallo: Es erecto ramificado y puede alcanzar hasta 1.5 metros de altura.

Flores: Se agrupan en racimos corimbiformes y son de color amarillo. Los sépalos son erectos. **Fruto:** Es una silícua que es un tipo de fruto seco característico de la familia de las brasicáceas (Cordonez 2017).

Ciclo de vida: Es una planta herbácea que puede ser anual o bienal.

Especies afines:

- *Brassica rapa*: Es la especie más común del nabo cultivado.
- *Brassica napus*: Existe la variante de nabo (nabo forrajero) y la colza.

Usos: Alimento humano se consume tanto su raíz bulbosa como sus hojas. Y Forraje las variedades forrajeras se utilizan como alimento para el ganado (Haro 2012).

2.9.7 Exigencias ecológicas

Las exigencias ecológicas del nabo incluyen preferencia por suelos sueltos ricos en materia orgánica y bien drenados, aunque es tolerante a distintos tipos de suelo y no requiere mucha agua. En Ecuador su cultivo debe considerar las buenas prácticas agrícolas para un manejo adecuado como el uso de abonos orgánicos el control de humedad y la rotación de cultivos para evitar problemas fitosanitarios y asegurar un desarrollo óptimo en un clima de montaña o sierra que puede variar de 18 a 25 °C.

Condiciones de suelo

- **Textura:** Prefiere suelos francos y sueltos, aunque también se adapta a suelos arcillosos y pobres siempre que estén bien drenados.
- ***Materia Orgánica:*** Es beneficioso un suelo enriquecido con materia orgánica.

- ***pH:*** Crece mejor en un pH ligeramente alcalino entre 6 y 7 aunque es tolerante a variaciones.

Clima y temperatura

- **Temperatura:** El nabo no es muy exigente con la temperatura y se puede cultivar en diversos climas. Sin embargo, el sol directo puede amargarlo. El nabo aguante generalmente cualquier tipo de clima, aunque no está cómodo ni tampoco se desarrolla bien en condiciones muy calurosas preferiremos sembrar nabos en épocas poco calurosas. En caso de hacerlo en verano que no le dé mucho sol es lo recomendado y escogeremos una zona sombreada y fresca.

- **Estación:** Es un cultivo de estación fría pero también se puede sembrar durante la primavera.

- **Control de Humedad:** Es crucial mantener un nivel de humedad adecuado especialmente para evitar la proliferación de hongos que afectan al bulbo del nabo.

Es una hortaliza nutritiva baja en calorías rica en fibra vitamina C vitamina K y minerales como el potasio que favorece la salud digestiva, ósea y la cardiovascular. También contiene vitaminas B, calcio, hierro, y antioxidantes lo que lo convierte en un alimento beneficioso para el bienestar general y el control del peso (Geerts 2024).

Tabla 24. Propiedades fisiológicas y nutricionales del nabo.

Propiedad	*Descripción*

Bajo en calorías y rico en agua	Contribuye a la saciedad y es ideal para el control de peso, además de mantener la hidratación. Su bajo aporte energético lo convierte en un alimento recomendado en dietas hipocalóricas.
Fuente de fibra dietética	Mejora el tránsito intestinal y previene el estreñimiento. Contiene fibra soluble e insoluble, lo que favorece la digestión, regula el colesterol y ayuda al control de la glucosa en sangre.
Rico en vitaminas	Aporta vitamina C y folato (B9). Sus hojas son ricas en provitamina A, vitamina B6, vitaminas C, E y K. Estos antioxidantes refuerzan el sistema inmunológico, protegen la piel y contribuyen a la salud celular.
Alto contenido de potasio	Ayuda a mantener la presión arterial normal, regula el equilibrio hídrico y favorece el buen funcionamiento muscular y nervioso.
Vitamina K	Esencial para la coagulación sanguínea y el metabolismo óseo, protegiendo contra fracturas y fortaleciendo la estructura de los huesos.
Vitaminas del grupo B	Importantes para el metabolismo energético y la función del sistema nervioso. Favorecen la producción de enzimas y neurotransmisores.
Minerales: calcio y hierro	El calcio contribuye a la salud ósea y dental, mientras que el hierro es esencial para la producción de glóbulos rojos y la prevención de la anemia.
Compuestos antioxidantes	Las hojas contienen luteína y zeaxantina, que protegen la salud ocular frente a cataratas y degeneración macular. También aporta fitoesteroles (brassicasterol y campesterol) y glucosinolatos, que protegen las células del daño oxidativo y tienen potencial efecto anticancerígeno.
Bajo índice glucémico	Su consumo ayuda a regular los niveles de azúcar en sangre, siendo adecuado para personas con diabetes o

	que buscan controlar la glucosa.
Propiedades antiinflamatorias	Los glucosinolatos y antioxidantes presentes en el nabo contribuyen a reducir procesos inflamatorios en el organismo.
Apoyo al sistema inmunológico	Gracias a su combinación de vitaminas, minerales y antioxidantes, fortalece las defensas naturales del cuerpo frente a infecciones.

2.9.8 Beneficios para la Salud.

- **Salud Cardiovascular:** El potasio ayuda a regular la presión arterial.
- **Salud Ósea:** La vitamina K y el calcio son importantes para la fortaleza de los huesos.
- **Salud Digestiva:** La fibra promueve un tránsito intestinal regular.
- **Control de Peso:** Su bajo contenido calórico y alto contenido de fibra promueven la saciedad.

Vegetal bajo en calorías, pero rico en nutrientes especialmente fibra y una buena fuente de vitamina C y folato. También aporta minerales como potasio y manganeso que son importantes para el sistema nervioso y la presión arterial. Las hojas del nabo son aún más ricas en nutrientes proporcionando provitamina A vitaminas B C y E y son una excelente fuente de vitamina K calcio y antioxidantes como la luteína y la zeaxantina que benefician la vista y los huesos. Tiene un alto por ciento de vitamina C y un gran porcentaje de energía e hidrato de calcio lo que le otorga propiedades antioxidantes como el resto de las crucíferas (Bohemia 2011 como se citó en Cordonez 2017).

2.9.9 Fisiología

Su comportamiento fisiológico incluye su rápido crecimiento en climas fríos con una raíz que es el engrosamiento de la raíz primaria y la base del tallo. Su desarrollo se ve afectado por la temperatura óptima de 13-18°C y un pH del suelo de 6.5-7. La planta produce hojas en roseta y los compuestos bioactivos como glucosinolatos y vitaminas son fundamentales para sus propiedades antioxidantes y beneficios para la salud.

Desarrollo y Crecimiento

- **Crecimiento rápido:** Los nabos crecen rápidamente alcanzando la madurez en 30 a 60 días dependiendo de la variedad y las condiciones.
- **Formación de la raíz:** La raíz del nabo se forma por el engrosamiento de la raíz primaria de la plántula junto con la base del tallo joven.
- **Estructura foliar:** Las hojas forman una roseta sobre la raíz y son de color verde hierba y algo ásperas.

Factores Ambientales

Presentan un rango para la adaptación y desarrollo de la planta, pero se puede afirmar que se obtiene buenos resultados en los que poseen buen contenido de materia orgánica profundos y de textura franca. Son plantas que se adaptan bien a cualquier tipo de clima, aunque son de su preferencia los templados y los luminosos; soportan bien los fríos y

prosperan también en los climas cálidos siempre que tengan buen suministro de agua (Díaz, 2007 como se citó en Cordonez, 2017).

- **Temperatura:** Es un cultivo de estación fría. La temperatura óptima diurna está entre 13°C y 18°C mientras que la nocturna es de 10°C a 12°C.

- **Clima:** Prefiere climas fríos y se siembra a principios de primavera o finales de verano para obtener una cosecha antes del verano o el frío del invierno.

- **Suelo:** Requiere un pH del suelo de 6.5 a 7 para un crecimiento óptimo.

Usos: Además de ser una hortaliza nutritiva se utiliza en medicina tradicional para tratar diversas afecciones y como forraje para el ganado.

Ciclo de Vida Ciclo anual: La planta generalmente completa su ciclo en una temporada de crecimiento, pero si se deja para una segunda temporada el centro de la roseta produce un tallo para la producción de flores y semillas (Geerts 2024).

2.9.10 Nutrición

Requerimientos de nutrientes para el cultivo.

- **Nitrógeno (N):** Esencial para el desarrollo de un follaje abundante y saludable.
- **Fósforo (P):** Crucial para el crecimiento y desarrollo de la planta de nabo

- **Potasio (K):** Contribuye a la salud general y la robustez con un nivel de pH entre 6 y 7. Nutricionalmente la planta necesita nitrógeno (N) esencial para el follaje; fósforo (P) vital para las raíces; y potasio (K) que promueve la robustez general. Antes de fertilizar se recomienda realizar una prueba de suelo para determinar los niveles de nutrientes existentes y ajustar la fertilización según sea necesario.

Fertilización

De uno a tres días antes de la plantación regar con abundante cantidad de agua tras la plantación regar diariamente durante una semana sin aporte de abono posteriormente durante un mes regar tres veces a la semana aplicando las siguientes cantidades: 030 g/m2 de nitrógeno (N); 010 g/m2 de anhídrido fosfórico (P2O5) y 050 g/m2 de óxido de potasa (K2O). A continuación, y hasta 15 días antes de la recolección regar tres veces por semana con las siguientes cantidades: 030 g/m2 de nitrógeno (N); 010 g/m2 de anhídrido fosfórico (P2O5) y 030 g/m2 de óxido de potasa (K2O) (Pereyra 2000 como se citó en Cordonez 2017).

Práctica de fertilización:

- **Análisis del suelo:** Realizar una prueba de suelo es un paso fundamental para conocer los nutrientes disponibles y adaptar el programa de fertilización de manera precisa.

- **Fertilizantes orgánicos:** La aplicación de compost o estiércol cuando están plenamebte descompuestos sirven para mejorar la calidad del suelo y suministrar los nutrientes de forma gradual.

- **Fertilizantes líquidos:** Se pueden diluir en agua y luego aplicar al suelo alrededor de la planta, pero se aconseja tener máximo cuidado de no salpicar las hojas.

Como fertilizar:

1- Realizar pruebas de suelo antes de la fertilización puede prevenir la sobre fertilización y los desequilibrios de nutrientes.

2- Una relación NPK de 4:1:2 es generalmente adecuada para Nabo de campo.

3- Aplicar compost orgánico especialmente durante la temporada de crecimiento lo beneficia significativamente.

Consideraciones

- **Consumo crudo:** puede ocasionar molestias digestivas en algunas personas, como gases e hinchazón, debido a su elevado contenido de fibra. Estos efectos suelen intensificarse cuando se ingiere en grandes cantidades, por lo que se recomienda moderar su consumo en estado fresco, especialmente en personas con sensibilidad intestinal.
- **Sensibilidad:** presentes en el nabo pueden interferir con la función tiroidea en personas predispuestas o con problemas de tiroides. Estos compuestos, al afectar la absorción de yodo, pueden alterar el metabolismo tiroideo si se consumen en exceso. Por ello, se aconseja mantener un consumo moderado y, en caso de padecer afecciones tiroideas, preferir el nabo cocido, ya que la cocción reduce significativamente la actividad de estos

compuestos.

2.9.11 Variedades comerciales

Las variedades comerciales de nabo se caracterizan por su raíz de forma tamaño y colores variados siendo las más comunes las redondeadas y blancas o con puntas moradas/verdes y las alargadas. Entre las variedades se incluyen el Nabito de Teltow (pequeño y blanco) el Nabo de Mayo (esférico y blanco de cosecha temprana) y el Nabo de Otoño (mayor con piel roja o verde). Los nabos son beneficiosos por su aporte de fibra vitaminas C y K y minerales como el potasio y el manganeso siendo ideales para sopas cremas y ensalada.

En Ecuador, el cultivo de nabo se orienta hacia variedades destinadas al consumo fresco de la población. Entre ellas podemos mencionar el Nabo de Hoja, el que es apreciado por el aprovechamiento de sus hojas, y las variedades orientales tipo Michihili, que producen cabezas grandes y cilíndricas similares a un repollo, aunque pertenecen a la familia del nabo. Estas variedades se han adaptado con éxito a climas templados, especialmente en la región de la Sierra, donde encuentran condiciones favorables para su desarrollo.

En contraste, el nabo tradicional de raíz no tiene la misma aceptación que otros tubérculos en el país. Su presencia es mucho más limitada, ya que se encuentran con mayor frecuencia variedades de hoja o aquellas de tipo repollo asiático, que han ganado espacio en la producción hortícola ecuatoriana. Este panorama refleja cómo la diversidad de variedades de nabo se ha ajustado a las condiciones agroclimáticas locales y a las preferencias para el consumo, mostrando así una clara

inclinación hacia el uso culinario de las hojas y hacia otras formas adaptadas de tipo repollo.

Variedades Comunes Cultivadas en Ecuador:

- **Nabo de Hoja (Green Turnip/Turnip Greens):** Se cultiva por sus hojas nutritivas ideales para sopas y guisos adaptadas a suelos sueltos y ricos en materia orgánica. Las hojas al principio crecen erectas y separadas después se forma el acogollamiento y finalmente una pella prieta.

Es una planta bienal. Le afecta mucho la vernalización; florece en primavera en cuanto suben las temperaturas. El ciclo desde que se planta hasta que se recolecta es de unos 70-90 días. El tiempo desde la siembra hasta la cosecha es de aproximadamente 70-90 días lo que significa que en un poco más de dos meses podrás disfrutar de estas cabezas de repollo fresco y delicioso.

- **Nabo Michihili (Chinese Michihili):** Esta variedad asiática se cultiva por sus grandes cabezas verdes que son crujientes y se usan en ensaladas o cocidas siendo un nabo más grande y de sabor suave (Hidroponía Ecuador s. f.).

- **Nabicol (Rutabaga):** Aunque es un híbrido entre repollo y nabo se encuentra en Ecuador y se cultiva por su raíz comestible popular en otras partes del mundo y también presente en la Sierra**.** Los colinabos son ricos en betacaroteno potasio y manganeso. También son una buena fuente de fibra tiamina vitamina B6 calcio magnesio y fósforo (CSA-Vegadejarama s. f.).

Características generales de los nabos

- **Forma y color:** La raíz puede ser redonda o alargada y su color varía del blanco al amarillo a veces con zonas moradas o verdes.
- **Hojas:** Son de color verde medio con bordes festoneados y pueden ser ásperas al tacto debido a los pelos que poseen.
- **Sabor:** El sabor de la raíz varía siendo generalmente más suave en las variedades tempranas y más fuerte en las de otoño.

Beneficios nutricionales:

Fibra: Aporta una cantidad importante de fibra que favorece el tránsito intestinal (Hidroponía Ecuador, s. f.).

CAPÍTULO III

3 HORTALIZAS DE TALLOS



Figura 10. Hortaliza de tallo.

Fuente: https://www.istockphoto.com/foto/esp%C3%A1rragos-esp%C3%A1rragos-frescos-gm1212713698- 352144326

Las hortalizas de tallo (Foto 10) son aquellas cuya parte comestible es el tallo principal o los brotes de la planta a menudo confundidas con hojas verdes que crecen para sostener flores y frutos y son ricas en nutrientes; ejemplos comunes incluyen espárragos apio hinojo y ruibarbo. Las hortalizas de tallo son aquellas en las que se utilizan y consumen brotes y tallos. Ellas tienen en común que se preparan de forma similar y constituyen una muy buena guarnición vegetal prolifera en vitaminas. Asimismo, se caracterizan por ser partes herbáceas cultivadas en huertos. Generalmente, se consumen crudas o cocidas y proporcionan fibra y vitaminas. En esencia, las hortalizas de tallo son vegetales cuyo pedúnculo o tallo se consume destacando el apio los espárragos el hinojo los puerros y el ruibarbo; son ricas en fibra vitaminas y minerales promoviendo la salud digestiva y celular. A veces se confunden con hojas, pero son específicamente las partes aéreas y comestibles que sostienen la planta (JUNGEPFLANZEN s. f).

3.1 El cultivo de Espárrago – (*Asparagus officinalis* L.)



Figura 11. Cultivo de espárrago.

Fuente: https://www.istockphoto.com/foto/mont%C3%B3n-de-esp%C3%A1rragos-verdes-frescos-dispara-de- cerca-gm1368459769-438443477

3.1.1 Características

Los espárragos (Foto 11) son uno de los mejores tallos comestibles siendo además recomendados en muchas dietas para bajar y mantener el peso porque tienen pocas calorías y están formados en su mayoría por agua. También son idóneos para personas hipertensas por su bajo nivel de sodio. Pero aparte tienen otras bondades como por ejemplo el alto contenido de vitamina B6 así como de minerales como el calcio zinc y magnesio. Por supuesto no hay que olvidarse de que es una gran fuente natural de fibra.

Su cultivo ha aumentado en los últimos años y seguirá haciéndolo en el futuro debido a una creciente demanda de este alimento. Como ocurre con otras hortalizas la implantación social de hábitos alimenticios saludables ha provocado una mayor exportación hacia países cuyos consumidores lo incluyen en su dieta básica. Así pues, se hace necesario

obtener un mayor rendimiento de las variedades cultivadas para poder cubrir esta demanda creciente. Por tanto, las variedades de espárrago tradicionales están siendo sustituidas por otras más productivas o con mayores calibres (Infoagro, s. f. a).

Los espárragos son los brotes jóvenes de la esparraguera una planta herbácea que alcanza hasta metro y medio de altura y que está emparentada con las cebollas y los puerros. Así, el espárrago (*Asparagus officinalis* L.) pertenece a la familia Liliaceae. Es una planta herbácea perenne que puede durar bastante tiempo en el suelo aproximadamente entre 8 y 10 años. Está formada por una parte aérea de tallos ramificados y una parte subterránea constituida por raíces y yemas denominada comúnmente como garra. Según (Infoagro, s. f. a). las partes que conforman la planta son:

- Rizoma o tallo subterráneo principal. Es la parte perenne de la planta y el lugar donde se acumula la mayor parte del almidón y las sustancias nutritivas. Se desarrolla horizontalmente en el suelo en forma de base desde la que crecen otros órganos de la planta. En su parte superior brotan las yemas y en la zona lateral e inferior se desarrollan las raíces.

- Las raíces principales nacen directamente del tallo subterráneo. Tienen una vida de 2 a 3 años de manera que cuando mueren son sustituidas por otras nuevas que se sitúan en la parte superior de las anteriores. De este modo las yemas van quedando cada vez más altas acercándose a la superficie del suelo conforme pasan los años de cultivo. De las raíces principales nacen las raicillas o pelos

absorbentes cuya función es la absorción de agua y nutrientes.

- Las yemas son los órganos de donde brotan los turiones que es la parte comestible y comercializable de esta hortaliza. Cuando se dejan vegetar son los futuros tallos ramificados de la planta.

- Las flores son pequeñas generalmente solitarias con forma de campana y con la corola verde amarillenta. Su polinización es cruzada con un elevado porcentaje de alogamia.

- El fruto es una baya redondeada de 0.5 cm de diámetro de color verde al principio y rojo cuando maduran. Cada fruto tiene aproximadamente de 1 a 2 semillas.

- Las semillas son de color pardo oscuro o negras con forma entre poliédrica y redonda con un elevado poder de germinación.

La planta de espárrago es dioica es decir hay plantas hembra que sólo producen flores femeninas y plantas macho que únicamente forman flores masculinas. En el cultivo del espárrago verde son preferibles las plantas macho ya que resultan más productivas en turiones que las plantas hembra siendo además más precoces y longevas aunque las femeninas dan más calidad y calibre. Esto es debido a que las plantas hembra utilizan buena parte de las reservas en la formación de flores frutos y semillas mientras que las plantas macho las acumulan en las raíces para la próxima producción de turiones (Infoagro, s. f. a).

Zoilo (2003 como se citó en Infoagro, s. f.) las fases vegetativas del espárrago a lo largo del año son:

I. Brotación

II. Desarrollo vegetativo

III. Preparada vegetativa

IV. Parada vegetativa

Finalmente, según (Infoagro, s. f. a), los espárragos aportan una amplia gama de elementos nutritivos. Su composición es la siguiente: agua el 95%, hidratos de carbono un 1.5%, fibra el 1%, proteínas el 2.7%, Potasio: 250 mg/100 g, Sodio: 4 mg/100 g, Fósforo: 70 mg/100 g, Hierro: 1 mg/100 g, Calcio: 20 mg/100 g y Vitamina C: 26 mg/100 g.

El manejo integral de los cultivos requiere prácticas, según la FAO (2012), que aseguren la sostenibilidad y productividad del sistema agrícola. Entre los cuidados esenciales se destacan:

- El análisis del suelo y la nutrición, que permiten ajustar la fertilización mediante abonos orgánicos o químicos en cantidades adecuadas, así como la rotación de cultivos para preservar la salud edáfica y evitar el agotamiento de nutrientes.

- El entorno debe garantizar condiciones óptimas de luz, agua y espacio, mientras que la protección del cultivo implica la eliminación de malezas y el control oportuno de plagas y enfermedades. Finalmente, la vigilancia constante y el registro sistemático de datos constituyen herramientas clave para la prevención de problemas y la planificación de futuras campañas agrícolas

Importancia en el mercado ecuatoriano

El proceso de producción de los espárragos en el Ecuador ha ponderado las varidades que cumplan con los estándares nacional e internacional. Para ello, ha sido necesario mejoras géneticas en la búsqueda de variedades que permitan una mayor producción y se adapten a las condiciones agrocológicas de las zonas productoras (Obando & Sánchez 2022).

Importancia alimenticia

El espárrago tiene una forma muy peculiar y es de gran importancia nutricional para los humanos. Esta hortaliza de tallo está disponible en variedades verdes blancas (se cultivan sin luz solar, tienen un sabor suave) y las moradas. Cada una con ventajas nutricionales diferentes. Este cultivo aporta, según (Obando y Sánchez, 2022), nutrientes clave, entre ellos:

Tabla 25. Nutrientes y compuestos funcionales presentes en los espárragos y sus beneficios para la salud.

Nutriente / Compuesto	Función o beneficio principal
Folato (vitamina B_9)	Síntesis de ADN, división celular, producción de glóbulos rojos. Esencial durante el embarazo para prevenir defectos del tubo neural en el feto.
Vitamina K	Coagulación sanguínea adecuada y mantenimiento de huesos fuertes.
Vitamina A (como betacaroteno)	Salud visual, función inmunitaria y crecimiento celular.
Vitamina C	Antioxidante; refuerza el sistema inmunológico, favorece la producción de colágeno (piel y tejidos

	conectivos) y mejora la absorción de hierro.
Vitamina E	Antioxidante que protege las células del daño por radicales libres.
Fibra dietética (soluble e insoluble)	• Soluble: regula el azúcar en sangre y reduce el colesterol. • Insoluble: promueve la salud digestiva y la regularidad intestinal.
Potasio	Electrolito que ayuda a mantener la presión arterial saludable y el equilibrio de líquidos.
Glutatión	Potente antioxidante natural; interviene en la desintoxicación y la función inmunitaria.
Inulina	Fibra prebiótica (fructano) que nutre las bacterias intestinales beneficiosas y promueve un microbioma saludable.
Antioxidantes (compuestos fenólicos, etc.)	Retrasan el envejecimiento celular al neutralizar radicales libres.
Agua	Constituye la mayor parte del peso del espárrago; contribuye a la hidratación.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Obando y Sánchez (2022).

3.1.2 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 26. Clasificación taxonómica de Asparagus officinalis L.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae (Plantas)**
División	**Magnoliophyta (Angiospermas)**
Clase	**Liliopsida (Monocotiledóneas)**
Orden	**Asparagales**
Familia	**Asparagaceae**
Género	***Asparagus***

Especie	*Asparagus officinalis* **L.**

Nota. Información tomada de (AgroEs s. f. d).

Descripción Botánica

Planta: planta herbácea y perenne lo que significa que vive varios años y se cultiva a partir de la misma planta año tras año.

La planta es dioica; hay plantas hembras que solamente dan flores femeninas y plantas machos que únicamente dan flores masculinas. Las plantas macho son más productivas en turiones que las plantas hembra debido a que estas utilizan parte de sus reservas en la formación de flores frutos y semillas. Las plantas macho son también más precoces y longevas que las hembras.

Estructura subterránea: Consta de un rizoma (un tallo modificado que crece bajo tierra) que contiene las yemas (la "corona") de donde salen los nuevos brotes y gruesas raíces de almacenamiento.

Raíces: Las principales nacen directamente del rizoma son cilíndricas gruesas miden 3 m de largo y 2 m de ancho; acumulan reservas base para la próxima producción de turiones; de estas raíces principales nacen los pelos absorbentes cuya función es la de absorción de agua y elementos nutritivos. Viven de 2 a 3 años; cuando mueren son sustituidas por nuevas que se sitúan en la parte superior de las anteriores con ello las yemas van quedando más altas; de esta forma la parte subterránea va acercándose a la superficie del suelo a medida que pasan los años de cultivo (Infroagro, s.f. a)

Tallos aéreos: Desarrolla tallos robustos y ramificados. Las hojas

verdaderas están reducidas a escamas diminutas y las estructuras que parecen hojas son en realidad ramitas delgadas y cilíndricas llamadas cladodios que son verdes y parecen agujas.

Son el órgano de sostén y de alimentación ya que por su color verde desempeña funciones de alimentación. Cuando se cosechan tiernos reciben el nombre de turiones.

Existe un tallo subterráneo que conforma la denominada corona y que es un rizoma que crece en forma de base o plataforma desde la cual se producen según su tropismo otros órganos de la planta.

Yemas: Son los órganos de donde brotan los turiones parte comestible y comercializable de este producto que cuando se dejan vegetar son los futuros tallos ramificados de la planta. Se encuentran en racimos de 4 a 6 yemas los que se van incrementando conforme se incrementa el tamaño de la corona. Cada racimo yemal es independiente respecto a su nutrición pues posee su propio sistema radicular ((Infroagro, s.f. a).

Hojas: Tienen funciones de protección alimentación y pérdida de agua siendo pequeñas alargadas y subdivididas denominadas filóclados (tallo modificado aplanado y de aspecto laminar o foliáceo que cumple la función de la hoja realizando la fotosíntesis en su lugar).

Flores: Las flores son pequeñas tubulares y colgantes y pueden ser masculinas o femeninas (la planta es dioica).

Fruto: Es una baya pequeña globular y de color rojo brillante.

Semillas: Pequeñas de color negro redondas 1 g (40 a 50 semillas).

3.1.3 Exigencias ecológicas

Las exigencias ecológicas para el cultivo de espárragos en Ecuador incluyen un clima templado- cálido con temperaturas entre 18°C y 25°C pero el cultivo se adapta a climas tropicales y subtropicales siempre y cuando se eviten las heladas. Se requieren suelos profundos bien drenados y ricos en materia orgánica preferiblemente francos o volcánicos con un rango de pH ideal entre 6.5 y 7.5. La humedad relativa alta es desventajosa por lo que se debe gestionar el riego y el drenaje para prevenir enfermedades del follaje.

Condiciones climáticas:

Temperatura:

La ideal para el desarrollo vegetativo es de 18°C a 25°C. Se necesita un rango de temperatura constante y la ausencia de heladas es crucial.

Luz solar:

Se prefiere sol directo o parcial y aunque la planta puede adaptarse la fotosíntesis aumenta con una radiación fisiológicamente activa (PAR) adecuada.

Humedad:

Una humedad relativa alta es un problema debido a la susceptibilidad a enfermedades lo cual es un factor clave en climas tropicales como los de Ecuador.

Condiciones del suelo:

1. **Tipo de suelo:** Se prefieren suelos francos arenosos limosos o volcánicos que sean profundos y tengan un excelente drenaje.

2. **Materia orgánica:** Es fundamental incorporar abundante materia orgánica y preparar la zona de siembra con labores de labranza y fertilización.

3. **pH:** El rango de pH ideal para el cultivo es entre 6.5 y 7.5 (Obando & Sánchez 2022).

3.1.4 Fisiología

Aspectos fisiológicos importantes

Se encuentra considerada dentro de plantas tipo C-3 y por tanto su comportamiento al ambiente es típico de la mayoría de plantas cultivadas con propósitos comerciales (Cornejo, s.f.).

La fisiología del espárrago se refiere a las condiciones óptimas de su cultivo como temperaturas ideales entre 18-25°C suelos francos o volcánicos bien drenados y un rango de pH de 6.5-7.0. El cultivo requiere luz solar directa para un buen desarrollo y se beneficia del riego constante a través de métodos como el riego por goteo. La planta se adapta a los climas tropicales a pesar de su sensibilidad a la alta humedad y requiere una fertilización adecuada en particular de nitrógeno y potasio. Existen varios aspectos fisiológicos importantes a considerar:

Crecimiento: La planta es perenne y puede producir cosechas durante varios años pero necesita tiempo para establecerse y madurar.

Sensibilidad: El espárrago es sensible a las variaciones de temperatura lo que se refleja en sus movimientos vegetativos.

Resistencia: A pesar de su necesidad de un clima templado el cultivo de espárrago puede ser exitoso en los trópicos.

Crecimiento desarrollo y producción dependerá fuertemente de factores ambientales que afecten proceso fotosintético y respiratorio (Luz humedad temperatura nutrimentos etc.) el manejo del cultivo y las reservas acumuladas en las yemas de la corona. Por ser producto altamente perecible el manejo postcosecha también es fuertemente afectado por dichos factores que son determinantes en la fisiología del producto cosechado y por tanto en su calidad (Cornejo, s.f.).

3.1.5 Aspectos fisiológicos más importantes que afectan el rendimiento y la calidad del producto

Humedad

Por ser una planta con alto contenido de agua sus requerimientos del líquido son altos. Asimismo, es una especie sensible tanto al exceso como a falta de agua. La insuficiencia de humedad en suelo reduce agrandamiento y turgencia celular (turiones de menor diámetro y menor calidad); así mismo afecta fotosíntesis. También se produce incremento de respiración (almidones se degradan a azúcares) y como consecuencia pérdida de reservas acumuladas en planta (Cornejo, s.f.).

No requiere de agua en la cosecha, pero bajo altas temperaturas es importante efectuar riegos ligeros por efecto termorregulador del agua. En casos extremos exceso de agua produce muerte de meristemo de

crecimiento en corona. Empleo de aguas con alta concentración de sales produce quemaduras en brotes tiernos y bloquea absorción de nutrientes. Realiza absorción de agua por raíces fibrosas con gran cantidad de pelos absorbentes por lo que exagerado pase de maquinaria tienen efecto negativo por daños al sistema radicular (Cornejo, s.f.).

Temperatura

El espárrago por ser originario de climas templados necesita de un periodo de bajas temperaturas para detener crecimiento y acumular reservas. Se adapta a climas tropicales y subtropicales reemplazándose el efecto de bajas temperaturas con el agoste el cual produce la deshidratación de la parte aérea y la emigración de sustancias de reserva hacia la parte subterránea. Las temperaturas ambientales óptimas se encuentran entre 14 a 22 °C. Así las temperaturas nocturnas altas rompen el balance natural fotosíntesis/respiración deviniendo en un alto consumo de productos elaborados en la fotosíntesis y una menor producción (Cornejo, s.f.).

Esta hortoliza de tallo, tiene gran sensibilidad a las oscilaciones térmicas es así que, con temperaturas bajas, pero con suficiente humedad a nivel radicular se conserva el crecimiento vegetativo. Las bajas temperaturas (10-15 °C) antes de cosecha provocan mayor concentración de antocianinas tomando el turión un tinte púrpura; también pueden detener el crecimiento del turión cuando las temperaturas son menores a 12°C. Altas temperaturas a cosecha (25-30 °C) provoca el crecimiento de yemas laterales antes que este haya alcanzado su tamaño comercial disminuyendo la calidad del turión (Cornejo s. f.).

3.1.6 Nutrición

Exigencias nutricionales

Un aspecto de extraordinaria importancia que repercute en los rendimientos y calidad del producto cosechado es la exigencia nutricional. En el caso del espárrago la nutrición debe ser completa, balanceada, global medible y oportuna. Estos requerimientos nutricionales para su cultivo incluyen nitrógeno fósforo y potasio con dosis específicas que varían según el suelo y la etapa del cultivo para optimizar rendimiento y calidad. Según (Cornejo, s.f.) para este cultivo son los siguientes:

a) Crecimiento activo: del 1ro al 4to año en donde el P y K adquieren importancia en la formación de tejidos de reserva;

b) Producción de Máximo Rendimiento: puede durar del 4to al 8vo año se obtienen los máximos rendimientos y existe constante demanda de nutrientes;

c) Producción decreciente: notoria disminución de rendimientos y por tanto demanda de nutrientes es menor. Es sensible a deficiencia de elementos menores como el Boro hierro y Zinc. La corrección de elementos menores debe hacerse preferentemente por vía foliar teniendo en cuenta las características de los suelos.

Entre los nutrientes clave para el espárrago se debe connotar que se necesita un balance de nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K). Por lo que la dosis, es decir la cantidad de fertilizante 10-10-10 (N-P-K) se debe ajustar después de que se le realice un análisis al suelo en el que realizará el cultivo. La aplicación del nitrógeno es muy importante después de la siembra pues influye favorablemente en el crecimiento de

las coronas. Asimismo, durante el desarrollo del cultivo, se utiliza la fertiirrigación con productos que garanticen un suministro constante de nutrientes y una buena generación de reservas. Por último, otro elemento de importancia es la aplicación de soluciones foliares que complementan la nutrición edáfica y promueven el desarrollo de brotes y mejorando la calidad postcosecha.

En la nutrición del espárrago intervienen mecanismos de formación y acumulación de reservas. Para ello se debe distinguir los dos tipos de raíces que presenta: las raíces principales que actúan como órganos almacenadores y las raicillas responsables de la absorción del agua y nutrientes (Ramírez, s.f.). Las reservas formadas en la parte aérea son acumuladas en las raíces principales. Estas reservas juegan un rol fundamental en la emisión de turiones para la siguiente temporada. Es por ello que en el desarrollo de una esparraguera se puede distinguir varias etapas:

1. Formación de "garras" entre la siembra y formación de plantas (uno a dos años).

2. Acumulación de reservas donde se promueve la expansión vegetativa para que se elabore la mejor cantidad posible de sustancias nutritivas que serán translocadas a las raíces carnosas (principales) donde se acumulan (dos a tres años).

3. Fase productiva a partir del tercer año. En ella se puede diferenciar tres subetapas: (i) período de recolección de turiones; (ii) período de desarrollo vegetativo; y (iii) período de reposo.

Otra característica nutricional del espárrago es que, aunque su demanda por nutrientes debido a la remoción por los turiones es baja la capacidad de almacenaje de nutrientes en las raíces corona y follaje es sorprendentemente alta (Cornejo s. f.).

Rol de los nutrientes esenciales

La fisiología nutricional es un aspecto importante que repercute en los rendimientos y calidad del producto cosechado. En el caso del espárrago debe ser completa, balanceada, global, medible y oportuna. Por ser una planta perenne se pueden distinguir 3 etapas en sus requerimientos nutricionales:

a) **Crecimiento activo:** Del 1ro al 4to año en donde el P y K adquieren importancia en la formación de tejidos de reserva;

b) **Producción de Máximo Rendimiento:** Puede durar del 4to al 8vo año se obtienen los máximos rendimientos y existe constante demanda de nutrientes;

c) **Producción decreciente:** Notoria disminución de rendimientos y por tanto demanda de nutrientes es menor. Cultivo sensible a deficiencia de elementos menores como el Boro hierro y Zinc. Corrección de elementos menores debe hacerse preferentemente por vía foliar teniendo en cuenta las características de nuestros suelos (Cornejo s. f.).

Nutrientes esenciales

Los principales nutrientes que intervienen en el desarrollo y producción

de espárragos según Cornejo (s. f.) (Ramírez, s.f.) son:

1- **Nitrógeno.** Este nutriente es absorbido en mayor cantidad durante todo el ciclo de vida de la planta. Durante los primeros años las plantas requerirán cantidades considerables de nitrógeno para la formación de tejidos y sus funciones fisiológicas. el máximo crecimiento de plantas de espárrago cuando dicha solución contiene 75% de N-NO3 y 25% de N-NH4.

2- **Fósforo.** Es extraído en pocas cantidades por el cultivo sin embargo se ha demostrado que estimula el crecimiento radicular es regulador del vigor de la planta se ha comprobado que ejerce influencia sobre la calidad del espárrago ya que reduce la fibrosidad. Influye favorablemente el sabor y cuando es escaso se vuelve insípido.

3- **Potasio.** Es un nutriente que al igual que el nitrógeno es requerido por la planta en mayor cantidad dentro del proceso de absorción y translocación hacia las zonas de reserva. El potasio interviene en los procesos de transporte de carbohidratos dentro de la planta procesos muy importantes para la producción también incrementa la resistencia a enfermedades fungosas y ayuda a mantener la calidad de los turiones.

4- **Calcio.** Es un elemento importante en la nutrición del espárrago su inmovilidad en el floema dificultad su movilidad hacia las zonas de mayor crecimiento.

5- **Magnesio.** Las exigencias nutricionales de este por el cultivo son

medianas. Pero se debe considerar que este nutriente es esencial para la fotosíntesis proceso vital en la acumulación de sustancias orgánicas lo que es importante en el rendimiento del cultivo de espárrago.

6- **Boro.** El espárrago es considerado un cultivo exigente en la nutrición con boro se ha determinado que el máximo crecimiento de la planta se obtiene cuando la concentración de boro en la solución es de 15 ppm confirmando el elevado requerimiento de boro por este cultivo.

7- **Zinc.** Cumple importantes funciones en planta de espárrago siendo las más importantes la síntesis de la proteína y su participación en hormonas de crecimiento como las auxinas.

Producción de turiones

El producto económico del espárrago es el turión aparte de otras consideraciones su producción depende de:

a) De la reserva de carbohidratos en las raíces reservantes es resultado de la actividad fotosintética de la planta y su acumulación en las yemas diferenciadas y desarrolladas en la base del tallo que crecieron en el periodo previo.

b) Factores Ambientales pprincipalmente las temperaturas; ttemperaturas menores a 11 °C: no hay crecimiento de turiones ttemperaturas menores a 15 °C tintes púrpuras por mayor antocianina. T mayores a 25 °C: crecimiento yemas laterales mayor respiración.

c) Funciones hormonales lliberación de las yemas de espárrago de su estado de receso dependen del balance ABA/auxinas.

- Concentración de ácido abscísico en yemas de corona es proporcional al grado de receso depende de temperatura y agoste.
- Auxinas efecto en la dominancia apical turión más avanzado retarda desarrollo y elongación de yemas adyacentes en el mismo racimo de yemas.

d) Baja capacidad de almacenamiento de reservas ffundamentalmente por una disminución de la actividad fotosintética de la planta.

- Asociado a la nutrición mineral falta de agua y problemas fitosanitarios muchos de los cuales afectan principalmente la estructura aérea y radicular de la planta (Cornejo s. f).

3.1.7 Variedades comerciales

En Ecuador se cultivan principalmente los tipos de espárrago verde blanco y morado utilizando variedades híbridas y mejoradas como UC-157 Mary Washington Jersey Giant y otras específicas para el mercado local como Capirel Entonem Natutec Airbug Nopath y Spical adaptadas a climas cálidos y suelos diversos destacándose la producción en provincias como la Sierra y la Costa.

Es importante una correcta elección de la variedad dado que el espárrago produce durante un prolongado espacio de tiempo no debe haber lugar para la equivocación lo cual supondría un gran contratiempo al productor. Las variedades de espárrago se pueden clasificar

fundamentalmente atendiendo a varios criterios siendo el más importante el color de los brotes. De este modo se emplean variedades para obtener espárragos blancos verdes y violetas siendo el tipo verde el que se cultiva de forma casi exclusiva en el país. Por tanto, se tratará de forma más detallada el tipo verde abordando los otros dos tipos (Infoagro, s. f. a).

Tipos y variedades de espárrago. Los aspectos a destacar de cada tipo de espárrago son los siguientes:

- **Espárragos verdes.** La cualidad principal de estas variedades es que las yemas del turión tarden el mayor tiempo posible en desarrollarse evitando así el espigado. Así las características que se buscan en las variedades de tipo verde deben ser las siguientes:
  - **Precocidad Resistencia al espigado de la cabeza.** Resistencia a enfermedades especialmente Roya y Fusarium Grosor medio del turión (Infoagro, s. f. a).

Variedades:

Se cultivan variedades de espárrago verde siendo las más comerciales UC-157-F1 y Mary las cuales son muy valoradas por la calidad y uniformidad de sus turiones y su adaptación a las condiciones locales. Estas variedades se seleccionan por características como la precocidad en la cosecha y resistencia a plagas buscando cumplir con los exigentes requisitos de los mercados nacionales e internacionales.

Algunas de las variedades más conocidas describimos a continuación:

1. **Mary Washington** es una variedad que se utiliza tanto para espárragos blancos como verdes siendo una buena elección para el cultivo en verde obteniendo en este caso una cabeza de color verde oscuro y poco cerrada. Es fácil de cultivar desarrollándose prácticamente en cualquier suelo. Al segundo año se pueden empezar a recolectar turiones con buenas características. Presenta un calibre medio con buena uniformidad precocidad y productividad (Infoagro, s. f. a).

2. **UC – 157** variedad obtenida en Estados Unidos. Se comercializan los híbridos F1 y F2 siendo el F1 más productivo y de mejor calidad que el F2. El primer híbrido está considerado como una de las variedades más precoces y más productivas del mercado de tamaño medio con un peso promedio de unos 28 g y cabeza cerrada. Puede cosecharse como verde o blanco. También presenta alta tolerancia a Fusarium y a Roya, así como al Asparagus Latent virus 2. En cambio, el F2 tiene la cabeza más cerrada espigándose a 40 – 50 cm de la inserción de la garra. Presenta buen grosor y producción (Infoagro, s. f. a).

3. **Jersey Giant/Jersey Knight** resistente y productiva se adapta bien a diversos suelos y climas.

4. **Capirel Entonem Natutec Airbug Nopath Spical** son variedades modernas y específicas para el cultivo en el país enfocadas en la adaptación al clima ecuatoriano y la alta producción.

5. **Atlas** conocido por su robustez y tolerancia a enfermedades,

aunque es más común en otras regiones su resistencia lo hace apto para climas cálidos (Paredes s. f.).

Por su parte, en el sitio web Infoagro (s. f.), se sugiere que la mejora genética de variedades en busca de cultivares más completos y productivos es un hecho siempre intentando cumplir tanto en rendimiento como en calidad con las exigencias comerciales de los mercados. En este sentido los objetivos principales que se persiguen en la mejora genética de las variedades de espárrago verde son: Precocidad Incremento y agrupación de la producción Disminución de la fibrosidad Buena calidad apariencia y uniformidad del turión Mantenimiento de las brácteas cerradas del mismo Resistencia a plagas y enfermedades y Cultivares totalmente masculinos.

- **Espárragos blancos.** Se cultivan sin recibir luz directa formando camellones altos sobre la planta para que éstos no reciban radiación solar y de esta manera no sinteticen la clorofila. La calidad de estas variedades se determina por diversas características como son: Producción Calibre Fibrosidad y Precocidad.

- **Espárragos violetas o morados.** Son menos populares que los otros dos tipos. Su característico color se debe a la antocianina que es un pigmento presente en frutas y verduras.

de ese color como grosella frambuesa uva arándano cereza remolacha y berenjena entre otras. La variedad Violeta de Holanda se cultiva en distintos países.

Haciendo una comparación gastronómica de los tres tipos de espárragos entre los verdes y los blancos apenas existen diferencias nutricionales, aunque el sabor de los verdes es algo más intenso y crujiente mientras que el de los blancos es más suave y fibroso. En cuanto a los morados éstos tienen un sabor algo más dulce y afrutado que los dos anteriores de textura crujiente pudiéndose comer incluso crudos (Infoagro, s. f.).

La correcta selección de la variedad es importante dado que el espárrago produce durante un prolongado espacio de tiempo no debe haber lugar para la equivocación lo cual supondría un gran contratiempo al productor. Dicha elección debe hacerse en función de la zona donde se va a cultivar atendiendo principalmente a parámetros que afectan directamente al cultivo como los climáticos edáficos y de manejo, pero también a los aspectos comerciales como pueden ser las características exigidas por el cliente los niveles de productividad etc. Por esto es recomendable informarse bien de todos estos temas antes de comprar la semilla y abordar el desarrollo del cultivo en cuestión (Infoagro, s. f.).

3.2 El cultivo de Apio (*Apium graveolens L.)*



Figura 12. Cultivo de apio.

Fuente: https://www.istockphoto.com/foto/fondo-de-primer-plano-de-apio-gm868336410-144619505

3.2.1 Características

El apio (*Apium graveolens*) (Foto 12), según Shamirian (2023), es un vegetal que pertenece a la familia de las umbelíferas también conocida como apiáceas. Este vegetal cuenta con un tallo estriado grueso vacío y muy crujiente. Sus flores son pequeñas y amarillas las semillas triangulares y las hojas imparipinnadas cuentan con un perfilado dentado. El sabor del apio es una combinación agria y fresca una versión que poco tiene que ver con el vegetal amargo casi incomestible de sus orígenes. Hoy en día tanto hojas como tallo y semillas son utilizadas con fines culinarios y medicinales.

A la hora de cultivar el apio lo esencial es tener en cuenta las condiciones de humedad y calor: crece óptimamente entre los 15 °C y 20 °C en suelos ricos en hummus (Shamirian, 2023). Para cultivar apio se necesita sol directo o semisombra un suelo rico en materia orgánica y bien drenado y riego abundante y frecuente para mantener la humedad sin encharcar. Es importante fertilizar mensualmente con nitrógeno aplicar acolchado para conservar la humedad y proteger las raíces y controlar plagas como pulgones y babosas (Integra, s. f.-a).

Para los cuidados en el cultivo de apio hay que evitar el exceso de agua ya que puede provocar pudrición de las raíces. Riega temprano en la mañana y no mojes las hojas para prevenir hongos. Temperaturas y Crecimiento: Las temperaturas ideales para el apio están entre 15 y 20 °C. Temperaturas altas: Si la temperatura supera los 25°C el

crecimiento de la planta puede detenerse y desarrollar un sabor amargo. Debido a las dificultades en la germinación de la semilla de apio prácticamente no se realiza en siembra directa las semillas deben sembrarse de manera indirecta en semilleros de plástico o de foamy agrícola.

En opinión de Shamirian (2023), se deben seguir los siguientes cuidados durante el cultivo del apio*:*

1. **Riego:** Mantén un riego abundante y constante ya que el apio necesita un suelo húmedo para su desarrollo continuo.

2. **Acolchado:** Puedes usar acolchado (mulch) para conservar la humedad del suelo mantener las raíces frescas y conservar la humedad.

3. **Fertilización:** Realiza una fertilización regular con un fertilizante balanceado o rico en nitrógeno para satisfacer su alto requerimiento de nutrientes.

4. **Control de malezas:** Controla las malezas para evitar la competencia por nutrientes y agua.

5. **Aporcar:** A medida que el apio crece aporca la tierra alrededor de las plantas para mantener los tallos tiernos y pálidos (Fecoagro, 2021).

3.2.2 Origen e historia del apio

¿Qué era del apio hace unos siglos e incluso algún milenio? Lo cierto es que el día que podamos ahondar en todas las vicisitudes de los orígenes

de alimentos tan antiguos como el apio estaremos de celebración. Se sabe a ciencia cierta que su tendencia a crecer en lugares húmedos y cálidos hizo propicia su aparición y expansión en el Mediterráneo. Basándose en las mismas consideraciones climáticas hay autores que defienden que el apio debió aparecer al mismo tiempo en el oeste de Asia una teoría que cuenta con más detractores. La variedad silvestre se caracterizaba por ser amarga y menuda y por esa razón en el Antiguo Egipto y en la Antigua Grecia tan sólo se destinaba a remedios caseros contra la resaca en lugar de a enriquecer (como iba a hacerlo) la gastronomía. Esta concepción no cambió hasta entrado el siglo XVI en el que diferentes escritos en China Francia e Inglaterra confirman el cultivo y uso del apio como un vegetal más (Shamirian, 2023).

En Inglaterra a las puertas de la Revolución Industrial el apio se hervía y mezclaba con agua harina mantequilla y un toque de crema para conseguir una salsa de apio. Una combinación de sabores que se repetía en otras presentaciones como pan untado en mantequilla con apio picado aceite y vinagre. Ya asomaban sus usos en sopas junto a otras verduras. Un uso tan arraigado como para que hoy en día un chef inglés con estrella Michelín como Tommy Banks le dedique una receta a la sopa de apio y ésta sea recreada con entusiasmo. Y es que los ingleses son una de las naciones europeas que más empeño puso en conseguir la versión del apio en U de tallo grueso de la actualidad logrando en el camino tonalidades amarillas verdes y hasta rosadas. El color más pálido que caracteriza al apio de las verdulerías fue resultado de una técnica en la que los tallos se cubrían y protegían del sol justo después de brotar. Qué decir de la importancia de este vegetal en el país que vio nacer e l «*celery vase*» un vaso de cristal victoriano que utilizaban las clases más pudientes

en el siglo XIX exclusivamente para servir el apio (Shamirian, 2023).

Este sería de los últimos capítulos en los que el apio asumía estandartes tan altos. De la mano de la industrialización se convirtió en un vegetal accesible para todos los comensales un clásico de los caldos y en la actualidad una de las hortalizas más exportadas por España Estados Unidos y México. En Europa los máximos consumidores son Inglaterra Alemania —que disfruta de la *selleriesalat* ensalada de apio con vinagre que recuerda a las recetas del siglo XVII— y Países Bajos a quienes parece que la ensalada de apio les inspira a añadir manzana queso y hierbas (Shamirian, 2023).

3.2.3 Valor nutricional del apio

El apio es el crudité por excelencia de las dietas de adelgazamiento por su poder diurético y su casi inexistente aporte calórico. Tiene unas modestas cantidades de calcio magnesio y fósforo y es muy rico en carotenos aportando aproximadamente el 75% de la recomendación diaria. Entre las vitaminas presentes destaca la vitamina A ideal para cuidar huesos y piel. Según (Peris, 2023), los valores nutricionales del apio son: energía (kcal): 122, hidratos de carbono (g): 13, azúcares (g): 13, grasas (g): 0, proteínas (g): 13, fibra (g): 180, calcio (mg): 55, magnesio (mg): 15, fósforo (mg): 32, vitamina A (*microgramo* (mcg)): 95, acido Fólico (mcg): 12 y carotenos (mcg): 570.

Propiedades y beneficios del apio

Los usos culinarios, a consideración de Shamirian (2023) y Peris (2023), nos permiten disfrutar de su propiedad hipocalórica aromática y

antioxidante. Sin embargo, estos autores consideran, que si además nos acostumbramos a utilizar sus hojas o infusionar sus semillas descubriremos que el apio también nos puede ayudar a disminuir el estrés a conciliar el sueño y a combatir infecciones. A continuación, se precisan algunas de sus propidades y beneficios:

- Propiedades diuréticas: El apio es un vegetal rico en agua diurético y que puede ser utilizado como antiséptico urinario y como remedio ante los cólicos. La diuresis permite deshacerse de la retención de líquidos y la parte de la planta con el máximo potencial para conseguirlo son las semillas.

- Idóneo para combatir infecciones: El apio es antibacteriano. Su aceite esencial tiene una gran capacidad antifúngica y antibacteriana y puede ayudar a combatir infecciones de *Staphylococcus aureus S. coccus albus* o *Shiglla dysenteriae* y *Salmonella typhi* solo por nombrar algunos de los responsables de las patologías digestivas e intoxicaciones alimentarias más comunes.

- Recomendado para aliviar el dolor menstrual: Es antiinflamatorio y emenagogo es decir que promueve la circulación sanguínea en el útero por lo que es uno de los alimentos más recomendables para aliviar los dolores premenstruales. A su efecto se suma su acción antiespasmódica. Mezclado con jengibre en jugo podemos sacar el máximo potencial antiinflamatorio.

- Efectivo para cuidar de tu hígado: Los estudios con modelos

animales han demostrado que el apio tiene un papel protector y regenerador del hígado especialmente ante la toma de ciertos medicamentos como paracetamol o aquellos que contienen tioacetamida. De igual manera y siguiendo con modelos animales también se observó la relación del apio y la inhibición del crecimiento del carcinoma de hígado. También disminuye los cálculos renales y previene el desarrollo de hígado graso.

- Rejuvenece los tejidos con su poder antioxidante: Las hojas son la parte del apio que contiene más cantidad de fenoles. Estos compuestos otorgan aroma y son antioxidantes contribuyendo a disminuir los radicales libres y mantener células y tejidos más jóvenes. También se suma al efecto antioxidante la apigenina la apienina y la vitamina A.

- Alivia la colitis, la acidez digestiva y disminuye los gases: El apio protege la mucosa gástri ca y previene las úlceras gástricas. También se puede utilizar para tratar molestias estomacales tiene efecto carminativo anti flatulento y purgativo. Específicamente las semillas han demostrado ser un buen remedio para las náuseas.

Por último, es importante resaltar el potencial de las semillas de apio pues pueden prepararse infusionadas para aprovechar su efecto diurético, el alivio sintomático de los problemas de riñón, reuma y artritis. También tiene un efecto relajante disminuye la ansiedad y mejora el sueño. El alto contenido en esencia de las semillas es responsable del efecto antiespasmódico que alivia el dolor menstrual (Peris, 2023; Shamirian, 2023).

3.2.4 Importancia alimenticia

Valor Nutricional y Medicinal

Vitaminas y Minerales: El apio es rico en vitaminas A B (incluyendo B1 B2 B6 B9) C y E además de minerales como potasio sodio calcio zinc magnesio hierro azufre fósforo y cobre.

Propiedades beneficiosas:

Diurético y depurativo: Ayuda al organismo a eliminar impurezas y exceso de líquidos contribuyendo a la salud renal.

- **Remineralizante:** Aporta minerales esenciales al cuerpo.
- **Digestivo y aperitivo:** Favorece la digestión y abre el apetito.
- **Antioxidante:** Contiene antioxidantes que protegen al cuerpo.
- **Baja en calorías:** Su alto contenido de agua y fibra ayuda a la pérdida de peso y saciedad.

Además, por su propiedad emenagoga el apio está contraindicado en el embarazo y se debería consultar a un médico antes de continuar con su consumo. Tampoco está indicado en casos de insuficiencia o patología renal puesto que según la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) se considera un alimento alto en sodio lo que podría conllevar a un sobreesfuerzo a los riñones (Shamirian, 2023).

El consumo del apio ayuda a la regulación de funciones fisiológicas como la digestión en personas con enfermedades degenerativas y en recién nacidos por su contenido único de almidones aceites y sales

minerales.

Las raíces tuberizadas de apio son fuente potencial de almidón el cual se considera fácil de cocinar y se puede utilizar en la preparación de sopas alimentos para bebés panes purés y pasteles debido a que tiene propiedades funcionales especiales. Este almidón tiene una temperatura de gelatinización baja un pico de viscosidad alto y una baja tendencia a la retrogradación y sinéresis lo cual contribuye a su alta digestibilidad (Rocha *et al*. 2008, como se citó en Estación Experimental Agrícola, 2022).

3.2.5 Usos y Consumo

A pesar de su contenido de almidón y fibra en las raíces y cabeza es considerado como alimento secundario de las comunidades indígenas. Sin embargo, dentro del grupo de cultivos de raíces y tubérculos Andinos (ARTC) el apio ha logrado permanecer en un nicho de mercado estable; se cultiva extensamente en América del Sur y el Caribe (Hermann, 1997, como se citó en Estación Experimental Agrícola, 2022).

- **Consumo:** Se consume crudo en ensaladas o cocido en sopas cremas y jugos verdes.
- **Versatilidad:** Su característico aroma y sabor lo hacen un buen ingrediente culinario.

3.2.6 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 27. Clasificación taxonómica de Apium graveolens L.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta (angiospermas o plantas con flor)**
Clase	**Magnoliopsida (dicotiledóneas)**
Orden	**Apiales**
Familia	**Apiaceae (Umbelliferae)**
Género	***Apium***
Especie	***Apium graveolens* L.**

Fuente: Información adaptada de Estación Experimental Agrícola (2022).

Descripción Botánica

Es una planta herbácea de la familia Apiaceae o Umbelíferas y se cultiva principalmente como anual para el consumo de sus peciolos hojas o raíz dependiendo de la variedad comercial. Botánicamente se caracteriza por tallos angulares y acanalados hojas en pecíolos largos y flores blancas pequeñas agrupadas en umbelas compuestas.

Hábito: Planta herbácea bianual que se cultiva como anual.

Tallos: Son ramificados angulares y acanalados y los peciolos de las hojas son largos carnosos y fibrosos. Del cuello de la raíz brotan varios tallos herbáceos que alcanzan de 30 a 80 cm de largo. El tallo se compone de una cepa llamada corona de forma cilíndrica corta de la cual salen ramificaciones cortas o brotes denominados colinos o hijuelos. En el tallo se se encuentra la cepa cabeza o cormo llamada madre y los hijos con sus hojas. La cabeza es cilíndrica cubierta por muchos surcos transversales configurando una superficie rugosa su tamaño puede variar

según la profundidad de siembra. Entre la corona y las raíces se encuentra una cabeza o cormo la cual hacia la parte superior da origen a hijuelos en la corona y éstos a su vez a los tallos y hojas; en la parte inferior da origen a las raíces tuberosas. Los hijuelos que son el material de propagación del apio crecen en la corona y se cubren de hojas envolventes que salen a la superficie (Estación Experimental Agrícola, 2022).

Hojas: Son pinnadas y las hojas superiores son triangulares y trilobuladas. Las hojas son grandes que brotan en forma de corona; mientras que el peciolo es muy grueso y carnoso prolongándose en gran parte del limbo. Los peciolos son notablemente nervados muy anchos en la base y constituyen la parte comestible. as hojas son compuestas con tres o cuatro foliolos laterales opuestos y uno apical miden hasta 50 cm de largo con un número que varía de 55 a 95 hojas por planta. Las hojas inferiores son pecioladas y se dividen en pinadas de forma irregular; las superiores son sésiles y están divididas en lóbulos los bordes son dentados. El apio desarrolla una gran cantidad de follaje en algunos casos alcanzando una altura de 1.5 metros. Su comportamiento es anual en lo que se refiere a la producción de raíces y bianual en su ciclo vegetativo ya que es cosechado a los 10 o 12 meses (Amaya & Julca 2006 como se citó en Estación Experimental Agrícola, 2022).

Flores: Pequeñas de color blanco cremoso y dispuestas en umbelas compuestas densas. Posee una inflorescencia denominada umbela compuesta con flores pequeñas y blancas. Las flores tienen cinco pétalos cinco estambres y dos pistilos. La polinización en este cultivo es cruzada.

El apio es una especie hermafrodita lo que significa que tiene una flor perfecta en la parte externa de la umbélula con flores femeninas y masculinas funcionales. Aunque generalmente en la parte interna solo existen flores estaminadas las flores son muy pequeñas y el fruto desarrolla un máximo de dos granos. Estas flores son polinizadas por insectos. Un cormelo ya desarrollado tiene la capacidad de generar un tallo con varias inflorescencias. Es importante removerlas ya que su presencia reduce la producción de la cabeza y de las raíces tuberizadas. El eje floral presenta alrededor de 15 a 20 umbelas compuestas la inflorescencia en cambio es una umbela compuesta con 8 a 14 umbélulas cada umbela tiene entre 10 y 25 flores. Las semillas rara vez se forman ya que las plantas generalmente se cosechan antes de que se produzcan las flores. El conjunto de semillas se ve afectado por las altas temperaturas y las anteras se marchitan antes de que puedan arrojar polen (Estación Experimental Agrícola, 2022).

La floración es un evento raro en los Andes, pero es frecuente en zonas que se encuentran alrededor de los 900 m.s.n.m. de altitud como es el caso en Puerto Rico. El periodo de floración puede durar de 1 a 2 meses. En Brasil (hemisferio sur) la floración ocurre entre julio y octubre debido a las bajas temperaturas y los días cortos que se presentan a mediados del año. También estos autores mencionan que la deshidratación de las partes aéreas de las plantas adultas y su cultivo posterior induce la floración en 90 % de las plantas y así lo han comprobado en Brasil y Ecuador (Amaya & Julca 2006, como se citó en Estación Experimental Agrícola, 2022).

Frutos: Pequeños frutos aromáticos ligeramente amargos que son

esquizocarpos que contienen dos mericarpos. Los frutos maduros son pequeños y secos de apariencia cochosa. Las semillas o frutos maduros son muy pequeños llegando a medir de 1.0 a 1.5 mm de longitud.

Raíz: Las variedades pueden tener una raíz principal comestible como en el caso del apionabo. Posee un sistema de raíz vertical pivotante y fibroso con numerosas raíces laterales que sirven para la absorción de nutrientes. Las raíces laterales del apio tienden a extenderse a distancias muy cortas lo que brinda la oportunidad de trasplantar a distancias más reducidas entre plantas; las cuales pueden estar entre los 15 y 20 cm de distancia.

3.2.7 Exigencias ecológicas

El cultivo de apio en Ecuador al ser un producto de alto requerimiento nutricional y de humedad se realiza en zonas de clima templado como Chimborazo e Imbabura utilizando suelos ricos en materia orgánica. Es fundamental preparar la tierra con compost asegurar un riego constante y evitar el encharcamiento ya que requiere un desarrollo continuo.

Para obtener resultados exitosos es vital monitorear el crecimiento de las plántulas y protegerlas contra plagas y enfermedades. desarrolla mejor en suelos arcillosos ya que requiere de mucha humedad. En relación al pH es levemente tolerante a la acidez pH ideal entre 6.0-6.8. se le considera un cultivo con baja tolerancia a la salinidad. apio requiere suelos livianos y profundos de buena retención de humedad y drenaje y alto contenido de materia orgánica. La planta es exigente en nutrientes necesitando un suministro constante de nitrógeno fósforo potasio además de calcio boro y magnesio que se pueden aportar mediante

fertilización al suelo y foliar.

La fisiología del apio se caracteriza por ser un cultivo de estación fría que prospera a pleno sol, pero con riego abundante para asegurar un crecimiento rápido y continuo.

3.2.8 Fisiología

Luz y Temperatura: El apio es un cultivo de estación fría que prospera a pleno sol, aunque en climas cálidos se puede beneficiar de una ligera sombra vespertina para reducir el estrés.

Agua: Requiere un riego constante y abundante para asegurar un crecimiento rápido y uniforme clave para la calidad de los peciolos.

Suelo: Idealmente el apio necesita suelos profundos fértiles y bien drenados con un pH entre 5.2 y 6.8. Los suelos arcillosos pesados no son aptos.

Viento: Es sensible a los vientos fuertes que pueden secar las plantas por lo que se debe elegir un lugar protegido.

Tipo de Planta: Se cultiva como una anual de estación larga por su ciclo para obtener los tallos carnosos (Boeckmann 2025).

Condiciones climáticas:

La temperatura para la germinación de la semilla es de 10 a 15 °C con la cual emergen a los 10 días después de la siembra. Para la producción de plántulas en almácigo son necesarias temperaturas por encima de los 15 °C puede llegar a tolerar heladas muy ligeras. para un buen

crecimiento y desarrollo temperatura media mensual de 16 a 21 °C (Martínez, s. f.).

3.2.9 Factores ambientales que afectan el crecimiento y desarrollo

Según Del Pino (2022) el apio al ser una especie naturalmente de comportamiento bianual durante el primer año desarrolla el sistema foliar y al segundo año desarrolla la inflorescencia.

1- **La germinación del apio es compleja por varios factores:** Presenta dormancia característica relacionada con contenidos hormonales que según Thomas y Whitlock (1980, como se citó en del Pino 2022) está relacionado en primer lugar por la posición de la semilla en la umbela (dormancia primaria); por este motivo presenta una inhibición para germinar los primeros meses de cosechada. La germinación es muy lenta; la temperatura óptima para la germinación de las semillas de apio es de 21º C (tiempo aproximado 7 días).

Además, presenta dormancia secundaria inducida por un inhibidor cuyo efecto puede ser contrarrestado con la aplicación de giberelinas cuyos niveles endógenos en la semilla estarían regulados por la acción del fitocromo. La temperatura y la luz son los factores que interactúan sobre la dormancia secundaria (Thomas & Whitlock 1980 como se citó en del Pino 2022). El comportamiento de la semilla en relación a la luz es de tipo fotoblástico positivo ya que requiere luz para germinar, pero sólo cuando las temperaturas superan los 18ºC .de temperatura. Este factor está estrechamente relacionado con el cultivar ya que los cultivares amarillos son más sensibles a este problema. Para romper la dormancia

secundaria se puede realizar una inmersión de las semillas en una solución de AG3 o una mezcla de etefón y daminozida o solo un tratamiento con etefón. Por estos motivos las siembras bajo condiciones de altas temperaturas dan una germinación muy irregular por lo cual es conveniente brindarle las condiciones adecuadas (sombra riego permanente o temperaturas adecuadas) (Del Pino, 2022).

2- **Floración**: Al tratarse de un cultivo bianual el apio durante el primer año vegeta y el segundo florece si se han cumplido las condiciones necesarias para la floración. El apio requiere para florecer ciertas condiciones para la "inducción a floración". Si los requerimientos de la inducción floral fueron satisfechos bajo otras condiciones ambientales diferentes a los de la inducción la planta elonga el escapo floral y se produce la expresión de la floración con el alargamiento del escapo floral la aparición de las umbelas florales y la apertura de las flores propiamente dichas. Las condiciones requeridas para la inducción a floración son bajas temperaturas con días cortos (acumulación de bajas temperaturas entre 5 y 10 ºC y hasta 14 ºC en una cantidad variable según cultivar alrededor de 1600 unidades de frío) y para que se produzca la expresión de la floración se debe dar una condición de altas temperaturas y fotoperiodo largo. Por eso es una especie de días cortos– largos (brevilongidiurna). Para los cultivares amarillos autoblanqueantes que son "más resistentes a la floración" para que se induzcan a floración se requiere una sumatoria mayor de horas de frío que para los verdes. Cuanta mayor cantidad de horas de frío se hayan acumulado menor temperaturas y largo de fotoperiodo serán necesarias para que se

produzca la expresión de la floración o sea la elongación del escapo floral con la posterior aparición de las flores (Del Pino, 2022).

3- **Bolting o floración prematura**: Un problema importante que puede presentar el cultivo del apio es el bolting (subida prematura de la flor) que se refiere a la aparición del escapo floral y las flores o no durante el primer año de cultivo con lo cual se deprecia la calidad comercial del producto cosechable. Las causas que inciden en la aparición del bolting son:

- Acumulación de bajas temperaturas en estadio juvenil (influirá la cantidad de horas de exposición a las temperaturas vernalizantes bajo fotoperiodo corto la edad de la planta al momento de producirse la exposición y la sensibilidad de la variedad a las bajas temperaturas): inducción a la floración.

- Fotoperiodo largo y temperaturas altas necesarias para el alargamiento del escapo floral luego de haberse producido la inducción (Del Pino, 2022).

4- **Manejo del bolting, según** Del Pino (2022):

- Evitar las temperaturas de vernalización

- Para que haya una respuesta a la vernalización de las bajas temperaturas se requiere de una determinada "madurez" de la planta

- Devernalización que consiste en el proceso de eliminar o

contrarrestar el efecto de las temperaturas vernalizantes con temperaturas altas

- Existen cultivares que presentan mayor resistencia al fenómeno del bolting
- La aplicación de hidracida maleica (dosis 1 %) evita la floración, aunque determinadas dosis pueden producir quemaduras y deformaciones en las hojas
- Manejo del fotoperiodo
- Ruptura del largo de la noche con lámparas incandescentes.

5- **Requerimientos edáficos:** Es una especie que no requiere terrenos con texturas especiales, aunque es exigente en cuanto a drenaje. Los suelos ricos en materia orgánica son muy adecuados para su cultivo. Los límites de pH son de 68- 72. Es una planta sensible a la salinidad con los límites máximos de tolerancia entre 2-3 mmhos/cm. Es conveniente mantener un elevado nivel de nitrógeno disponible en las últimas semanas del ciclo del cultivo. Es una planta sensible al déficit de calcio magnesio y boro carencias que provocan fisiopatías características. Las extracciones promedio de nutrientes para un rendimiento de 70 a 80 t/ha son de 200 a 240 kg de N 150 kg de P2O5 560 a 600 kg de K2O 300 a 400 kg de CaO y 20 a 30 kg de MgO (Del Pino, 2022).

3.2.10 Nutrición

El apio es exigente en nutrientes y necesita un suministro equilibrado de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) para un desarrollo óptimo. Además de los macroelementos el apio requiere calcio (Ca), boro (B) y magnesio (Mg). Para la aplicación de estos nutrientes, se recomienda la fertilización con estiércol que aporta el nitrógeno y el potasio. En el caso del calcio, boro y magnesio las aplicaciones foliares o mediante el riego suelen ser muy efectivas. Es importante reslatar que la falta de boro puede producir líneas pardas en los peciolos. Esto puede ocurrir en suelos con mucho calcio o escasez de agua. Por su parte la deficiencia de magnesio se manifiesta con amarillamiento en las hojas más viejas y posterior color marrón.

Fertilización

El plan de fertilización se debe basar en un análisis fisicoquímico del suelo antes de la siembra. La primera aplicación debe realizarse al mes de la siembra cuando las plantas hayan brotado y desarrollado raíces y la segunda a los 4 meses. Esta combinación puede variar lo importante es que la razón de potasio sea más alta que el nitrógeno y el fósforo y así evitar que la planta se vaya en ‘vicio’ produciendo mucho follaje verde y pocos tubérculos (Estación Experimental Agrícola, 2022).

3.2.11 Factores de calidad y deficiencias comunes

Tabla 28. Factores.

Factor	Descripción / Efectos
Crecimiento rápido	Un crecimiento constante y rápido es esencial para la calidad.
Ahuecado de pencas	Puede ocurrir por cambios bruscos en el ritmo de crecimiento, falta de nitrógeno o aplicación excesiva de ácido giberélico.
Heladas	Pueden causar amarillamiento, necrosis y ahuecado de las pencas.

3.2.12 Variedades comerciales

Variedades: El apio verde y **el apio blanco** son dos variedades diferentes de apio. El apio verde tiene un color verde más oscuro en sus hojas y tallos. Es más robusto y fibroso además de más amargo en boca. Es el más extendido en el mercado porque su cultivo es más sencillo.

El apio blanco tiene un color más pálido sus pencas son de un tono amarillo muy suave, aunque en ocasiones también pueden tender al verde pálido. Su sabor es más delicado y dulce. Además, el apio blanco es más tierno lo que lo convierte en el más indicado para comerlo en ensaladas o como cruditté además de en distintos guisos.

Estas principales diferencias entre el apio verde y el apio blanco vienen determinadas por el volumen de clorofila mucho más presente en el apio verde de manera que tanto su color como su sabor son mucho más intensos. El apio blanco es más delicado de cultivar que el verde. Requiere de cuidados exigentes de un mayor esfuerzo y experiencia para obtener unas piezas perfectas de tallos blancos y firmes. Las variedades también juegan un papel importante (Periz, 2023).

Se cultivan variedades de apio como Tall Utah y otras variedades tipo Pascal conocidas por sus tallos vigorosos y carnosos ideales para el mercado fresco. También existen el apio nabo (Apium graveolens var. *rapaceum*) para su raíz el apio de corte (*Apium graveolens* var. *secalinum*) para sus hojas y variedades autoblanqueantes como las de la marca AgroSad.

3.2.13 Tipos de Apio Cultivados

- **Apio de Pencas (o Tallo):** Es el más consumido y se cultiva por sus tallos gruesos y crujientes.
- **Variedades Verdes:** Como el tipo Pascal (ej. Tall Utah) y otras de follaje verde oscuro y pencas carnosas que son muy apreciadas por su vigor y uniformidad para el mercado fresco.
- **Variedades Doradas o Auto-Blanqueantes:** Tienen tallos más claros que no requieren prácticas de blanqueo, aunque pueden ser más delgados y fibrosos.
- **Apio de Raíz (Apionabo**): Se cultiva por su raíz carnosa y bulbosa utilizada en sopas y ensaladas según el Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA) y Libertyprim.
- **Apio de Hoja (Apio de Corte):** Esta variedad no desarrolla un tallo grueso y se cultiva por sus hojas **aromáticas** que se utilizan como condimento o para infusiones.

Variedades Populares en Ecuador según AgroSad (2023).

- **Tall Utah:** Una variedad vigorosa de apio de color verde oscuro

con pencas carnosas y lisas y buena tolerancia a la floración prematura. Apio vigoroso de color verde oscuro de pencas lisas y muy carnosas. Mantiene su color verde por mucho tiempo. Es muy uniforme a la cosecha. Buena tolerancia a floración prematura. Ideal para el mercado fresco se adapta a diferentes densidades de siembra.

Manejo

- **Tipo de Suelos**: Fértil ligero y profundo que sea rico en materia orgánica con buen contenido de humedad.
- **Forma de Siembra**: Sembrar en semilleros a 0.5cm de profundidad. Posteriormente trasplantar al sitio definitivo a una distancia de 30 cm entre planta y a 50 cm entre hilera.
- **Ciclo promedio de cosecha**: De 90 a 100 días.
- **Densidad de siembra**: De 40 g /ha.
- **Balada:** De la marca Bejo esta variedad muestra buena tolerancia al esponjado y floración temprana.

3.3 El cultivo del Ruibarbo (*Rheum spp.)*



Figura 13. Cultivo de ruibarbo.

Fuente: https://extensionesp.umd.edu/wp-content/uploads/2022/10/ruibarbo3.jpg?w=800&h=1&crop=1

3.3.1 Características

El cultivo de ruibarbo (Foto 13) en Ecuador presenta un desafío debido a su necesidad de frío invernal para la vernalización y su preferencia por climas templados; es más adecuado para la Sierra con estaciones marcadas.

El ruibarbo requiere un suelo fértil bien drenado y soleado y no produce tallos cosechables hasta el segundo año. En zonas cálidas como la costa ecuatoriana se podría intentar cultivar como una planta anual con riego constante o en zonas de mayor altitud donde las temperaturas sean más bajas y se produzca el frío invernal necesario (Kellogg, 2024).

3.3.2 Factores a considerar para el cultivo en Ecuador

Clima:

El ruibarbo necesita un periodo de frío invernal para la vernalización y

para iniciar un crecimiento saludable en primavera. En regiones cálidas como la costa ecuatoriana el calor excesivo puede hacer que los tallos sean débiles y la planta no se desarrolle bien. Zonas de la Sierra con inviernos fríos y veranos frescos serían más adecuadas o se debe intentar cultivar en condiciones especiales como planta anual.

Para lograr una producción de calidad del ruibardo, según Kellogg (2024) se deben garantizar las siguientes condiciones:

- Se necesita un suelo fértil bien drenado y con mucha materia orgánica. Se debe incorporar compost o estiércol bien descompuesto antes de plantar.

- Se debe selelcionar un lugar con sol todo el día, aunque puede tolerar algo de sombra parcial. Es importante mantener el suelo húmedo, pero no saturado es crucial usando un mantillo de paja o hojas para conservar la humedad.

- Se plantan las coronas (donde las raíces se unen a los brotes) unos 5 cm de profundidad. La distancia entre plantas debe ser de 0.9 m a 1.8 metros entre plantas para darles espacio.

- Respetar los tiempos para la cosecha; no cosechar durante el primer año. En el segundo año puedes cosechar los tallos, pero asegúrate de dejar el follaje en la planta.

Adaptación en zonas cálidas:

Considerar cultivar el ruibardo como planta anual exige un riego constante y un mantillo para mantener el suelo fresco. El cultivo de esta

hortoliza podría ser exitoso en altitudes de la Sierra donde las temperaturas nocturnas y los inviernos sean más fríos. En esencia, para cultivar ruibarbo en Ecuador se debe adaptar las necesidades de la planta a un clima que no es ideal: elige un lugar soleado con sombra parcial en climas cálidos asegúrate de que el suelo sea muy bien drenado para evitar la pudrición, mantén la humedad constante sin encharcar y fertiliza en primavera. Retira los tallos florales para enfocar la energía en el crecimiento de los tallos comestibles y cubre con abono para proteger y nutrir la planta en la temporada de letargo.

3.3.3 Cuidados Esenciales

Tabla 29. Cuidados esenciales.

Actividad	Descripción y recomendaciones
Riego	La planta necesita una humedad constante, especialmente en los dos primeros años. Riégala adecuadamente, pero evita el riego excesivo y asegúrate de que el suelo no se sature.
Abono	Alimenta tu planta con un fertilizante equilibrado en primavera para estimular su crecimiento. El compost bien descompuesto o el estiércol aplicado en otoño también es beneficioso.
Deshierbe	Mantén el área libre de malas hierbas para que la planta no tenga que competir por agua y nutrientes.
Eliminación de flores	Corta o retira cualquier tallo floral que aparezca para que la planta concentre su energía en producir tallos comestibles y no en la floración.
Mantenimiento a largo plazo	Cosecha: No coseches tallos durante el primer año para permitir que la planta se establezca. Cosecha tallos de al menos 30 cm de largo mediante un movimiento de torsión y tirando suavemente desde la base. Nunca coseches más de la mitad de los tallos a la vez para mantener la salud de la planta.

División de plantas	Cada 4 o 5 años, divide la planta en primavera o a principios de otoño para rejuvenecerla y mantener su productividad, ya que puede volverse muy grande.
Acolchado	Cubre las plantas en otoño con una capa gruesa de materia orgánica, como compost o estiércol bien descompuesto. Esto protege las coronas del estrés y los hongos, además de aportar nutrientes (Kellogg, 2024).

3.3.4 Origen e historia del Ruibarbo

Es originario del este de Asia específicamente de China Mongolia y Siberia donde se ha utilizado como planta medicinal durante miles de años. Llegó a Europa a través de la Ruta de la Seda y se popularizó como ingrediente culinario especialmente en el siglo XVIII. La palabra ruibarbo es de origen latino. Los antiguos romanos importaron raíces de ruibarbo de tierras bárbaras desconocidas. Estas tierras se encontraban más allá del río Vogue a veces conocido como río Rha. Rha se adoptó inicialmente para significar ruibarbo. Importada de los bárbaros del otro lado del río Rha la planta se convirtió en Rha barbarum y finalmente en rhabarbarum que en latín significa planta de ruibarbo. La palabra inglesa moderna ruibarbo deriva de rhabarbarum.

Las primeras utilizaciones de este cultivo se ubican en Asia se describe que el ruibarbo es nativo de regiones frías de Asia desde el este de Rusia y Siberia hasta China. Se ha cultivado como medicina tradicional en China durante más de 4500 años en sus variedades de raíz. Su llegada a Europa data al siglo XIV el ruibarbo fue introducido en Europa a través de los puertos de la Ruta de la Seda como Alepo y Esmirna. Las rutas comerciales incluyendo el río Volga permitieron que esta planta llegara a Europa donde inicialmente fue considerada una rareza.

En Inglaterra se desarrolló la técnica de forzado en oscuridad (cerca de Leeds Wakefield Morley) produciendo tallos más tiernos dulces y coloridos lo que permitió su comercialización temprana en invierno. Su expansión a América llegó en la década de 1820 expandiéndose con los colonos hacia el oeste.

A partir del siglo XVIII los europeos comenzaron a cultivar ruibarbo en sus jardines aumentando su conocimiento y disponibilidad. En Inglaterra el cultivo de ruibarbo alcanzó una gran importancia en la región de Yorkshire conocida como el "Triángulo del Ruibarbo" desarrollando técnicas de forzamiento para obtener tallos más tiernos y dulces. Su culinario se fue ampliando, aunque inicialmente se le conocía como una planta medicinal pronto se ganó popularidad en la cocina especialmente en postres como mermeladas y crumbles (postre de origen británico o anglosajón que consiste en una capa de fruta cubierta por una masa desmenuzable de harina azúcar y mantequilla como a la propia cubierta "desmenuzable" o migas de esa masa) y también en platos salados en diversas gastronomías.

Muchos consideran el ruibarbo una fruta debido a su predominio en las recetas de postres. Aunque los botánicos y horticultores discrepan sobre la taxonomía de esta especie se considera una verdura de postre. Sorprendentemente su uso fue medicinal más que culinario durante la mayor parte de su vida útil. De hecho, sus usos culinarios generalizados comenzaron hace tan solo dos siglos mientras que sus usos medicinales se remontan a 5000 años o más (Sauvé, 2024).

3.3.5 Nutrición (humano)

Valor Nutricional y Medicinal

Los usos medicinales del ruibarbo comenzaron hace al menos 5000 años cuando los chinos utilizaban sus raíces secas como laxante. Los primeros usos documentados en la civilización occidental datan de hace 2100 años cuando las raíces de ruibarbo eran un ingrediente en numerosas medicinas griegas y romanas. Las raíces secas de ruibarbo también son astringentes. Los efectos astringentes son similares a los efectos catárticos lo que las convirtió en un laxante popular en la antigüedad. Aunque poco común la raíz seca de ruibarbo todavía se vende como laxante. Por lo tanto, cabe destacar que la eficacia medicinal de las raíces de ruibarbo varía significativamente según la variedad. La variedad china original sigue siendo la más eficaz mientras que algunas variedades no tienen ningún valor laxante. Las variedades de raíz conocidas por su eficacia como laxante son el *Rheum Officinale* y el *Rheum palmatum*. Desafortunadamente el ruibarbo se hibrida fácilmente y no existen estándares para los nombres de las variedades es o cultivares.

Posee altos contenidos de calcio vitamina C y fibra. No se conocen variaciones en el valor alimenticio entre variedades, aunque el rojo puro es el preferido estéticamente para algunos usos. Las hojas de ruibarbo son tóxicas y no tienen un uso culinario seguro para la humanidad. Desafortunadamente se servían como verdura en Inglaterra antes de que este hecho se conociera. La toxicidad se debe a las altas concentraciones de ácido oxálico un veneno orgánico y corrosivo presente en muchas

plantas, pero en cantidades relativamente grandes en las hojas de ruibarbo. También pueden existir otras toxinas. Sin embargo, basándose solo en el ácido oxálico 5 kilogramos de hojas proporcionan una dosis letal para un ser humano. (Aunque esto varía según la variedad y la fase de crecimiento). Aun así, se recomienda no consumir las hojas en ninguna cantidad.

Beneficios para la salud

Se ha demostrado que las antocianinas tienen efectos protectores sobre los vasos sanguíneos y la presión arterial y estudios recientes sugieren que también podrían ofrecer beneficios anticancerígenos. El ruibarbo también es una excelente fuente de vitamina K1 importante para la coagulación sanguínea y la salud ósea (Quintero. 2021).

3.3.6 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Clasificación taxonómica

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Caryophyllales

Familia: Polygonaceae

Género: Rheum

Especie: Rheum rhabarbarum L.

Descripción Botánica

Tipo de planta: Es una herbácea perenne que se desarrolla a partir de rizomas gruesos y cortos. **Partes comestibles:** Los pecíolos (tallos de las hojas) son la parte comestible y tienen un sabor ácido.

Partes tóxicas: Las láminas de las hojas son tóxicas y no deben ser consumidas debido a su alto contenido de ácido oxálico y otras sustancias.

Son plantas herbáceas raramente arbustivas o arbóreas con hojas esparcidas alrededor de la corona con una formación estipular característica en la base membranosa o carnosa conocida como "ócrea".

Hojas. La hoja del ruibarbo es de color verde intenso por el haz (cara superior) y de color verde claro por el envés (cara inferior). Entre la zona de las venas se encuentra el limbo que se observa ondulado. Su gran superficie foliar la hace muy llamativa alcanzando dimensiones de 35 cm entre el punto donde nace la hoja hasta su ápice y 40 cm en forma perpendicular a la vena principal de la hoja. Los pecíolos del ruibarbo son la parte comestible de la planta y alcanzan un largo entre 30 y 60 cm; son redondeados en su parte dorsal y aplastados centralmente de color rojo o verde según la variedad.

Tallos. Los tallos florales son huecos sobrepasan el metro de altura y producen panículas de flores pequeñas de color verde claro dispuestas en panojas. En el hemisferio sur la planta inicia su floración a mediados de octubre.

Rizoma. El rizoma (tallo modificado) en su interior es amarillo y por el

exterior café; se encuentra enterrado en el suelo y crece en cada estación estival. En invierno se encuentra en latencia vegetativa y sus rizomas y raíces son muy resistentes a las bajas temperaturas. Cabe destacar que esta especie se desarrolla mal en climas cálidos ya que requiere de un período de frío para romper su latencia vegetativa. Las partes aéreas mueren en otoño después que en las axilas de las hojas basales se desarrollan las yemas que brotarán en la primavera siguiente. Un largo período de frío o de sequía asegura la producción anual. El ruibarbo puede ser propagado por semillas y vegetativamente por división de sus rizomas (Salinas y Cartes, 2009).

3.3.7 Exigencias ecológicas

El ruibarbo prefiere la luz solar o sombra parcial necesita suelos profundos ricos en materia orgánica bien drenados y que retengan la humedad, pero sin encharcarse. Las exigencias más específicas incluyen plantar en otoño preferiblemente en un terreno húmedo y preparar adecuadamente el suelo. Es una planta perenne que se mantendrá en el mismo lugar por varios años.

Suelo: Prefiere suelos francos ligeros profundos y permeables**.**

Drenaje: Un buen drenaje es esencial para evitar el encharcamiento que puede dañar las raíces.

Fertilización: El ruibarbo es una planta con muchas demandas de nutrientes. Es beneficioso añadir compost rico o estiércol anualmente para proporcionar nutrientes y materia orgánica para un buen desarrollo. Se recomienda abonar con un fertilizante balanceado de liberación lenta durante el ciclo de crecimiento para mejorar su desarrollo.

Preparación: Es importante preparar el suelo removiendo malas hierbas y mezclando materia orgánica con el abono.

Riego y Nutrición: El ruibarbo necesita una hidratación constante. Riégalo regularmente especialmente durante los periodos secos.

Acolchado (Mulching): Aplica una capa gruesa de mantillo de compost o estiércol alrededor de la base de la planta para conservar la humedad del suelo suprimir las malezas y nutrir la planta.

Cosecha

Cosecha de tallos: Para cosechar arranca los tallos desde la base. No los cortes ya que esto puede dañar la planta y causar podredumbre.

Otras Consideraciones

Época de Plantación: El otoño es la época ideal para plantar los rizomas de ruibarbo ya que estimula el crecimiento y el color rojo intenso de los tallos. Es crucial evitar el encharcamiento en otoño e invierno que puede afectar negativamente la salud de la planta.

Cabe destacar que esta especie se desarrolla mal en climas cálidos ya que requiere de un período de frío para romper su latencia vegetativa. Las partes aéreas mueren en otoño después que en las axilas de las hojas basales se desarrollan las yemas que brotarán en la primavera siguiente. Un largo período de frío o de sequía asegura la producción anual. El ruibarbo puede ser propagado por semillas y vegetativamente por división de sus rizomas (Salinas & Cartes, 2009).

3.3.8 Fisiología

La fisiología del cultivo de ruibarbo incluye sus requisitos de suelo (rico en materia orgánica húmedo, pero bien drenado pH 5.6-7.2) y sitio (soleado o semisombreado). Es una planta perenne que necesita de 2 a 3 años para establecerse y comenzar la cosecha la cual se realiza arrancando los tallos de la corona. La planta se reproduce mejor por división de la corona o rizoma ya que las semillas no garantizan características uniformes. Es importante mantener el suelo húmedo y proporcionar fertilización anual pues es una planta exigente en nutrientes.

3.3.9 Factores ambientales que afectan el crecimiento y desarrollo

El ruibarbo necesita climas frescos una buena cantidad de luz solar pero no intensa y un suelo húmedo bien drenado y rico en materia orgánica. Factores como las altas temperaturas el exceso de sol o riego y el suelo pobre o mal drenado pueden estresar la planta y afectar negativamente su crecimiento.

Tabla 30. Factores ambientales.

Factor	Condición óptima	Efectos adversos
Temperatura	Climas templados y frescos; requiere un período de frío invernal para inducir la floración y el crecimiento adecuado.	Temperaturas excesivamente cálidas o falta de frío invernal impiden la floración y el desarrollo. Las fluctuaciones bruscas generan estrés en la planta.
Luz solar	Suficiente luz solar para un buen desarrollo; tolera	En regiones cálidas, el sol intenso y directo puede dañar la planta.

	sombra moteada.	
Suelo	Bien drenado, rico en materia orgánica y con buena retención de humedad sin encharcamiento.	Suelos arcillosos pesados o arenosos pobres no retienen la humedad adecuadamente; el mal drenaje provoca pudrición de la corona.
Humedad (riego)	Suelo húmedo pero nunca saturado; riego regular y moderado.	El exceso de riego o la alta humedad ambiental provocan pudrición de la corona y favorecen enfermedades fúngicas.

Fuente: Elaboración propia (2026).

3.3.10 Nutrición

Nutrientes Principales

Las plantas de ruibarbo necesitan mucho nitrógeno fósforo y potasio. El nitrógeno contribuye al crecimiento de las hojas. El fósforo fortalece las raíces y satisface las necesidades de fertilizantes del ruibarbo. El potasio aumenta el vigor de la planta y la resistencia al estrés (Bozhurin, 2024).

El ruibarbo es una planta exigente en nutrientes especialmente en nitrógeno fósforo y potasio (NPK). Este cultivo demanda suelos ricos en materia orgánica (compost/estiércol) para producir sus tallos carnosos. En consonancia, requiere una fertilización regular sobre todo al inicio y final de temporada con énfasis en Potasio y Fósforo. Esto permite que se adapte a suelos cuyos pH estén entre 5 y 6.5. Así, también es importante que el drenaje sea bueno y el suelo profundo para que aporten nutrientes capaces de sostener su crecimiento vigoroso y prolongado.

La planta debe absorber grandes cantidades de nutrientes del suelo para producir sus grandes tallos y hojas es importante que se convierta en una práctica anual complementar el suelo con un fertilizante comercial equilibrado o abono rico o ambos. La adición de estiércol o compost puede agregar micronutrientes y materia orgánica al suelo. Si el crecimiento es vigoroso o débil ajuste en consecuencia la aplicación de fertilizante de la próxima campaña. El uso continuo de fertilizantes con alto contenido de fósforo como 10-10-10 o 15-30-15 o altas dosis de estiércol o abono de estiércol provocan la acumulación de fósforo en el suelo (Extensión Universidad Minnesota, s. f.).

3.3.11 Macronutrientes principales

Tabla 31. Nutrientes esenciales para el ruibarbo y recomendaciones de fertilización.

Tipo	Nutriente	Función / Beneficio	Fuentes recomendadas
Macronutrientes	Nitrógeno (N)	Esencial para el crecimiento de hojas y tallos de gran tamaño.	Fertilizantes con alto primer número (ej. 13-2-5) o fuentes orgánicas como emulsión de pescado o té de compost.
	Fósforo (P)	Importante para el desarrollo radicular y la producción general de la planta.	Abonos balanceados (ej. 10-10-10 o 15-30-15), ajustando la dosis si hay exceso de P en el suelo.
	Potasio (K)	Crucial para la salud general, la resistencia a	Abonos ricos en potasio (tercer número alto) o fuentes

		enfermedades y la calidad de los tallos.	orgánicas como ceniza de madera.
Micronutrientes	Calcio (Ca)	Participa en la estructura celular y ayuda a mantener la firmeza de los tallos comestibles.	Presente de forma natural en el suelo; se puede aportar con enmiendas calcáreas si es necesario.
	Magnesio (Mg), Fósforo (P) –reiterado–, Hierro (Fe), Zinc (Zn), Cobre (Cu) y Selenio (Se)	Aunque se requieren en menores cantidades, son importantes para el metabolismo general de la planta.	Se extraen del suelo; mantener un pH adecuado y materia orgánica para asegurar su disponibilidad.

Fuente: Elaboración propia a partir de Bozhurin (2024).

Fertilización

El mejor momento para fertilizar el ruibarbo es en primavera o principios de verano para favorecer el crecimiento de la nueva temporada. Los fertilizantes de liberación lenta o materia orgánica tienden a descomponerse lentamente y pueden nutrir las plantas durante unos 2 o 3 meses lo que significa que una sola aplicación puede ser suficiente para todo el año. Si el ruibarbo parece tener dificultades puede aplicar una segunda dosis a principios de verano. Sin embargo, es importante no fertilizar el ruibarbo con un fertilizante nitrogenado después de finales de junio ya que esto podría estimular el nuevo crecimiento cuando la planta entre en letargo en otoño.

También puedes fertilizar el ruibarbo al plantarlo. Antes de plantarlo preparar el terreno eliminando las malas hierbas y añadiendo unos 40 l por m² de estiércol bien descompuesto compost o un fertilizante granulado equilibrado para enriquecerlo.

Esta planta tiene altas necesidades nutricionales por lo que una buena fertilización cada año le va a ayudar a producir tallos y hojas grandes es por ello que se recomienda rotar las áreas de siembra debido a su alta capacidad de extracción de nutrientes. La adición de materia orgánica le ayudará a incorporar micronutrientes al suelo por lo que se recomienda agregar compost (Sáenz s. f.).

3.3.12 Variedades comerciales

Genética

Las especies *Rheum rhabarbarum* (sin. R. undulatum) y R. rhaponticum se cultivaban en Europa antes del siglo XVIII y se utilizaban con fines medicinales. A principios del siglo XVIII estas dos especies y un posible híbrido de origen desconocido R. × hybridum se cultivaban como hortalizas en Inglaterra y Escandinavia. Se hibridan fácilmente y el ruibarbo culinario se desarrolló mediante el cruzamiento de semillas de polinización abierta por lo que su origen preciso es casi imposible de determinar. En apariencia las muestras de ruibarbo culinario varían en un continuo entre R. rhaponticum y R. rhabarbarum. Sin embargo, los cultivares modernos de ruibarbo son tetraploides con 2 n = 44 a diferencia de 2 n = 22 para las especies silvestres.

Además de proporcionar información sobre la variabilidad genética de

los ruibarbos en huertos familiares los resultados del estudio se utilizaron para actualizar la colección nacional finlandesa de recursos genéticos de ruibarbo: eliminar duplicados y reemplazar accesiones de origen desconocido por nuevas polimórficas con información más precisa sobre su historia. Hasta donde sabemos este es el primer estudio en el que se han recolectado muestras de ruibarbo de forma generalizada en huertos familiares y se han evaluado con marcadores de ADN (Tanhuanpää *et al.* 2019).

Variedades:

La denominación actual de las variedades de ruibarbo es discrecional. Para el siglo XIII se habían importado algunas variedades a Gran Bretaña y Europa. La experimentación y la explotación continuaron centrándose en las aplicaciones médicas hasta el siglo XIX cuando el cultivo y la experimentación culinaria dieron lugar a al menos 60 variedades híbridas adicionales. Cualquier estimación del número de variedades de ruibarbo disponibles en la actualidad sería una conjetura arriesgada. De hecho, la planta es tan plástica y su producción de semillas tan prolífica que conocer el verdadero linaje de las variedades modernas resulta problemático.

A efectos prácticos basta con identificar las especies de ruibarbo por sus características demostradas en lugar de basarse en un pedigrí apócrifo. Esto puede parecer impreciso, pero sigue siendo muy útil. La propagación fiable se realiza normalmente mediante la división de raíces o en épocas recientes mediante clonación. Sin embargo, la clonación del ruibarbo es un reto ya que a veces produce ejemplares no robustos que

fallan al segundo año. Al menos un agricultor australiano de ruibarbo tuvo éxito con la clonación, pero replanta anualmente.

Asimismo, la propagación por semillas a menudo produce resultados impredecibles produciendo plantas que carecen de las características más deseables de sus progenitores. Sin embargo, investigadores dedicados han producido variedades comerciales altamente deseables a través de largos años de tediosa y precisa experimentación con hibridación. Si bien la propagación por semillas es un mecanismo viable para la experimentación con híbridos no está comprobado que prolifere a gran escala las características deseables existentes en el ruibarbo. Esto no es exclusivo del ruibarbo. De hecho, cuando se trata de semillas híbridas a menudo es importante obtener las semillas F1 (primera generación) ya que los híbridos a menudo no se propagan fielmente a través de las semillas de generaciones posteriores. Es por esto que los jardineros observan que las plantas de segunda generación que brotan de semillas cultivadas por los híbridos de primera generación del año anterior exhiben características significativamente diferentes a las de los progenitores.

Las variedades varían en apariencia sabor mérito medicinal rendimientos y fecha de cosecha. No se conocen variaciones en el valor alimenticio entre variedades, aunque el rojo puro es el preferido estéticamente para algunos usos. Las especies de ruibarbo se pueden agrupar en dos amplias categorías todas clasificadas como miembros del género *Rheum*.

1- **Categoría Victoria.** En ella el exterior del tallo varía en color de verde puro a rojo claro mientras que el interior es verde. Las

variedades de esta categoría tienden a ser más grandes más robustas y relativamente resistentes a las enfermedades.

2- **Categoría Ruibarbo rojo puro.** Estos tallos son de color rojo intenso por dentro y por fuera. Tienden a ser más pequeños menos robustos y más propensos a las enfermedades. En general el rendimiento por planta por año de ruibarbo rojo es como máximo la mitad del de las plantas Victoria. El grupo Victoria es por mucho el tipo de ruibarbo más común en los EE. UU.

Se conocen más de 100 especies de ruibarbo en su mayoría híbridos de las pocas especies importadas de Asia después del Renacimiento. El ruibarbo también crece de forma silvestre en Alaska y puede ser originario de esa región (Plantura Magazine s. f.).

CAPÍTULO IV

4 HORTALIZA DE HOJA



Figura 14. Hortaliza de hoja.

Las hortalizas de hoja (Foto 14) son plantas cuyo valor principal son sus hojas de brotes tiernos y peciolos destacando por su riqueza en vitaminas (A, C, K, B) minerales (hierro, calcio) y fibra con ejemplos populares tenemos: la lechuga, espinaca, acelga, rúcula, col rizada, apio, perejil y cilantro, siendo todos fundamentales en ensaladas, sopas y salteadas crudas o cocidas aportando en sentido general frescura y nutrientes la comida.

Las verduras de hoja (espinaca, acelga, berro, lechuga, perejil, endibia escarola etc.) se caracterizan por tener elevada cantidad de fibra la cual tiene gran importancia en la prevención de enfermedades cardiovasculares diferentes tipos de cáncer y estreñimiento (Anónimo 2012).

De igual forma, todas son fuentes de ácido fólico (principalmente la espinaca, el perejil, berro, acelga y brócoli) por lo que consumir la cantidad correcta antes y durante el embarazo ayuda a prevenir ciertas anomalías

congénitas en el sistema nervioso incluyendo la espina bífida en el bebé. También son ricos en hierro, importantes en la prevención de anemias y sus consecuencias (decaimiento, irritabilidad, falta de concentración y bajo rendimiento afectando el desarrollo intelectual y el crecimiento en niños) (Anónimo 2012).

4.1 El cultivo de la col (*Brassica oleracea L.*)



Figura 15. Cultivo col.

Fuente:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.istockphoto.com%2Fes%2Ffotos%2Frepollo&psig=AOvVaw06dY6X0-PILNNY_isAt024&ust=1756670233918000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCPDUv9- os48DFQAAAAAdAAAAABAE

4.1.1 Características

La col (Foto 15) es una hortaliza de hojas firmes que forman una cabeza compacta. Se cultiva en climas templados con sol pleno y suelo fértil húmedo y bien drenado manteniendo una rotación de cultivos. Su riego debe ser regular para evitar que la tierra se seque y se beneficia de la cobertura de mantillo especialmente para protegerlo de plagas y malas hierbas. Desde la perspectiva de Thurmon (2024), el repollo es un vegetal de hojas de un verde común, y altamente nutritivo, considerado

como una verdadera fuente inagotable de beneficios para la salud humana. A pesar de ser bajo en calorías, posee un alto contenido de fibra, lo que lo convierte en una excelente opción para aquellas personas que buscan mantener una dieta equilibrada y saludable. Además, el repollo está cargado de vitaminas y minerales esenciales, entre ellos se pueden citar la vitamina C, vitamina K y el potasio, otros nutrientes fundamentales para el bienestar y el adecuado funcionamiento del organismo humano.

Diversos han sido los estudios que han señalado que el consumo regular de repollo puede contribuir a reducir el riesgo de enfermedades crónicas, incluidas entre ellas, las enfermedades cardíacas y ciertos tipos de cáncer, gracias a su abundancia de antioxidantes. También es rico en fibra soluble, la cual favorece el crecimiento de bacterias intestinales beneficiosas, mejorando la digestión y promoviendo una salud intestinal óptima. Como verdura crucífera, contiene una amplia variedad de antioxidantes que han demostrado disminuir la inflamación crónica, un factor asociado a múltiples afecciones de salud.

El repollo destaca además por su versatilidad culinaria, a partir de que puede emplearse en una enorme variedad de preparaciones saludables; desde la clásica ensalada de col y ensaladas crujientes, hasta las sopas sustanciosas, salteados llenos de sabor y el tradicional chucrut ecuatoriano. La fermentación del repollo no solo potencia su sabor, sino que también libera beneficios adicionales para la salud, gracias a los probióticos generados durante el proceso, los cuales fortalecen el microbiota intestinal y mejoran la digestión. El repollo es bastante fácil de cultivar una vez que se comprenden sus condiciones de crecimiento

(principalmente las necesidades climáticas) (Thurmon 2024).

Origen y evolución

El origen del cultivo de repollo (*Brassica oleraciae* L) es variado encontrándose formas silvestres en lugares como Dinamarca y Grecia siempre en zonas litorales y costeras. Fue conocido por los egipcios desde 2500 a.C. y posteriormente cultivado por los griegos. Los repollos poseen un cierto contenido en glucosinolatos lo que en determinadas circunstancias y elevados consumos provocan problemas en la salud humana. Se consume en fresco y en procesados.

La col de repollo es una de las especies hortícolas más antiguas que se conoce: fue utilizada como alimento por las civilizaciones antiguas de Grecia y Roma. Se considera originaria de las regiones mediterráneas de Europa occidental.

Los orígenes son variados y no tenidos con seguridad. A modo de ejemplos según varios autores la lechuga es una especie que se originó en Asia Menor en las proximidades del Mar Mediterráneo. Su cultivo y uso como planta comestible y medicinal se remonta a milenios antes de Cristo y se ha difundido a todas las regiones del mundo. El origen de la acelga está vinculado a las tierras bañadas por el Mar Mediterráneo sur de Europa y norte de África. Algunos expertos consideran a Italia como primera referencia para su utilización en la alimentación. En cuanto a la espinaca muchos autores arman que procede del suroeste asiático. Este cultivo en los siglos XV y XVI se extendió por Europa donde países como Holanda Inglaterra y Francia fueron los principales consumidores. Más tarde llegó a América aunque no fue hasta 1920 que esta hortaliza

logró ser “popular”. Después del descubrimiento la col de repollo fue traída a América y propagado su cultivo por todo el continente y las islas de las Antillas donde en la actualidad es ampliamente utilizada como ensalada en combinación con otros alimentos como granos y carnes y también en forma de encurtidos. En algunos países del mundo como: Holanda, Dinamarca, Rusia, Bulgaria, la col constituye una hortaliza de gran importancia económica por su nivel de producción rendimiento y consumo las coles ocuparon un tercer lugar en área a nivel mundial (1 645 000 ha) y el segundo lugar en producción (35 093 000 t) (Anónimo 2012).

Tabla 32. Consideraciones necesarias para el cultivo.

Aspecto	Descripción
Forma	El repollo desarrolla una cabeza compacta formada por hojas apretadas y firmes. Esta estructura permite proteger el interior y conservar humedad, favoreciendo su calidad comercial.
Ciclo de crecimiento	Requiere temperaturas suaves para desarrollarse adecuadamente. El rango ideal se sitúa entre 15 °C y 20 °C, evitando extremos de calor que pueden provocar floración prematura o cabezas poco compactas.
Variedad	Existen múltiples tipos de repollo, algunos más resistentes al calor y otros adaptados a climas fríos. Entre ellos se encuentran el repollo verde, morado, crespo y variedades híbridas mejoradas para tolerar estrés climático y enfermedades.
Suelo	Necesita un suelo fértil, bien drenado y con buena capacidad de retención de humedad. El pH óptimo se ubica entre 6 y 7. Suelos ricos en materia orgánica favorecen cabezas más grandes y uniformes.

Ubicación y rotación	Es fundamental rotar el cultivo cada 3 o 4 años para prevenir enfermedades típicas de las Brassicaceae, como la hernia de la col. No debe sembrarse repetidamente en el mismo lugar.
Siembra	Puede iniciarse desde semilla en semilleros o mediante trasplante de plántulas. El trasplante suele garantizar mayor uniformidad y mejor establecimiento en campo.
Riego	Requiere humedad constante sin encharcamientos. El riego regular favorece cabezas firmes; la falta de agua puede causar hojas sueltas o crecimiento irregular.
Ubicación	Es importante rotar los cultivos de repollo cada 3 o 4 años para prevenir las enfermedades.
Siembra	Se puede iniciar desde la semilla o trasplantar plántulas.

Fuente: Tomado de Iannotti (2022).

El repollo es técnicamente un cultivo bienal que florece y produce semillas en su segunda temporada al completar su ciclo de vida. La mayoría de los horticultores lo cultivan como anual y lo cosechan en una sola temporada de crecimiento para obtener la mejor calidad. Esta hortaliza de estación fría debe cultivarse en primavera u otoño y tiene un ritmo de crecimiento relativamente rápido. El repollo es un cultivo de clima frío que puede plantarse al aire libre unas semanas antes de la última helada primaveral en su zona siempre que la tierra sea trabajable. No soporta temperaturas superiores a 27 °C; empezará a marchitarse o a espigarse con el calor (Iannotti, 2022).

Luz: Prospera a pleno sol, aunque en climas cálidos puede tolerar semisombra para evitar estrés térmico. La luz directa favorece la formación de cabezas compactas.

Riego: Mantén el suelo húmedo sin llegar a encharcarlo. La falta de

agua puede producir un sabor amargo.

Fertilización: Es una planta que demanda de muchos nutrientes, por lo que requiere enmiendas orgánicas y fertilizantes balanceados, aplicando nitrógeno y fósforo en etapas clave del crecimiento. El repollo (Brassica oleracea, L) posee necesidades en nitrógeno, fosforo y potasio; la fórmula que se emplea para el abonamiento es de N 90 – P 70 – K 50. Esta es una hortaliza, que no tolera la carencia de manganeso en el suelo, el nitrógeno le perjudica la formación de la cabeza, al favorecer el desarrollo foliar y con ello se alarga el periodo vegetativo.

Control de plagas: Puede ser afectado por pulgones, orugas y mosca de la col. El manejo integrado, incluyendo rotación, trampas y control biológico, es esencial para mantener la sanidad del cultivo.

Polinización: Las abejas y otros polinizadores ayudan a polinizar las flores de las plantas de col. Sin embargo, si cultivas col como anual tus plantas no producirán las espigas florales que requieren polinización. Estas aparecen en el segundo año de vida de la planta.

Protección: Aplica mantillo para retener la humedad y controlar las malas hierbas.

Protege las plantas de las heladas con campanas o cubiertas y en climas muy cálidos el calor puede hacer que las cabezas queden más sueltas (Iannotti, 2022).

4.1.2 Clasificación descripción botánica. Taxonomía.

Tabla 33. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida (Dicotiledónea)**
Orden	**Brassicales**
Familia	**Brassicaceae (antes Cruciferae)**
Género	***Brassica***
Especie	***Brassica oleracea* L.**

Fuente: Información adaptada de Perozo et al. (2023).

Descripción botánica

Porte y Hábito: Es una planta herbácea bienal que se cultiva como anual para la producción del cogollo o cabeza. Al formarse el repollo la región apical queda dentro del repollo en este caso se le llama tallo interior o troncho interior. La parte inferior queda por debajo de la base del repollo y se le llama tallo exterior o troncho exterior. A todo lo largo del tallo se sitúan las hojas y en la intersección de estas con el primero se encuentran las yemas laterales las cuales permanecen en estado de reposo mientras la yema apical está presente. Cuando el repollo es cosechado cesa la dominancia apical y las yemas laterales inician su crecimiento lo cual hace posible una segunda cosecha, aunque de repollos más pequeños. Los repollos formados emiten tallos florales cuando se someten a temperaturas medias de 5 °C durante 6-8 semanas que se caracterizan por presentar una altura de 1 m y varias ramificaciones. Este fenómeno ocurre normalmente en los países

templados, pero en los países tropicales se precisan de condiciones controladas para lograr la vernalización y con ello la inflorescencia. En el inicio el tallo es pequeño y grueso no posee ramificaciones además si no se retira la dominación apical cuando avanza su ciclo éste suele medir de 1.2 a 1.5 m las hojas pueden ser sésiles o con peciolo y presentan más grosor que longitud su apariencia es casi redonda con respecto a las de brócoli y de la coliflor (Valdez 2001 como se citó en Perozo *et al.*, 2023).

Hojas: Las hojas forman un cogollo denso el cual puede ser redondo o puntiagudo liso o arrugado y de color verde morado o rojizo. De acuerdo con la variedad las hojas pueden ser sésiles o con pedúnculo en algunas corto y en otro largo. Parten del tallo en forma alterna y opuesta. Las hojas más exteriores de la planta forman la roseta cuyo diámetro puede ser entre 50 y 100 cm.

Las hojas de la roseta se caracterizan por lo siguiente: los limbos presentan variados tamaños y colores según la variedad: verde claro oscuro azulado y morado de superficie lisa o rugosa cubiertos de una fina capa de cera; los nervios pueden ser finos o gruesos; en Cuba las variedades más solicitadas son las de color verde claro y nerviaciones finas; las hojas más interiores del repollo envuelven el tallo interior y la yema apical de la planta y son generalmente tiernas y de color blanquecino.

Flor: Las flores son blancas o amarillas y se encuentran agrupadas en racimos al final del tallo que suele ramificarse y adquirir una cierta consistencia leñosa. Poseen con 4 sépalos 4 pétalos y 6 estambres agrupadas en racimos terminales. Las inflorescencias son en racimo y

según las condiciones en que se haya desarrollado la planta así será su tamaño y el rendimiento de las semillas.

Las flores son hermafroditas El ovario es supero y bicarpelar. El fruto es silicua de 8-10 cm de longitud. La polinización es cruzada.

Fruto: El fruto es una silicua que es un tipo de vaina característica de las Brassicaceae. Vaina que se abre para liberar las semillas

Raíz: Pivotante con abundantes raicillas. Presenta un sistema radical muy ramificado; algunas raíces llegan a una profundidad de más de 15 m y abarcan un diámetro de 1 m. La mayor parte del sistema radical ce la planta se sitúa a una profundidad de 45 cm. El crecimiento de las raíces de la col se produce hasta la etapa final de su ciclo de vida, pero además estas tienen una capacidad de penetración en el suelo más elevada que el tomate y solo su desarrollo radical vertical no es adecuado cuando se presentan capas de suelo en profundidad con una densidad aparente de 183.

Las formas de raíz de esta especie se consideran plantas de arraigamiento superficial con raíz pivotante que alcanza hasta 80 cm de profundidad, pero cuya masa radical más importante se concentra en los primeros 40 a 60 cm del suelo (Parra 2015 como se citó en Perozo *et al.* 2023). Semillas: Las semillas son redondeadas y pueden tener una capacidad germinativa de varios años.

Cogollo o Repollo (cabeza): La característica principal; puede ser de color verde blanco o morado y varía en forma (redonda puntiaguda) y firmeza El repollo lo constituyen las hojas interiores el tallo interior la

yema apical y las laterales y se desarrolla debido a la actividad de la yema apical que posibilita la formación de nuevas hojas las cuales después que queda formada la roseta siguen creciendo dentro del repollo. Se considera que en la medida que el troncho interior sea más alargado la col presenta una menor calidad (Perozo *et al.* 2023).

Ciclo de vida y floración:

La planta desarrolla la cabeza durante el primer año.

La floración y producción de semillas ocurren en el segundo año.

Importancia económica en Ecuador

El cultivo de repollo en el Ecuador constituye una alternativa importante para el desarrollo socioeconómico del sector agrícola ya que mediante un manejo técnico adecuado es posible obtener rendimientos rentables para el productor. En la región Sierra la producción total de col supera las 111.000 toneladas en una superficie aproximada de 1.786 hectáreas con rendimientos promedio cercanos a 62 t/ha. La Sierra central concentra gran parte de esta producción destacándose Tungurahua Chimborazo y Cotopaxi tanto por volumen producido como por rendimiento. Asimismo, el consumo per cápita de col en el país se estima en alrededor de 086 kg por persona al año (Agroecuador 2005 como se citó en Morocho 2016).

Importancia para la seguridad alimentaria

El repollo es una de las hortalizas de consumo más extendido en Ecuador y es fundamental para la alimentación de la población debido a su

contenido de vitaminas A C B minerales y fibra. Guenkov (1968) señala que el contenido de vitamina C de esta varía de 35 a 60 mg y según la experiencia de algunos investigadores las hojas exteriores del repollo son más ricas en este elemento que las interiores. Es importante él contenido de azufre que posee (003-004%).

Rol económico

Según Caballero (2008 como se citó en Álvarez 2021) el cultivo de hortalizas representa una actividad económica relevante por su aporte a la seguridad alimentaria y la col destaca como una hortaliza de consumo popular con costos variables según su clase.

Aspectos nutricionales y de mercado

El repollo destaca por su alto valor nutricional lo que lo posiciona como un componente fundamental en la alimentación humana además de su amplia adaptabilidad culinaria ya que puede consumirse fresco sometido a cocción o mediante procesos de conservación como los encurtidos. En el contexto del mercado nacional existe una creciente exigencia por productos que presenten cualidades superiores tales como mejor palatabilidad apariencia visual atractiva mayor vida útil y adecuación para su transformación agroindustrial lo cual ha motivado el desarrollo de estudios orientados al mejoramiento de estas características.

4.1.3 Exigencias ecológicas

Las coles presentan un mejor crecimiento y rendimiento en climas templados y frescos y en regiones tropicales y subtropicales su producción se favorece durante el invierno. La germinación ocurre en

un rango térmico amplio con valores mínimos de 44 °C y máximos de 35 °C siendo la temperatura óptima cercana a 294 °C mientras que el desarrollo vegetativo se ve favorecido entre 15 y 20 °C (Telenchana 2017 como se citó en Álvarez 2021).

Asimismo, el repollo muestra buena adaptación a suelos de textura franco franco limoso y franco arenoso con rendimientos adecuados en suelos con pH entre 58 y 7 sin que la topografía represente una limitante determinante para la productividad del cultivo (Rengifo 2013 como se citó en Álvarez 2021).

En el contexto ecuatoriano se ha señalado que el cultivo de col se desarrolla favorablemente en climas templados y fríos encontrando en la Sierra ecuatoriana condiciones edáficas y climáticas adecuadas para su producción (Pazmiño 2014 como se citó en Álvarez 2021).

Luz

El cultivo de col presenta altos requerimientos lumínicos especialmente durante la etapa de semillero ya que una iluminación insuficiente en esta fase puede provocar ahilamiento y un desarrollo deficiente de las plántulas. En este sentido Requerimientos Agroecológicos de Cultivos – Col (s. f.) indica que es fundamental regular adecuadamente la densidad de siembra y asegurar una correcta exposición a la luz durante los primeros estadios de crecimiento.

Una vez que la planta ha completado la formación del sistema foliar las exigencias de luminosidad disminuyen permitiendo un desarrollo normal del cultivo bajo condiciones de luz moderada. No obstante, el

mismo documento señala que mantener niveles adecuados de radiación sigue siendo importante para favorecer el crecimiento de las hojas y la correcta formación del cogollo (Requerimientos Agroecológicos de Cultivos – Col s. f.).

Asimismo, se ha reportado que intensidades lumínicas cercanas a 20 000 lux favorecen significativamente el crecimiento foliar de la col mientras que valores menores limitan su desarrollo vegetativo. Estos resultados evidencian la estrecha relación entre la disponibilidad de luz y la eficiencia fisiológica del cultivo especialmente cuando se combina con temperaturas ambientales óptimas (Requerimientos Agroecológicos de Cultivos – Col s. f.).

Humedad del suelo

El cultivo de repollo presenta altas exigencias de humedad del suelo durante todo su ciclo vegetativo debido a su sistema radicular relativamente superficial y a la intensa actividad fisiológica que ocurre desde el establecimiento hasta la formación de la cabeza. De acuerdo con Polanco (2016) una deficiencia hídrica en la etapa inicial del cultivo especialmente durante el trasplante retrasa la recuperación y expansión del sistema radicular lo que reduce la capacidad de absorción de agua y nutrientes incrementando el riesgo de marchitez y la pérdida de un número considerable de plantas.

Asimismo, durante la fase de crecimiento vegetativo y particularmente en el periodo de formación y compactación del repollo el suministro adecuado de agua resulta determinante para asegurar un desarrollo uniforme de las hojas y un correcto cierre de la cabeza. La falta de

humedad en esta etapa provoca repollos de menor tamaño baja compactación y deformaciones lo que se traduce en una disminución del rendimiento comercial y de la calidad del producto cosechado. Además, el estrés hídrico prolongado puede afectar negativamente procesos fisiológicos como la fotosíntesis y el transporte de asimilados repercutiendo directamente en la productividad final del cultivo (Polanco 2016).

Humedad del aire

Las plantas de col son exigentes a la humedad del aire debido a su desarrollo foliar por lo que el riego por aspersión es más favorable debido al refrescamiento que produce en las hojas disminuyendo la transpiración.

Cuando se riega por aspersión aumenta la cantidad de materia seca acumulada en gramos por planta comparadas con plantas sombreadas. Está demostrado que bajo las condiciones de riego por aspersión durante el día la temperatura de las hojas disminuye. Estas condiciones favorecieron la acumulación de humedad en las axilas de las hojas con lo cual se mantiene durante más tiempo una favorable humedad del aire.

Suelos

Esta especié no es muy exigente en relación con el suelo. Puede cultivarse sobre diferentes tipos de suelos. Se desarrolla mejor en aquellos suelos con buena retención de humedad y buena aireación. La reacción del suelo para este cultivo es la ligeramente alcalina aproximadamente con pH de 65-75 (Perozo *et al.,* 2023).

Clima y suelo del repollo

Son plantas de adaptabilidad climática. Se adaptan a ambientes húmedos siendo sensibles a la sequía. En términos generales vegetan óptimamente con temperaturas diurnas de 13-18 ºC y nocturnas de 10-12 ºC variedades de invierno pueden resistir hasta -10 ºC mientras que las variedades de recolección primaveral-estival vegetan en buenas condiciones bajo un régimen de temperaturas altas de 18 a 20 ºC.

En la floración prematura intervienen de una parte el genotipo de las variedades y de otro lado diversos factores ambientales como la temperatura lluvias humedad atmosférica. La temperatura óptima de germinación se sitúa en 29 ºC estando comprendido el intervalo térmico en el que puede germinar entre 4.5 y 38 ºC (Maroto 1983).

Requerimientos: Prefiere climas templados y terrenos frescos y profundos.

Resistencia: Es resistente al frío.

Distribución: Nativa del suroeste de Europa.

4.1.4 Fisiología

El repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) es una planta herbácea de comportamiento bienal, aunque bajo condiciones de cultivo comercial suele manejarse como cultivo anual ya que su aprovechamiento se realiza antes de completar su segundo año de desarrollo. Durante su crecimiento vegetativo la planta forma un cogollo compacto y característico resultado del crecimiento y superposición de hojas lisas que se disponen de manera concéntrica.

Desde el punto de vista fisiológico como planta bienal el repollo requiere un período de bajas temperaturas (vernalización) para inducir la floración; sin embargo, algunas formas silvestres y ciertos cultivares pueden llegar a florecer durante el primer año cuando se presentan condiciones ambientales favorables. El conocimiento del crecimiento y la fenología del desarrollo en este cultivo resulta fundamental para la adecuada planificación de las labores agrícolas ya que permite definir con mayor precisión las prácticas de manejo orientadas a maximizar el rendimiento y garantizar la calidad comercial del producto (Bejo s. f.).

4.1.5 Fases del crecimiento y desarrollo de las plantas de col

La ***primera fase*** va desde la germinación de la semilla hasta que se han formado de 3 a 4 hojitas; el crecimiento de estas es erecto y se produce entre los 10 y 30 días de la siembra. Al realizar el arranque para el trasplante se pierden de 5 a 10% de las raíces.

La ***segunda fase*** se produce a partir del trasplante; ocurre la recuperación y se inicia la formación y expansión de las primeras hojas que pueden ser 6-8 hojas que van tomando la típica forma de roseta y ocurre entre los 30 y 60 días del trasplante

La ***tercera fase*** ocurre desde el inicio y desarrollo del repollo; las hojas toman la forma típica de roseta las primeras hojas que salieron crecen más erectas que el resto y forman una cubierta de protección a las hojas que van formando el repollo; esto se produce entre los 60 y 90 días del trasplante.

En ***la cuarta y última fase*** el repollo se desarrolla hasta su total formación

y no se emiten nuevas hojas. Esta fase se caracteriza por la intensa actividad del tejido meristemático que se produce continuamente hasta la total formación del repollo que estará de cosecha entre los 90 y 120 días del trasplante en dependencia de la variedad.

Las tres primeras fases del desarrollo se caracterizan por un rápido crecimiento y una alta tasa de transpiración por unidad de planta y el porcentaje de humedad retenida es bajo. El incremento en peso que ocurre de la segunda a la tercera fase se caracteriza por ser poco significativo en cuanto al peso de las hojas desplegadas y el inicio del repollo posteriormente las hojas alcanzan un máximo crecimiento y después declinan acompañado esto por una baja transpiración. La alta humedad que ha tomado se retiene al final de la madurez y senescencia la planta toma poca humedad y la que toma la conserva y es menor la transpiración a causa del bajo funcionamiento de las hojas (Rikolto s. f.).

4.1.6 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

Según Arzola (1996) para formar 1 t de producción la col extrae: 410 kg de N 140 kg de P2O5 490 kg de K2O.

Las funciones de los macronutrientes en la formación del repollo encontraron que el nitrógeno aplicado en la etapa intermedia de formación de la roseta de hojas es fundamental en el logro de altos rendimientos al igual que el fósforo y el potasio y en la fase de desarrollo de las hojas exteriores ya que inicialmente estos elementos se acumulan en las hojas exteriores

para después ser traslocados a las hojas interiores para la formación del repollo.

Nitrógeno

El nitrógeno interviene de manera determinante en la formación de la roseta de hojas y del repollo. Cuando hay deficiencia de nitrógeno la roseta y el repollo son más pequeños y la formación de este es más tardía. En la planta se observa un crecimiento raquítico las hojas tienen un color verde pálido; las hojas viejas presentan una pigmentación naranja rojo y morados intensos y se desprenden temprano.

Cuando se aplica un exceso de nitrógeno a la planta no sólo ocurre una disminución en el peso seco del repollo y los rendimientos sino también puede provocar un desgarramiento en la superficie de este debido a la toxicidad del Compuesto nitrogenado y a la limitada cantidad de azúcar provocada por la baja función fotosintética de las hojas exteriores (Zamora 2016).

Fósforo

El fósforo es fundamental para el desarrollo del repollo en su ausencia este no se forma. La deficiencia de fósforo se manifiesta por una pigmentación morada más intensa que la anterior dando a las hojas un aspecto muy opaco (Zamora 2016). Un exceso de fósforo provoca una disminución considerable en los rendimientos, así como también una disminución en el contenido de azúcar de las hojas exteriores del repollo.

Potasio

La función más importante del potasio es en el aumento del porcentaje de repollo en relación con las hojas y el talle, aunque también se le atribuye una relación muy estrecha con el suministro de nitrógeno y fósforo a la planta. Influye en la consistencia del repollo. La deficiencia de potasio disminuye el rendimiento y la calidad del repollo y se observa en las hojas un color verde intenso las que pueden curvarse hacia atrás. Los repollos son poco compactos. Un exceso de potasio es absorbido en igual medida por la planta; esto no provoca una disminución significativa en los rendimientos (Sembralia, 2023).

Calcio

Las plantas requieren de calcio para la adecuada formación del repollo. Es posible que el calcio sea un activador de la enzima fosfolipasa en las hojas de la planta. Cuando hay deficiencia de calcio se produce una necrosis en las hojas jóvenes del repollo en el punto de crecimiento, aunque también esta necrosis puede presentarse en los márgenes de las hojas. Según Maynard las razones que motivan los trastornos en el punto vegetativo por la falta de calcio se debe a que el movimiento de este en el interior de la planta es lento y no pasa a los puntos de crecimiento con la rapidez o facilidad con que lo hacen otros elementos y cuando al fin el calcio llega a las hojas frecuentemente se combina con compuestos comunes de la planta para formar complejos insolubles por tanto en tiempos-de tensión el calcio no está libre para pasar a otras partes de la planta. Igualmente señala que el buen manejo del suelo prácticas de fertilización adecuadas y la utilización de una fuente de calcio soluble en agua son las claves para la eficaz prevención y control de los desórdenes resultantes de la deficiencia de calcio. Señala también que el

buen manejo del suelo prácticas de fertilización adecuadas y la utilización de una fuente de calcio soluble en agua son las claves para la eficaz prevención y control de los desórdenes resultantes de la deficiencia de calcio (Dora Agri, s. f.).

Microelementos

La sintomatología por deficiencias de microelementos; en el caso del magnesio se presenta un jaspeado clorótico en las hojas más viejas que después se tiñen de naranja rojo y púrpura brillantes. Cuando la deficiencia es de hierro o manganeso todo el follaje presenta manchas cloróticas primero y casi totalmente decoloradas después. Con deficiencias de boro se observan zonas huecas en la médula del tallo.

Abono orgánico

Algunos autores como Guenkov (1968) consideran favorable la fertilización órgano-mineral y adicionando t de estiércol al fertilizante mineral con lo que se obtiene un rendimiento más elevado y a bajo costo (Perozo *et al.* 2023).

Fertilización empleada

La fertilización del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) debe basarse en los requerimientos nutricionales del cultivo y en los resultados del análisis de suelo con el fin de garantizar un crecimiento equilibrado una adecuada formación de la cabeza y altos rendimientos comerciales. El nitrógeno constituye el nutriente de mayor demanda recomendándose dosis entre 100 y 150 lb/acre fraccionadas en dos aplicaciones: una al momento de la siembra y aplicaciones laterales cada

dos a tres semanas durante el desarrollo vegetativo para asegurar una disponibilidad constante del nutriente y evitar pérdidas por lixiviación. El fósforo debe incorporarse al momento de la siembra y su dosis depende del nivel presente en el suelo. En suelos con bajo contenido se recomiendan hasta 200 lb/acre de P_2O_3 mientras que en suelos con niveles medios altos u óptimos las dosis disminuyen progresivamente hasta 100 50 o incluso 0 lb/acre cuando el fósforo es muy alto ya que su exceso no genera beneficios adicionales al cultivo (University of Delaware, 2023).

De manera similar, el potasio debe aplicarse en función del análisis de suelo, generalmente al momento de la siembra. Las recomendaciones señalan dosis de 200 lb/acre de K_2O en suelos con niveles bajos, 100 lb/acre en niveles medios y 50 lb/acre en suelos con niveles altos u óptimos, mientras no se requiere la fertilización potásica cuando los niveles son muy altos. En cuanto a los micronutrientes, el repollo muestra una respuesta significativa al boro, por lo que se recomienda su aplicación al momento de la siembra en dosis de 1.5 a 3 lb/acre, debido a su papel esencial en el crecimiento celular y la formación adecuada de la cabeza. Asimismo, el molibdeno debe aplicarse en dosis aproximadas de 0.5 lb/acre de molibdato de sodio, generalmente junto con el fertilizante de voleo, ya que este elemento es indispensable para el metabolismo del nitrógeno en la planta (University of Delaware, 2023). Finalmente, el azufre debe formar parte del programa de fertilización del repollo, debe aplicarse en cantidades que oscilan entre los 20 y 45 lb/acre. Este nutriente contribuye a la síntesis de proteínas y al desarrollo vegetativo del cultivo, especialmente en los suelos con bajos contenidos de azufre (University of Delaware, 2023).

Aportes nutritivos

El repollo es una hortaliza baja en calorías, aunque es rica en fibra, vitaminas C, K y folato, además de otros minerales como el potasio y manganeso. Su fisiología se caracteriza por un crecimiento en forma de cogollo compacto y, aunque es una planta bienal, suele cultivarse como anual. Este es un alimento inapreciable para la salud ósea gracias a su alto contenido de vitamina K y porque apoya la digestión por su aporte de fibra.

Es una fuente importante de vitaminas:

Vitamina K: es fundamental para la salud de los huesos y la coagulación sanguínea.

Vitamina C: constituye un potente antioxidante que fortalece el sistema inmunitario.

Folato (B9): es esencial para el metabolismo celular y la función nerviosa.

Vitaminas del grupo B: en su conjunto contribuyen al buen funcionamiento del sistema nervioso.

Minerales

El repollo aporta potasio, que regula la presión arterial y la función muscular, y manganeso, que participa en el metabolismo energético y la formación de los huesos.

Antioxidantes

Su contenido de antioxidantes, como los flavonoides y polifenoles, ayudan a neutralizar los radicales libres, protegiendo así las células del daño oxidativo y reduciendo la inflamación (Pascual, 1994, como se citó

en Morocho, 2016).

Beneficios para la salud

Según Osuna (2025), la vitamina K cumple un papel fundamental en la coagulación sanguínea y en el fortalecimiento de los huesos, además de encontrarse de forma natural en diversos alimentos de origen vegetal.

Salud ósea: El alto contenido de vitamina K es crucial para mantener la densidad ósea y prevenir la osteoporosis, especialmente en mujeres.

Salud digestiva: La fibra presente en el repollo promueve la regularidad intestinal y favorece la salud del sistema digestivo.

Protección celular: Los antioxidantes combaten el daño de los radicales libres reduciendo el riesgo de enfermedades crónicas.

Salud del sistema nervioso: Las vitaminas del grupo B presentes en el repollo son vitales para el correcto funcionamiento del sistema nervioso Osuna (2025).

4.1.7 Variedades comerciales

En la práctica agrícola el término cultivar suele emplearse como sinónimo de variedad; sin embargo, ambos conceptos no son estrictamente iguales. Un cultivar corresponde a un grupo de plantas que puede diferenciarse claramente de otras dentro de la misma especie por presentar características particulares y estables las cuales se mantienen cuando se reproducen bajo condiciones controladas. Estos materiales son desarrollados por el ser humano mediante procesos de selección y mejoramiento realizados por técnicos y viveristas a partir de especies

silvestres o poblaciones naturales. En contraste una variedad surge de manera espontánea en la naturaleza sin intervención humana directa mientras que el cultivar es el resultado de la selección intencionada de plantas con atributos agronómicos deseables (FAO 2014 como se citó en Morocho 2016).

El cultivo de col presenta una amplia diversidad de cultivares que pueden agruparse según distintos criterios. De acuerdo con la coloración de la cabeza se distinguen cultivares de cabeza roja o púrpura y cultivares de cabeza blanca siendo estos últimos los de mayor relevancia comercial. Asimismo, según la forma de la cabeza se reconocen tipos cónicos redondeados y achatados. En función de la duración del ciclo vegetativo los cultivares se clasifican en precoces de ciclo medio y tardíos lo que permite su adaptación a diferentes condiciones climáticas y sistemas de producción (Castaño 1998 como se citó en Morocho, 2016).

Además, los cultivares de col presentan una notable variabilidad no solo en la morfología de la cabeza su forma y color sino también en aspectos relacionados con el desarrollo de la planta tales como la altura el vigor vegetativo y la duración del ciclo de crecimiento. Estas diferencias influyen directamente en el manejo agronómico del cultivo y en su respuesta productiva bajo distintas condiciones ambientales (Leñado 1997 como se citó en Morocho 2016).

Tipos principales de repollo en Ecuador

Yara (s. f.) describe los principales tipos de brásicas cultivadas destacando sus diferencias morfológicas agronómicas y de uso:

1- Repollo blanco:

Es la variedad más común con una cabeza densa de hojas claras casi blancas. Se utiliza para consumo inmediato ensaladas o para fermentar como chucrut.

2- Repollo rojo:

Se caracteriza por su color morado o magenta que agrega un toque visual a las ensaladas.

3- Repollo chino (Napa):

Es una especie diferente de repollo con hojas más delgadas y suaves y un sabor más dulce. Se consume en ensaladas o cocido.

4- Col de Saboya:

Tiene hojas más arrugadas o rizadas. Su sabor es suave y se puede consumir tanto en ensaladas como cocido.

5- Col rizada (Kale):

Es una variedad con hojas rizadas y más sueltas muy versátil y con un sabor dulce ideal para consumo fresco.

Consideraciones generales

Existen variedades tempranas y tardías donde las tempranas producen cogollos más pequeños para consumo inmediato y las tardías tienen cogollos más grandes y se destinan al almacenamiento. Las variedades de repollo se clasifican por su forma (redondo aplanado acorazonado) y por el color y textura de sus hojas Yara (s. f.).

4.2 El cultivo de lechuga (*Lactuca sativa L.*)



Figura 16. Cultivo de lechuga.

4.2.1 Características

La lechuga (Foto 16) se caracteriza por ser una hortaliza de bajo aporte calórico condición que se explica por su elevado contenido de agua y la mínima presencia de grasas e hidratos de carbono. Desde el punto de vista nutricional destaca por su contribución de vitamina C provitamina A y folatos mientras que la vitamina E se encuentra en proporciones más reducidas.

Asimismo, aporta minerales esenciales como potasio hierro fósforo y calcio los cuales cumplen funciones importantes en el organismo humano (Fernández & Murillo 2006 como se citó en Toral 2022). Además, la lechuga contiene compuestos antioxidantes y fitoquímicos con efectos anticarcinogénicos y antitrombóticos entre los que se incluyen pequeñas cantidades de campesterol fitoesteroles y sitosterol.

Estos componentes contribuyen a la reducción de los niveles séricos de colesterol y a la protección frente a ciertos tipos de cáncer lo que refuerza su valor funcional dentro de una dieta saludable (Fundación

Española de la Nutrición 2011 como se citó en Toral 2022).

4.2.2 Origen y evolución

El origen de la lechuga no está completamente definido; sin embargo, diversos autores señalan que su procedencia se sitúa en la región del Mediterráneo. Desde el punto de vista botánico se considera que *Lactuca serriola L.* conocida como lechuga silvestre o espinosa constituye el principal ancestro de la lechuga cultivada actualmente ya que esta especie se encuentra de forma natural en numerosas zonas de clima templado.

Las variedades de lechuga que se cultivan en la actualidad son el resultado de procesos de hibridación entre diferentes especies del género Lactuca. El cultivo de esta hortaliza tiene una larga historia que se remonta a aproximadamente 2.500 años siendo conocida y utilizada por las civilizaciones griega y romana.

Los primeros registros históricos corresponden a lechugas de hoja suelta mientras que las variedades acogolladas comenzaron a difundirse en Europa a partir del siglo XVI (Cruz 2009).

4.2.3 Importancia económica

La lechuga constituye una hortaliza de notable relevancia económica en el país, a partir de que representa una fuente importante de ingresos para numerosos agricultores ecuatorianas y sus familias. Asimismo, el mercado presenta una demanda que no ha sido totalmente cubierta tanto a nivel nacional como internacional lo que resalta la necesidad de fortalecer su producción.

En este contexto se vuelve indispensable la búsqueda de alternativas que promuevan un manejo agronómico sostenible y sustentable que no comprometa la salud de los productores ni el equilibrio del ecosistema y que garantice la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano (Guerra 2019).

Demanda de mercado:

En el Ecuador la región Sierra concentra el mayor porcentaje de producción de lechuga a nivel nacional destacándose la variedad crespa como una de las más cultivadas. Esta preferencia productiva se debe a que las condiciones edafoclimáticas de dicha región favorecen un mejor desempeño agronómico del cultivo lo que incrementa su rentabilidad tanto en la Sierra como en la región Costa.

No obstante, a pesar de la elevada demanda de lechuga crespa su producción en la provincia de El Oro es limitada situación que ha motivado la realización de diversos estudios orientados a evaluar la rentabilidad y el comportamiento de la cadena productiva de esta hortaliza.

En este contexto el presente estudio se sustenta en el análisis de la viabilidad comercial de la lechuga crespa cultivada bajo un sistema hidropónico con fines de comercialización en los cantones Guabo Machala y Pasaje ubicados en la provincia de El Oro (Toral 2022).

Adaptabilidad a sistemas modernos:

La hidroponía surge como una alternativa viable de producción frente a las limitaciones que presenta la agricultura convencional especialmente

en contextos donde los recursos suelo y agua son restrictivos.

Dentro de este sistema la lechuga constituye el cultivo hidropónico más difundido tanto a nivel mundial como nacional.

No obstante, debido a que se trata de una especie adaptada preferentemente a climas frescos resulta necesario evaluar previamente su factibilidad técnica antes de promover su implementación considerando que este tipo de sistema productivo implica una inversión económica elevada (Ricardo 2019).

Tabla 34. Composición nutricional de lechuga.

Componente	Por 100 g de porción comestible	Por ración (100 g)
Energía (kcal)	17	**13**
Proteínas (g)	1.5	**1.1**
Lípidos totales (g)	0.3	**0.2**
AG saturados (g)	0.039	**0.03**
AG monoinsaturados (g)	0.012	**0.01**
AG poliinsaturados (g)	0.16	**0.12**
Hidratos de carbono (g)	1.4	**1**
Fibra (g)	1.5	**1.1**
Agua (g)	95.3	**160**
Calcio (mg)	40	**29.6**
Hierro (mg)	0.6	**0.4**
Yodo (µg)	5	**3.7**
Magnesio (mg)	12	**8.9**
Zinc (mg)	0.3	**0.2**
Sodio (mg)	9	**6.7**
Potasio (mg)	240	**178**
Fósforo (mg)	30	**22.2**

Selenio (µg)	1	**0.7**
Tiamina (mg)	0.06	**0.04**
Riboflavina (mg)	0.06	**0.04**
Equivalentes niacina (mg)	0.6	**0.4**
Vitamina B_6 (mg)	0.07	**0.05**
Folatos (µg)	34	**25.2**
Vitamina C (mg)	12	**8.9**
Vitamina A: Eq. Retinol (µg)	29	**21.5**
Vitamina E (mg)	**0.5**	**0.4**

Fuente: Información adaptada de (Fundación Española de la Nutrición 2011 como se citó en Toral 2022).

4.2.4 Clasificación y descripción botánica.

Tabla 35. Taxonomía.

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Vegetal**
División	**Spermatophyta**
Clase	**Dicotiledóneas**
Orden	**Sinandrales**
Familia	**Compositae**
Género	***Lactucae***
Especie	***L. sativa***
Nombre común	**Lechuga**
Nombre científico	***Lactuca sativa***

Fuente: Información adaptada de (Martínez 2018).

Descripción botánica

La lechuga es una planta anual de la cual se cultivan ***cuatro variedades botánicas:***

1. *Lactuca* sativa var. secalina Alef. (Lechuga de hojas). Forma solamente una roseta de hojas.

2. Lactuca sativa. L. var. acephala. Alef. (Lechuga de hojas). Es similar a la anterior, pero con la diferencia que las hojas apicales se tuercen hacia adentro formando una especie de repollo muy suelto.

3. Lactuca sativa L. var. capitata L (Lechuga de repollo). Forma un repollo de hojas más o menos compactos de acuerdo a las variedades.

4. Lactuca sativa. L. var. Romana Lam. (Lechuga romana). Se caracteriza por formar un repollo alargado de hojas poco tiernas y nerviaciones gruesas (AgroEs s. f.-g.).

La lechuga es una hortaliza perteneciente a la familia Asteraceae ampliamente cultivada a nivel mundial por su valor alimenticio y su importancia económica. Desde el punto de vista botánico presenta una serie de características morfológicas bien definidas que influyen directamente en su adaptación manejo agronómico y conservación poscosecha.

Sistema radicular

La lechuga posee un sistema radicular fasciculado conformado por numerosas raíces finas que se distribuyen principalmente en los

primeros centímetros del suelo. Estas raíces pueden alcanzar longitudes cercanas a los 30 cm dependiendo de las condiciones edáficas y del manejo del cultivo. Su estructura radicular le permite adaptarse tanto a suelos sueltos como a suelos más compactados; sin embargo, en suelos bien aireados el desarrollo radicular es más eficiente favoreciendo la absorción de agua y nutrientes esenciales para el crecimiento vegetal (Catagña 2024).

Tallo

Durante la fase vegetativa el tallo de la lechuga es muy corto y poco visible ya que se encuentra cubierto por la disposición compacta de las hojas. No obstante, cuando la planta entra en la etapa reproductiva el tallo se alarga considerablemente pudiendo alcanzar hasta 1 metro de altura. En esta fase se presentan numerosas ramificaciones que sostienen las estructuras florales. Este alargamiento del tallo es un indicador del inicio de la floración y marca el final del ciclo comercial del cultivo (Catagña, 2024).

Hojas

Las hojas constituyen la parte comestible de la lechuga y se disponen formando una roseta basal. Son generalmente grandes abundantes y presentan variaciones significativas en forma tamaño textura y color dependiendo del cultivar. Pueden ser ovaladas u oblongas con superficies lisas o ligeramente rugosas y tonalidades que van desde verde claro hasta verde oscuro.

En algunas variedades especialmente las de tipo repollo las hojas internas

se compactan formando un cogollo mientras que las hojas externas permanecen más abiertas. Estas características morfológicas influyen tanto en la aceptación del producto en el mercado como en su comportamiento durante el almacenamiento y transporte (Catagña, 2024).

Inflorescencia

La inflorescencia de la lechuga es de tipo panícula compuesta por numerosos capítulos florales. Cada capítulo contiene varias flores pequeñas que se agrupan de manera ramificada en la parte superior del tallo floral. La floración ocurre generalmente cuando la planta ha completado su desarrollo vegetativo y está asociada a cambios fisiológicos inducidos por factores ambientales como la temperatura y el fotoperiodo (Catagña, 2024).

Flores

Las flores de la lechuga son hermafroditas pequeñas y de color amarillo pálido. Presentan cinco estambres y un ovario de una sola cavidad. Generalmente son autopolinizadas y el proceso de apertura floral ocurre durante pocas horas lo que favorece la fecundación antes del cierre de la flor. Estas características reproductivas permiten una alta producción de semillas bajo condiciones favorables (Catagña, 2024).

Semillas

Las semillas de la lechuga son alargadas con una longitud aproximada de 4 a 5 mm. Su coloración puede variar desde blanco cremoso hasta tonos pardos o castaños dependiendo de la variedad. Se producen en gran

cantidad dentro del tallo floral y constituyen el principal medio de propagación del cultivo. La viabilidad y calidad de las semillas son factores clave para el establecimiento exitoso del cultivo en campo (Catagña, 2024).

Sistema radical

La raíz principal que puede alcanzar hasta 180 cm de longitud. Las raíces laterales en las primeras fases de su desarrollo crecen horizontal mente y se sitúan superficialmente en el suelo y es por ello las grandes exigencias en humedad que tiene la lechuga en esas fases. Cuando la planta se ha desarrollado completamente puede llegar a profundizar hasta 60 cm en el suelo y cambian por tanto sus exigencias en cuanto a la humedad, aunque esto no implica que se pueda desarrollar en condiciones de secano y obtener una adecuada calidad en las hojas.

4.2.5 Exigencias ecológicas.

Temperatura

La germinación de la semilla de lechuga se produce adecuadamente dentro de un rango térmico

aproximado de 20 a 26 °C alcanzando su punto óptimo alrededor de 24 °C. Posteriormente durante la fase de crecimiento vegetativo el cultivo presenta un mejor desarrollo bajo temperaturas moderadas generalmente comprendidas entre 14 y 18 °C con valores máximos cercanos a 24 °C y mínimos alrededor de 7 °C.

Para la correcta formación del cogollo la lechuga requiere una diferencia

térmica entre el día y la noche condición que favorece el equilibrio fisiológico del cultivo. Sin embargo, cuando las temperaturas descienden por debajo de 7 °C durante periodos prolongados de entre 10 y 30 días se puede inducir la emisión prematura del tallo floral fenómeno conocido como espigamiento. De manera contraria temperaturas elevadas superiores a 24 °C aceleran el desarrollo reproductivo provocando un adelanto en la floración y reduciendo la calidad comercial del cultivo (Osorio & Lobo 2017 como se citó en Catagña 2024).

Suelo

La lechuga se desarrolla de una manera eficiente en suelos con un alto contenido de materia orgánica, ya que este tipo de suelos mejora la estructura, la disponibilidad de nutrientes y la capacidad de retención de la humedad. Dado que su sistema radicular es un poco profundo y de extensión limitada, resulta fundamental que el suelo mantenga una adecuada capacidad de retención de agua para sostener el crecimiento. Al mismo tiempo, es indispensable que el terreno presente un buen drenaje, evitando así el encharcamiento que puede afectar negativamente el desarrollo del cultivo y favorecer la aparición de enfermedades mortales. La lechuga prospera en suelos fértiles, ricos en materia orgánica, con equilibrio entre la humedad y el drenaje, lo que garantiza un crecimiento saludable y una producción de calidad.

En cuanto a la reacción del suelo la lechuga presenta un rango óptimo de pH entre 52 y 58 en suelos orgánicos mientras que en suelos de origen mineral el pH adecuado se sitúa entre 55 y 67. No obstante el cultivo es sensible a condiciones de acidez elevada por lo que su desarrollo se ve

limitado en suelos excesivamente ácidos.

Asimismo, se ha señalado que terrenos de coloración oscura con altos contenidos de fósforo y potasio pueden afectar negativamente la formación del cogollo dando lugar a cabezas poco firmes y con escasa estabilidad lo que favorece la apertura prematura de las hojas y reduce la calidad comercial del producto (InfoAgro 2014 como se citó en Catagña, 2024).

Humedad relativa

La lechuga presenta una alta sensibilidad al déficit hídrico debido a que su sistema radicular es limitado en comparación con el desarrollo de la parte aérea. Esta característica hace que el cultivo no tolere periodos de sequía incluso cuando estos son de una corta duración afectando con ello su crecimiento y por ende la calidad comercial.

La humedad relativa adecuada para el desarrollo óptimo de la lechuga se sitúa entre un rango de 60 a 80 % siendo alrededor del 60 % el nivel más favorable para el cultivo. No obstante, en sistemas de producción bajo invernadero la humedad ambiental tiende a incrementarse excesivamente lo que puede favorecer la aparición de enfermedades y problemas fisiológicos. Por esta razón se recomienda el cultivo de lechuga a campo abierto siempre que las condiciones climáticas lo permitan con el fin de mantener niveles de humedad más equilibrados (Mallar 2014 como se citó en Catagña, 2024).

Luminosidad y fotoperiodo

La lechuga es una planta anual sensible al fotoperiodo cuyo

comportamiento fisiológico está estrechamente relacionado con la duración del día y la temperatura ambiental. Bajo condiciones de fotoperiodos largos superiores a 12 horas de luz combinados con temperaturas elevadas mayores a 26 °C el cultivo tiende a emitir prematuramente el tallo floral fenómeno conocido como espigamiento. Esta respuesta es más frecuente y marcada en las lechugas de hoja que en las variedades de cabeza (Mallar 2014 como se citó en Catagña 2024). En relación con la intensidad lumínica la lechuga es un cultivo exigente en altos niveles de luz para lograr un adecuado desarrollo del follaje en términos de volumen peso y calidad. La deficiencia de luminosidad provoca la formación de hojas delgadas de menor tamaño y con pérdida de firmeza lo que conlleva a la obtención de cabezas flojas y poco compactas. En este sentido no es recomendable establecer el cultivo durante épocas de invierno caracterizadas por alta nubosidad y baja radiación solar ya que estas condiciones limitan el crecimiento óptimo de la planta (Mallar 2014 como se citó en Catagña, 2024).

4.2.6 Fisiología

Es una planta de ciclo anual y corto: después del trasplante en dependencia de la variedad y la época este puede ser de 40 a 50 días.

Las diferentes **fases del crecimiento y desarrollo** son:

I. de germinación de la semilla a formación de las 2-3 primeras hojas y que puede durar aproximadamente 20 días (momento de trasplante):

II. de recuperación de la planta e inicio de la formación de la roseta de hojas esta fase se caracteriza por un lento crecimiento del tallo

(pocos milímetros) y emisión de nuevas hojas;

III. de formación de la roseta de hojas y formación del repollo interior en esta fase se produce la máxima acumulación de materia seca, aunque existe otro periodo de mayor acumulación de materia seca cuando el tallo se alarga para transformarse en tallo floral;

IV. el desarrollo de la roseta y el repollo interior de hojas hasta la cosecha

Las diferentes fases se producen en cortos intervalos de días debido al corto ciclo de las plantas. Las semillas recién cosechadas necesitan pasar por un periodo de almacenamiento donde se produzca la postmaduración. Estas se almacenan a bajas temperaturas. La germinación estará en

dependencia del tiempo de almacenamiento y de la variedad de que se trate (AgroEs, s. f.-g.).

4.2.7 Nutrición

Exigencias extracción de nutrientes

Debido a la gran precocidad de la lechuga el ritmo de crecimiento y la extracción de nutrientes es superior que en otras especies. De acuerdo con Guenkov (1969) la lechuga extrae diariamente dos veces más sustancias nutritivas que la col tres veces más que el tomate y en los restantes casos con excepción del rabanito y la espinaca su ritmo de extracción diario es superior.

Según Arzola (1996) la extracción de nutrientes en la lechuga se

concentra al final de su ciclo vegetativo durante más de la mitad de este extrae solo un 15-25% de los elementos nutritivos y en las últimas semanas antes de la cosecha toman un 75-80% con una formación de un 80% de materia seca.

Resultados de experimentos realizados determinaron que para una cosecha de 25 t/ha de repollos más las hojas de la roseta la planta extrajo; 65 kg/ha de N 16 kg/ha de P2O5 1 38 kg/ha de K2O y 32 kg/ha de CaO.

Nitrógeno: Según Arzola (1996) la cantidad de nitrógeno que requiere la planta depende en gran medida de las condiciones climáticas. En condiciones de temperatura baja y alta intensidad luminosa requiere una mayor cantidad de nitrógeno

La deficiencia de nitrógeno se manifiesta en un crecimiento raquítico de la planta demora en la formación del repollo baja calidad de este porque es más duro y áspero las hojas son de un color verde pálido y las más viejas amarillean y caen Su exceso puede provocar un incremento de la susceptibilidad de la planta a las pudriciones.

Fosforo: En el cultivo de lechuga el fósforo es absorbido principalmente en forma de fosfato monovalente ($H_2PO_4^-$). Este nutriente resulta especialmente importante durante las etapas iniciales del desarrollo como la germinación de las semillas y el establecimiento del sistema radicular. Además, el fósforo contribuye a la acumulación de reservas energéticas en la planta y desempeña un papel clave en la respuesta frente a condiciones de estrés favoreciendo un crecimiento más equilibrado y vigoroso en las fases tempranas del cultivo (Proain, 2020).

Potasio: Proain (2020) señala que el potasio es absorbido por la lechuga en forma iónica (K^+) y que la mineralización de la materia orgánica del suelo contribuye de manera importante a la disponibilidad de este nutriente. Asimismo, indica que la lechuga es un cultivo altamente exigente en potasio ya que este elemento representa el nutriente de mayor consumo durante su desarrollo especialmente en variedades de mayor calibre donde influye directamente en el crecimiento el tamaño y la calidad del follaje.

Calcio: Proain (2020) indica que el calcio es absorbido por la lechuga en forma iónica (Ca^{2+}) y cumple un papel fundamental en el equilibrio nutricional del cultivo ya que regula la interacción entre otros cationes como el magnesio el sodio y el potasio permitiendo una asimilación adecuada de estos nutrientes. Asimismo, este elemento participa en la regulación del pH del suelo y de la rizosfera lo que favorece el desarrollo normal del sistema radicular y la estabilidad fisiológica de la planta.

Magnesio: De acuerdo con Jaramillo (2016 como se citó en Proain, 2020) el magnesio es absorbido por la lechuga en forma iónica (Mg^{2+}) y se caracteriza por ser un nutriente relativamente móvil dentro de la planta. Sin embargo, su absorción puede verse afectada por la competencia con otros cationes presentes en el suelo principalmente calcio (Ca^{2+}) potasio (K^+) y sodio (Na^+). Este antagonismo entre nutrientes puede limitar la disponibilidad efectiva del magnesio influyendo negativamente en los procesos fisiológicos y en el desarrollo normal del cultivo.

4.2.8 Variedades comerciales

Genética. La lechuga es diploide (2n = 18). No se conoce mucho de su genética. Se han descrito casos de esterilidad para polen, pero con ligamento o sin genes marcadores lo que no posee Ventaja para uso comercial.

El polen se produce antes que el estigma emerja. La emasculación es difícil ya que la flor es pequeña, pero se ha hecho aplicando una pequeña cantidad de asma que remueva el polen.

Para la obtención de nuevas variedades el método más generalizado fue la selección o cuando se dominó la técnica de los cruzamientos se logró un importante grupo de variedades que posee entre sus características: mayor rendimiento resistencia a enfermedades crecimiento rápido floración tardía poco o ningún amargor etcétera (AgroEs, s. f.-g.).

Variedades Populares en Ecuador

Variedad Elisa

La variedad Elisa corresponde a un cultivar de hoja lisa caracterizado por presentar hojas de color verde claro y brillante con buen sabor y alta uniformidad. Se trata de una planta de gran tamaño lo que la hace atractiva para el mercado fresco debido a su apariencia y calidad comercial (Sakata 2020 como se citó en Toral 2022).

Variedad Mimosa

La Mimosa es una lechuga híbrida que no forma cabeza cuyas hojas presentan bordes ondulados y una tonalidad verde pálida. Destaca por

su elevada productividad lo que la convierte en una opción adecuada para la comercialización en fresco (Pérez 2021 como se citó en Toral, 2022).

Variedad Vera (Crespa)

La variedad Vera conocida comúnmente como lechuga crespa se caracteriza por sus hojas intensamente rizadas. Posee un manejo versátil ya que puede cultivarse tanto en campo abierto como en sistemas hidropónicos. Presenta buen nivel de resistencia tendencia a floración precoz y un ciclo aproximado de 60 días lo que favorece su rápida rotación productiva (Sakata 2020 como se citó en Toral, 2022).

Variedad Carmín

La Carmín es una lechuga de color morado intenso visible desde la base hasta los extremos de la hoja. Presenta alta resistencia al virus del mosaico de la lechuga (LMV-II) y resistencia moderada a Pseudomonas spp. Su adaptación es óptima para climas tropicales y su coloración intensa facilita su aceptación y comercialización en el mercado (Cabrera 2021 como se citó en Toral 2022).

4.3 El cultivo de espinaca (*Spinace oleracea L.*)



Figura 17. Cultivo de espinaca.

Fuente: https://cdn.wikifarmer.com/images/detailed/2019/07/Como-Cultivar-Espinacas-%E2%80%93-Desde-la- Siembra-hasta-la-Cosecha.jpg

4.3.1 Características

La espinaca (Foto 17) es una planta anual dioica de la familia de las amarantáceas cultivada como verdura por sus hojas comestibles grandes y de color verde muy oscuro con genotipos monoicos y autoalógamos de hasta 1m de altura lampiñas con raíz fusiforme y blanquecina y tallos simples o poco ramificados (Serrano 1976). Hojas algo carnosas las caulinares alternas y más pequeñas y las basales arrosetadas oblongas sagitadas o triangular-hastadas lampiñas y pecioladas de 15-30 cm de longitud. Su cultivo se puede realizar en cualquier época del año y se puede consumir fresca cocida o frita. En la actualidad es una de las verduras que más habitualmente se encuentra helada o congelada. Flores verdosas. Ovarios unilocular y uniovulado con 4 estilos apicales. Utrículo inerme o con 2-4 espinas. 2n = 12. Se cultiva por semilla (Serrano 1976).

4.3.2 Origen y evolución

El cultivo de la espinaca se originó en la antigua Persia (actual Irán) donde comenzó a cultivarse alrededor del siglo VI d.C. Desde allí se introdujo en la India Mediados del siglo VII d.C.: Llega a China pasando por Afganistán y Nepal. A través de los árabes llegó a Europa. Se documenta su uso en España en el siglo XII y en Italia en el siglo XIV. En el siglo XVIII comienza su difusión masiva y la creación de cultivos comerciales en países como Holanda Inglaterra y Francia.

La ruta migratoria desde Oriente Medio hasta el sur y este de Asia e indicaron la llegada de la espinaca a Europa del Este específicamente a Macedonia del Norte desde Oriente Medio. Sin embargo, debido al número limitado de países examinados aún no se han esclarecido los países específicos a través de los cuales la espinaca migró para llegar a Macedonia del Norte. Además, no se pudo establecer definitivamente la ruta migratoria desde Oriente Medio hasta Europa Occidental a través del norte de África.

En cuanto a la migración de la espinaca desde Oriente Medio hacia Asia Afganistán se constituyó como un punto crucial a través del cual la planta pudo haberse aventurado desde Oriente Medio hacia el sur y el este de Asia. India pudo haber servido como destino intermedio de la espinaca antes de llegar a China lo que se sustenta en valores positivos significativos de F4 para AFG-IND AFG-CHI e IND-CHI así como en una ventaja migratoria altamente ponderada entre AFG y el clado indio/pakistaní/chino en el árbol poblacional.

La topología del árbol muestra a la espinaca iraní como población

ancestral de poblaciones en varias direcciones geográficas es decir Turquía Georgia Afganistán y Egipto desde donde el cultivo se extendió a regiones más distantes lo que sugiere a Irán como el probable centro de la domesticación de la espinaca (Hoang 2024).

Su cultivo se generalizó en Europa y posteriormente se extendió a América.

4.3.3 Importancia económica

La espinaca (*Spinacia oleracea*) es una hortaliza que se adapta favorablemente a zonas de altura desarrollándose de manera óptima en agroecosistemas comprendidos entre los 1 800 y 2 800 m s.

n. m. condiciones características del callejón interandino del Ecuador. Estas condiciones altitudinales permiten un crecimiento adecuado del cultivo y favorecen su establecimiento en sistemas agrícolas de la región Sierra (Suquilanda 1995 como se citó en Guapás 2013).

Desde el punto de vista nutricional la espinaca es altamente valorada por sus propiedades dietéticas y su sabor distintivo. Presenta un elevado contenido de vitaminas antioxidantes como A C y E además de ser una fuente importante de vitaminas del complejo B. En cuanto a minerales aporta cantidades significativas de calcio hierro magnesio potasio y sodio, así como fósforo y yodo lo que la convierte en un alimento de alto valor nutricional dentro de la dieta humana (Eroski 1999 como se citó en Guapás 2013).

Debido a estas características productivas y nutricionales la empresa Good Food del Ecuador S.A. – Andean Organic’s manifestó interés en

promover un manejo de tipo orgánico en el cultivo de espinaca. Este interés motivó el desarrollo de la investigación orientada a evaluar alternativas de fertilización foliar complementaria que permitan mejorar el rendimiento y la calidad del cultivo bajo condiciones locales (Guapás 2013).

4.3.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía.

Tabla 36. Clasificación taxonómica de (Spinacea oleracea L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
Subreino	**Tracheobionta**
Superdivisión	**Spermatophyta**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Subclase	**Caryophyllidae**
Orden	**Caryophyllales**
Familia	**Chenopodiaceae**
Género	***Spinacia* L.**
Especie	***oleracea* L.**

Nota. Información adaptada de USDA y NRCS (2024).

Descripción botánica

Planta: en una primera fase forma una roseta de hojas de duración variable según condiciones climáticas y posteriormente emite el tallo. De las axilas de las hojas o directamente del cuello surgen tallitos laterales que dan lugar a ramificaciones secundarias en las que pueden

desarrollarse flores.

Existen plantas masculinas femeninas e incluso hermafroditas que se diferencian fácilmente ya que las femeninas poseen mayor número de hojas basales tardan más en desarrollar la semilla y por ello son más productivas (InfoAgro, s. f.-a).

- **Sistema radicular:** raíz pivotante poco ramificada y de desarrollo radicular superficial.

- **Tallo:** erecto de 30 cm a 100 cm de longitud en el que se sitúan las flores.

- **Hojas:** caulíferas más o menos alternas y pecioladas de forma y consistencia muy variables en función de la variedad. Color verde oscuro. Pecíolo cóncavo y a menudo rojo en su base con longitud variable que va disminuyendo poco a poco a medida que soporta las hojas de más reciente formación y va desapareciendo en las hojas que se sitúan en la parte más alta del tallo.

- **Flores:** las flores masculinas agrupadas en número de 6-12 en las espigas terminales o axilares presentan color verde y están formadas por un periantio con 4-5 pétalos y 4 estambres. Las flores femeninas se reúnen en glomérulos axilares y están formadas por un periantio bi o tetradentado con ovarios uniovulares estilo único y estigma dividido en 3-5 segmentos (InfoAgro s. f.-a).

4.3.5 Valor nutricional

La espinaca es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador debido a su elevado contenido en agua y riqueza en vitaminas y minerales (InfoAgro, s. f.-a).

Composición nutritiva

La espinaca ocupa un lugar muy importante dentro de las hortalizas aprovechadas por sus hojas. Su valor nutritivo es elevado dado su alto contenido en proteínas sales minerales y vitaminas teniendo por tanto un papel destacado en los futuros cultivos hortícolas.

El análisis medio de hojas de espinaca da los siguientes resultados:

- Agua 920 %
- Proteínas 23 %
- Hidratos de carbono 30 %
- Materias grasas 04 %
- Sales minerales y vitaminas 10 %
- Celulosa 08 %

Las vitaminas que se encuentran fundamentalmente en la espinaca son la A B-1 B-2 C PP y el caroteno (Serrano 1976).

4.3.6 Exigencias ecológicas

La espinaca resulta favorecida por los suelos ricos y húmedos, pero puede

crecer en cualquier suelo siempre y cuando este tenga suficiente materia orgánica. En pequeños huertos o maceteros basta con agregar una cantidad generosa de compost a la tierra. Los suelos ácidos no favorecen a la espinaca. Tampoco tolera valores de pH del suelo superiores a 67. Los suelos excesivamente alcalinos pueden provocar clorosis férrica. La favorece valores de pH entre 6 y 65.

Es una planta que necesita poco calor para crecer de lo contrario florecerá tempranamente y se pondrá muy amarga para ser comida. Es por esto que la mayoría de las variedades de espinacas se plantan o muy temprano en primavera cuando ya ha pasado el calor del verano. La germinación de las semillas será mejor en temperaturas de 5 a 20 °C.

Soporta temperaturas por debajo de 0 ºC que si persisten bastante además de originar lesiones foliares producen una detención total del crecimiento por lo que el cultivo no rinde lo suficiente. La temperatura mínima mensual de crecimiento es de aproximadamente 5 ºC. La adaptabilidad a las temperaturas bajas es de gran importancia práctica dado que la mayor demanda de esta verdura coincide con el período otoñal-primaveral. Las condiciones de iluminación y temperatura influyen decisivamente sobre la duración del estado de roseta.

Al alargarse los días (más de 14 horas de luz diurna) y al superar la temperatura los 15 ºC las plantas pasan de la fase vegetativa (roseta) a la de “elevación” y producción (emisión de tallo y flores). La producción se reduce mucho si el calor es excesivo y largo el fotoperiodo dado que las plantas permanecen en la fase de roseta muy poco tiempo con lo que no se alcanza un crecimiento adecuado.

Las espinacas que se han desarrollado a temperaturas muy bajas (5-15 ºC de media mensual) en días muy cortos típicos de los meses invernales florecen más rápidamente y en un porcentaje mayor que las desarrolladas también en fotoperiodos cortos, pero con temperaturas más elevadas (15-26 ºC). También las lluvias irregulares son perjudiciales para la buena producción de espinacas y la sequía provoca una rápida elevación especialmente si se acompaña de temperaturas elevadas y de días largos.

Es una especie bastante exigente en cuanto a suelo y prefiere terrenos fértiles de buena estructura física y de reacción química equilibrada. Por tanto, el terreno debe ser fértil profundo bien drenado de consistencia media ligeramente suelto rico en materia orgánica y nitrógeno del que la espinaca es muy exigente. No debe secarse fácilmente ni permitir el estancamiento de agua. En suelos ácidos con pH inferior a 65 se desarrolla mal a pH ligeramente alcalino se produce el enrojecimiento del pecíolo y a pH muy elevado es muy susceptible a la clorosis (Infoagro s. f.-a).

4.3.7 Fisiología

Su ciclo de cultivo se basa en el desarrollo de sus hojas, pero también se adapta a condiciones de temperatura fotoperiodo y luz siendo la temperatura óptima entre 15 y 18 °C. En cuanto a su fisiología esta planta realiza fotosíntesis para producir azúcares y los discos de sus hojas flotan cuando producen oxígeno.

Según Agro Krebs (2021) la primera fase del cultivo de espinacas se caracteriza por un desarrollo de las hojas y la formación de la roseta. La

duración de esta fase se encuentra muy influenciada por los factores climáticos. Es una planta de día largo, aunque la temperatura puede alterar la respuesta de la planta al fotoperiodo debido a que se trata de una planta vernalizante facultativa.

Si se someten las plantas a bajas temperaturas (45-10 ºC) y a foto periodo de invierno se produce un desarrollo más temprano de los tallos florales que si se somete a temperaturas más altas.

Si se someten las espinacas a bajas temperaturas y a fotoperiodo largo de 15 horas durante un mes y posteriormente se suben las temperaturas se produce una respuesta a la subida a flor tanto más acentuada cuanto más elevadas son las temperaturas con un óptimo para la entre 16 y 21 ºC.

Un aspecto importante es que si se proporciona iluminación suplementaria en condiciones de día corto hasta conseguir doce horas de luz se aumenta la cantidad de hojas recolectadas antes de la subida a flor.

La longitud del peciolo de las hojas está muy influenciada por el fotoperiodo. Así a fotoperiodos cortos los pecíolos se encuentran menos desarrollados mientras que a fotoperiodos largos se observa un crecimiento importante.

Si se someten las semillas de las plantas a bajas temperaturas se adelanta la aparición del escapo floral.

De todos modos, hay que tener en cuenta que la respuesta a todos estos factores depende claramente del cultivar con el que se esté trabajando. Se trata de un cultivo de climas frescos cuyo cero vegetativo está cifrado en

5 ºC. Algunas variedades especialmente resistentes pueden llegar hasta los –7 ºC. En general no tolera el calor en exceso. La temperatura óptima de desarrollo es 15-18 ºC.

Los mejores suelos para su cultivo serán suelos de consistencia media profundos y ricos. Además, es un cultivo resistente a la salinidad.

4.3.8 Aspectos Fisiológicos y Nutricionales

La espinaca, al igual que otras plantas, realiza el proceso de fotosíntesis, mediante el cual convierte dióxido de carbono y agua en los azúcares y el oxígeno. Este mecanismo no solo asegura su crecimiento, sino que también puede demostrarse experimentalmente como una de las funciones vitales de la planta. En cuanto a su crecimiento y ciclo de vida, la espinaca es una especie con un desarrollo bastante rápido. Sin embargo, requiere de un control cuidadoso de la temperatura para evitar el espigado o floración prematura, pues esto reduce la calidad de las hojas destinadas al consumo. Su ciclo comienza con la germinación de la semilla, continúa con la formación de una roseta de hojas —que constituye el órgano de interés para la cosecha— y finalmente pasa a la fase de tallo floral y producción de semillas.

El **fotoperiodo** desempeña un papel decisivo en su ciclo fenológico; cuando los días se alargan y superan las 14 horas de luz diurna, las plantas transitan rápidamente de la fase vegetativa (roseta) a la fase de elevación y a la floración. Este cambio marca el inicio de la emisión del tallo floral y la producción de semillas, lo que implica que la espinaca debe cultivarse en condiciones de luz adecuadas para prolongar la etapa de hojas tiernas y evitar la transición temprana hacia la floración. En

otras palabras, la espinaca combina un crecimiento veloz con una marcada sensibilidad al fotoperiodo y a la temperatura, factores que determinan su rendimiento y calidad en la producción agrícola.

Un **fotoperiodo** largo especialmente cuando se combina con temperaturas elevadas reduce significativamente el rendimiento del cultivo ya que limita el tiempo de permanencia en la fase vegetativa. Además, condiciones de sequía sobre todo si coinciden con días largos y altas temperaturas aceleran el proceso de elevación afectando negativamente la producción. Las lluvias irregulares también resultan perjudiciales para un desarrollo adecuado del cultivo (Anónimo s. f.- d).

4.3.9 Componentes Fisiológicos y Bioactivos

Antioxidantes: Contiene antioxidantes como el ácido alfa-lipoico que ayuda a mejorar la sensibilidad a la insulina y la clorofila que podría tener efectos protectores contra el cáncer.

Clorofila: Es el pigmento verde de la planta que es esencial para la fotosíntesis.

Vitaminas y Minerales: Es una fuente rica de vitamina K (crucial para la coagulación sanguínea y la salud ósea) vitamina A C E y minerales como el hierro potasio y magnesio.

4.3.10 Factores que afectan su Fisiología

Temperatura: Es un factor determinante en la duración del estado de roseta de la espinaca. Cuando las plantas se desarrollan a temperaturas moderadas el crecimiento vegetativo se prolonga favoreciendo una

adecuada formación de hojas. Sin embargo, al superarse los 15 °C especialmente si este incremento térmico se mantiene por periodos prolongados se induce el paso prematuro de la fase vegetativa a la fase reproductiva caracterizada por la emisión del tallo floral.

Asimismo, temperaturas excesivamente altas reducen considerablemente la producción ya que las plantas permanecen poco tiempo en estado de roseta y no alcanzan un desarrollo foliar óptimo. Por el contrario, las espinacas que se desarrollan a temperaturas muy bajas (5–15 °C de media mensual) tienden a florecer más rápidamente y en mayor proporción que aquellas cultivadas en condiciones térmicas más elevadas aun cuando ambas se desarrollen bajo fotoperiodos cortos (Anónimo s. f.-d).

Suelo: Necesita suelos fértiles con buen drenaje y es relativamente resistente a la salinidad.

Luz: La intensidad de la luz afecta el crecimiento el área foliar y la composición nutricional incluyendo el contenido de oxalatos y ascorbato.

4.3.11 Nutrición

Las extracciones de nutrientes de la espinaca varían mucho en función del ciclo de cultivo variedad marco de siembra, Aunque de forma general la fertilización deberá realizarse de acuerdo a la siguiente proporción: N-P-K 3-1-3. El suministro de fertilizantes debe ser muy rico y abundante, aunque habrá que tener en cuenta la fertilidad del suelo (Anónimo s. f.-d).

El potasio reduce la concentración de ácido oxálico contribuye a dar carnosidad a las hojas y a mantenerlas túrgidas durante un largo periodo. El fósforo actúa reduciendo también la concentración de ácido oxálico, pero favorece la rapidez de la elevación. El nitrógeno aumenta la concentración de la vitamina C. El fósforo y el potasio se distribuyen durante la preparación del terreno mientras que el nitrógeno se adiciona antes de la siembra en una proporción del 30 %. En cobertura el nitrógeno se aportará con una frecuencia de 15-20 días. También es conveniente emplear el potasio en abonado de cobertera. La carencia de boro se manifiesta en la espinaca con una reducción en altura una clorosis intensa y las raíces muestran un color negruzco. En suelos con pH elevado la carencia de manganeso provoca una clorosis foliar mientras que las nerviaciones quedan de color verde (Anónimo, s. f.-d).

La administración de estiércol no debe realizarse directamente sino en el cultivo que precede al de espinaca ya que el ciclo de desarrollo de la espinaca es muy rápido y no le da tiempo a beneficiarse de éste las raíces son muy delicadas y se hacen más susceptibles al ataque de hongos (especialmente con estiércol fresco) y con dicho estiércol se diseminan semillas de malas hierbas (Anónimo s. f.-d).

4.3.12 Variedades comerciales

Genética: Los objetivos que se persiguen en la Mejora Genética de la espinaca son los siguientes:

- Mantener el estado en roseta el mayor tiempo posible (Infoagro, s. f.-a).
- Incrementar los rendimientos.

- Porte de la planta (erecto y compacto).
- Adecuar el tipo de hoja según el destino.
- Resistencia al frío.
- Resistencia al amarillamiento.
- Resistencia a enfermedades (Infoagro, s. f.-a).

Variedades comerciales

Existen variedades de espinaca clasificadas por sus características de hoja (lisa o rizada/savoy) y por la época de cultivo (verano o invierno). Las variedades más comunes son la hoja rizada con hojas crujientes y la hoja lisa más tierna que son diferentes por su textura y se adaptan a distintas preparaciones. Las variedades se distinguen por resistencia a enfermedades velocidad de crecimiento y tolerancia al calor o al frío (Infoagro s. f.-a).

Tipos de Espinaca por Tipo de Hoja

1- **Espinaca de Hoja Lisa:**

Sus hojas son grandes lisas y más tiernas. Se comercializa fresca y para industria (congelada o enlatada) y es muy común para consumo cocida.

2- **Espinaca de Hoja Rizada (Savoy):**

Se caracteriza por tener hojas onduladas crujientes de un color verde oscuro y una textura firme. Esta es la variedad más popular especialmente para el consumo cocido y es muy resistente al transporte (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2023).

Ejemplos de Variedades (por nombre comercial)

- **Variedades de hoja rizada:** Resistoflay Monstrueux de Viroflay Matador Gigante de Invierno.
- **Variedades de hoja lisa:** Puma Eagle Falcon Emilia.
- **Híbridas:** High Pak híbrida Hybrid Summic Lagos F1 (Infoagro s. f.-a).

Otras Clasificaciones

1. **Por época de cultivo**: Existen variedades de primavera-otoño y variedades que toleran el calor del verano como Bloomsdale y Gamma.
2. **Por temporada:** Las espinacas de invierno como la Espinaca Gigante de Invierno son parcialmente resistentes a las heladas.

Espinaca Baby: Esta no es una variedad en sí misma sino un espécimen cosechado temprano cuando las hojas son más pequeñas y tiernas (Serrano, 1976).

Variedades cultivadas en Ecuador:

Según Serrano (1976) la espinaca presenta una amplia diversidad de variedades que pueden clasificarse principalmente por el tipo de hoja (lisa o rizada) el vigor de la planta y su adaptación a distintas condiciones climáticas. Estas características varietales han permitido que el cultivo se establezca con éxito en diferentes regiones incluyendo zonas templadas y de altitud condiciones similares a las presentes en

varias áreas productoras del Ecuador especialmente en la región Sierra donde predominan materiales adaptados a climas frescos y ciclos cortos de producción.

1- Espinaca Viroflay:

Es una variedad de hoja lisa grande ovalada y de color verde oscuro brillante. Se cultiva todo el año para el mercado fresco y es conocida por su alta productividad.

2- Espinaca Space:

Se trata de una semilla híbrida de hojas lisas de color verde oscuro grosor y resistencia a enfermedades. Es muy valorada por el mercado por su calidad para el consumo fresco.

3- Variedades de Saboya:

Aunque menos detalladas estas variedades de hoja rizada también se pueden encontrar con hojas tiernas y de color verde intenso.

Disponibilidad en el mercado:

Mercado fresco:

La espinaca es una hortaliza de uso frecuente en la alimentación y las variedades que se comercializan habitualmente en los mercados y supermercados corresponden en su mayoría a tipos de hoja lisa o con un leve grado de rizado (Serrano 1976).

4.4 El cultivo de cilantro hierbita o culantro (*Coriandrum sativum L.*)



Figura 18. Cultivo de cilantro.

Fuente: https://unsplash.com/es/fotos/planta-verde-en-fotografia-de-primer-plano-N73L0EzbJ8Y

4.4.1 Características

La hierbita o culantro (Foto 18) comúnmente llamadas así en el día a día de las cocinas de casa son solo dos nombres alternativos para el cilantro. Coloquialmente usamos estas alternativas para nombrar a la misma planta y entre las cuales no hay ninguna diferencia. Es una hierba de rápido crecimiento y resistente que puede plantarse en jardines o macetas. Sus flores pequeñas y blancas aparecen en verano.

Las semillas se siembran en hileras a 30 cm unas de otras poniéndolas a 2 cm de profundidad; a más profundidad no germinan pues necesitan claridad. A las tres semanas brotan las plantas y hojas.

En Ecuador recibe el nombre de culantro cilantro o hierbita. Se utiliza en casi todos los platos: diversos platos típicos tanto de la región costa como en la sierra tales como el encebollado el seco de chivo o gallina locro de papas entre otros.

4.4.2 Origen y evolución

El cilantro (Coriandrum sativum) es una planta con un legado histórico y cultural sumamente rico, cuyo uso se remonta a las civilizaciones más antiguas. Originario de las regiones del Mediterráneo oriental y del Medio Oriente, ha sido apreciado tanto en la cocina como en la medicina desde hace más de 5000 años. En el antiguo Egipto, se empleaba no solo como ingrediente culinario, sino también en rituales religiosos y prácticas de embalsamamiento, lo que demuestra su relevancia simbólica y práctica en la vida cotidiana de esa época. La expansión del cilantro a través de diferentes culturas y continentes es un reflejo de su versatilidad y popularidad. Los griegos y romanos lo adoptaron para aromatizar panes y vinos, y lo difundieron por Europa durante sus conquistas. En Asia, especialmente en India, Tailandia y China, se convirtió en un ingrediente esencial de currys, sopas y salsas, gracias a su sabor fresco y cítrico.

La introducción del cilantro en América se atribuye a los colonizadores españoles y portugueses en el siglo XVI. Su capacidad de adaptarse a diferentes climas permitió que rápidamente se integrara en la gastronomía latinoamericana, donde hoy es indispensable en platos como el guacamole mexicano, el ceviche peruano y la salsa colombiana (Oriental Market, 2024). De este modo, el cilantro no solo ha acompañado la evolución de la cocina mundial, sino que también ha sido parte de prácticas culturales y medicinales, consolidándose como una hierba universal que conecta tradiciones milenarias con la gastronomía moderna.

4.4.3 Importancia económica

En 1989 el valor de la producción mundial de cilantro fresco se estimó en nueve millones de dólares estadounidenses (USD). El potencial de mercado nacional y sobre todo para exportación del cilantro**.** Parte del valor de estos productos a nivel mundial se debe a su contenido en aceites esenciales para uso industrial. En 1989 la República Dominicana exportó aceites esenciales de diferentes especies vegetales por valor aproximado de un millón de dólares (USD) siendo catalogado como un exportador importante de cilantro hacia los Estados Unidos.

En Ecuador como cultivo de baja inversión y alto rendimiento proporcionando ingresos a pequeños agricultores y mejorando la seguridad alimentaria en las familias. La demanda por sus usos en la gastronomía y otras industrias como la cosmética y la farmacéutica junto a la posibilidad de múltiples cosechas al año lo convierten en una opción rentable para el manejo de pequeños terrenos y la generación de empleo y recursos económicos. Su cultivo garantiza la generación de ingresos y empleo dado por la Baja Inversión El cultivo de cilantro requiere una inversión inicial relativamente baja lo que lo hace accesible para pequeños agricultores (Infoagro s. f.-b).

1. **Aporta múltiples cosechas:** Se pueden obtener entre tres y cuatro cosechas en un período de producción de dos a tres meses lo que permite generar ingresos constantes.

2. **Permite el manejo de pequeños terrenos:** El cilantro es un cultivo ideal para aprovechar al máximo espacios pequeños

convirtiéndolos en una fuente de ingresos significativa para la familia lo que trae beneficios para la agricultura local y se refleja en la Seguridad alimentaria y nutricional contribuyendo su producción especialmente en huertas familiares a mejorar el acceso a alimentos nutritivos y frescos fortaleciendo las comunidades.

Al ser un cultivo que no se ve afectado por plagas y al poder usar biocompuestos se evita el uso de agroquímicos lo que fomenta prácticas agrícolas más sostenibles y protege el medio ambiente. Su producción y comercialización se refleja con la posibilidad de cosechar cada 40 días para consumo fresco lo que permite una rápida recuperación de la inversión apoyado en su corto tiempo de producción (2-3 meses).

Los principales países productores de cilantro son Rusia India Marruecos México Rumania Argentina Irán y Pakistán. Los principales países importadores de cilantro son Alemania Estados Unidos Sri Lanka y Japón (Infoagro s. f.-b).

Es de hábito anual y bajo condiciones normales el cilantro alcanza de 40 a 60 cm de altura. Se da bien en suelos flojos y permeables y en climas templados o de montaña en la zona tropical. Aunque es bastante resistente al frío no sobrevive en terrenos encharcados. Contiene aceites esenciales aceites grasos trazas de glucósido taninos oxalato cálcico etc. La composición química del cilantro se basa principalmente en sus aceites esenciales entre ellos d-linalool 70 a 90% pineno dipenteno geraniol felandreno borneol limoneno y otros componentes menores. La esencia es ligeramente amarilla o incolora (Infoagro s. f.-b).

4.4.4 Propiedades nutricionales del cilantro

El cilantro no solo es apreciado por su versatilidad culinaria, sino también por su valioso perfil nutricional. Tanto las hojas frescas como las semillas aportan beneficios importantes para la salud gracias a la diversidad de sus componentes. Las hojas frescas son una excelente fuente de vitaminas A, C y K, las que son esenciales para la visión, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la coagulación de la sangre. Además, contienen pequeñas cantidades de vitaminas de las del complejo B, así como minerales como calcio, hierro, potasio y magnesio, lo que las convierte en un complemento ideal para una dieta equilibrada y saludable. Es importante destacar que la vitamina K presente en las hojas es particularmente abundante, lo que las hace valiosas para la salud ósea y la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Por otro lado, las semillas de cilantro, conocidas también como coriandro, poseen un perfil nutricional diferente. Se distinguen por su contenido en fibra dietética, hierro, magnesio y manganeso. Además, son una buena fuente de ácidos grasos esenciales como el linoleico (omega 6), oleico (omega 9) y palmítico, los cuales contribuyen a la salud cardiovascular y al control del colesterol. Al comparar las propiedades nutricionales de las hojas frescas y las semillas, se observa que mientras las hojas destacan por su aporte vitamínico —especialmente la vitamina K—, las semillas sobresalen por su riqueza en minerales y fibra. Esta diferencia destaca la importancia de incluir ambas formas del cilantro en la dieta, ya que sus beneficios son complementarios y permiten aprovechar al máximo el potencial

nutricional de esta planta (Oriental Market, 2024). De esta manera, el cilantro se consolida como un ingrediente esencial tanto en la gastronomía como en la nutrición, aportando sabor, frescura y salud en preparaciones tradicionales como la salsa colombiana y en múltiples cocinas alrededor del mundo.

4.4.5 Beneficios para la salud humana

El cilantro es mucho más que un simple ingrediente culinario; constituye una fuente de beneficios para la salud respaldados por investigaciones científicas. Sus propiedades antioxidantes son notables, ya que tanto las hojas como las semillas contienen compuestos fenólicos y flavonoides, entre ellos la se encuentra la quercetina, capaces de neutralizar los radicales libres en el organismo. Esta acción contribuye a prevenir el daño celular y a reducir el riesgo de enfermedades crónicas, incluyendo afecciones cardiovasculares y ciertos tipos de cáncer. Estudios recientes han demostrado que el consumo de cilantro puede mejorar la capacidad antioxidante del cuerpo, ofreciendo una protección adicional frente al estrés oxidativo.

En cuanto a sus propiedades antiinflamatorias, el cilantro ha mostrado eficacia en la reducción de la inflamación gracias a aceites esenciales como el linalool y el geraniol. Estos compuestos actúan inhibiendo la acción de las citoquinas proinflamatorias, lo que puede aliviar síntomas asociados a enfermedades inflamatorias como la artritis. La evidencia científica sugiere que el consumo regular de cilantro contribuye a disminuir la inflamación sistémica, mejorando la calidad de vida de quienes padecen estas afecciones.

Las propiedades antibacterianas también son impresionantes. El dodecenal, un compuesto presente tanto en las hojas como en las semillas, ha demostrado ser un potente agente antibacteriano contra patógenos como la *Salmonella*. Esta capacidad convierte al cilantro en un aliado valioso para la seguridad alimentaria y la prevención de infecciones transmitidas por alimentos. Además, su uso en la medicina tradicional para tratar infecciones bacterianas encuentra respaldo en la ciencia moderna, ampliando las aplicaciones del cilantro más allá de la cocina (Oriental Market, 2024). El cilantro se resume como una planta con un impacto positivo integral para la salud humana, gracias a su acción antioxidante, antiinflamatoria y antibacteriana, lo que refuerza su valor tanto en la gastronomía como en la medicina natural.

Usos y Demanda:

Las hojas frescas del cilantro son ricas en caroteno y calcio. El contenido de proteínas vitaminas y minerales se considera promedio para especies hortícolas.

Industria Alimenticia: El cilantro es una hierba aromática muy utilizada en la cocina ecuatoriana como condimento y para la preparación de platillos salsas y embutidos.

Otras Industrias: Sus aceites esenciales tienen usos en la industria cosmética perfumería y farmacéutica y puede incluso usarse en la industria del tabaco.

4.4.6 Clasificación y descripción botánica. Descripción botánica del

cilantro.

Es una planta herbácea anual (de temporada) perteneciente a la familia de las Apiáceas la misma

familia que incluye al eneldo el apio y el perejil (por eso también se le conoce con el sobrenombre de "perejil chino"). Se distingue por:

Tallos que son erectos que pueden alcanzar hasta 60 cm de altura (Morales, 1995).

Raíz posee un sistema radical fino sencillo y ramificado con una raíz principal pivotante (Morales, 1995).

Hojas son de color verde intenso divididas en dos tipos distintos: las inferiores con forma de abanico y las superiores más finas y delicadas. Las hojas frescas ofrecen un sabor cítrico y ligeramente picante que puede ser polarizante; algunas personas lo describen como refrescante mientras que otras lo comparan con el sabor del jabón. Este sabor único se debe a los aldehídos presentes en las hojas. En la cocina las hojas se utilizan principalmente frescas como aderezo o ingrediente en ensaladas salsas guisos y como elemento decorativo que añade un toque de frescura a los platos (Morales, 1995).

Flores durante el verano el cilantro florece produciendo pequeñas flores blancas o rosadas agrupadas en umbelas compuestas que posteriormente dan paso a sus frutos

Frutos globulares conocidos comúnmente como semillas de cilantro. El fruto es un diaquenio globoso que contiene dos semillas planas.

Semilla las semillas de cilantro que en realidad son frutos secos del cilantro poseen un sabor completamente diferente: son ligeramente dulces con notas cítricas y terrosas y un toque especiado. Este sabor más suave y menos polarizante hace que las semillas sean extremadamente versátiles en la cocina utilizadas enteras o molidas como especia en la preparación de curris guisos marinadas y en la elaboración de panes y repostería. La diferencia entre las hojas y las semillas de cilantro es notable no solo en apariencia sino también en sabor y uso culinario (Morales, 1995).

Las semillas tienen de 3 a 5 mm de diámetro son redondeadas y con costillas o quillas verdes cuando jóvenes y marrones al madurar. Tienden a desprenderse de la planta cuando están maduras y pierden su viabilidad rápidamente. Las semillas maduran en el mismo orden en que son producidas por lo que en un momento dado la planta puede tener semillas maduras semillas inmaduras y flores; esto presenta un inconveniente a la cosecha mecanizada y ha constituido una limitante para la expansión del cultivo en países con agricultura de gran escala y mecanizada. Un gramo contiene unas 70-85 semillas (1900 semillas por onza) (Morales, 1995).

El cilantro es una hierba anual que pertenece a la familia Apiaceae. El nombre genérico Coriandrum deriva del griego corios que significa chinche en referencia al olor de los frutos verdes. La especie sativum indica que es una planta cultivada. Esta planta se caracteriza por sus hojas verdes flores en umbelas y semillas esquizocarpos secos.

4.4.7 Taxonomía

Tabla 37. Clasificación taxonómica de (Coriandrum sativum L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Apiales**
Familia	**Apiaceae**
Género	***Coriandrum***
Especie	***sativum***
Nombre científico	***Coriandrum sativum***

Fuente: Información adaptada de Yauri (2015).

4.4.8 Exigencias ecológicas.

El cilantro prospera en climas frescos y templados prefiriendo temperaturas entre 10 y 30 °C y una exposición solar de al menos 4 a 6 horas, aunque se beneficia de sombra parcial en climas cálidos.

Condiciones Climáticas

- **Temperatura:** Prefiere las temperaturas cá1idas (sobre 20 ºC) pero puede prosperar en climas más frescos, aunque creciendo más lentamente. Se ha reportado que puede sobrevivir heladas ligeras con reducción de la productividad. El crecimiento óptimo se consigue con temperaturas entre 20 y 30 ºC.

Las temperaturas más altas inducen a la floración temprana. Puede

sobrevivir heladas ligeras. Las plantas crecen lentamente cuando la temperatura está sobre 24 ºC. La germinación es lenta y reducida a temperaturas del suelo sobre 32 ºC o bajo 4 ºC (Morales 1995).

- **Luz:** Necesita al menos 4-6 horas de sol al día. Sin embargo, en climas cálidos o durante los meses más calurosos es preferible proporcionar sombra parcial para proteger la planta del sol directo y prolongar la producción de hojas.

La planta prefiere alta intensidad lumínica (sol directo) para crecer. Si se cultiva bajo sol directo y se remueve el ápice de la planta ésta ramifica y tiende a producir mayor cantidad de masa foliar. Los días largos y cálidos promueven la floración temprana lo que puede reducir la productividad en términos de follaje, pero puede ser ventajoso si se desea producir semilla (Morales 1995).

- **Humedad:** Aunque es de clima templado el cilantro no tolera la sequía y necesita un riego constante para mantener el suelo húmedo, pero sin llegar a encharcarlo.

El cultivo requiere de buen contenido de humedad en el suelo para rendir su potencial de productividad. La sequía reduce la cantidad de hojas y de semillas producidas. No se recomienda permitir que las plantas lleguen a la marchitez temporal. La alta humedad relativa hace al cilantro muy propenso al ataque de hongos como Alternaria y Erypsiphe (Morales 1995).

En cuanto al suelo requiere una tierra bien drenada suelta de textura franca y moderadamente fértil con un pH idealmente entre 6 y 7.

4.4.9 Condiciones del Suelo

El cilantro es una especie de manejo relativamente sencillo ya que presenta una amplia capacidad de adaptación a distintos tipos de suelo desarrollándose adecuadamente en suelos franco arenosos hasta franco arcillosos siempre que cuenten con buen drenaje adecuada fertilidad y contenido de materia orgánica.

Este cultivo muestra un mejor crecimiento en suelos con reacción neutra o ligeramente ácida con valores de pH comprendidos entre 6 y 7. No obstante se recomienda evitar su establecimiento en suelos con tendencia al encharcamiento o con exceso de humedad debido a los efectos negativos que estas condiciones generan sobre el sistema radicular.

Asimismo la presencia de vientos fuertes puede afectar el desarrollo del cultivo por lo que resulta conveniente la implementación de cortinas rompevientos como medida de protección agronómica (Pinto 2013 como se citó en Cano Montero 2016; Acuña 1998 como se citó en Cano 2016).

Consideraciones Adicionales

Sombra Parcial en Climas Cálidos: En zonas cálidas se puede usar malla de sombreo para proteger la planta del sol intenso especialmente por la tarde.

Siembra Estratégica: Para obtener hojas frescas siembra en primavera o al final del verano en climas templados. En climas cálidos es mejor sembrar en invierno o en lugares con sombra.

4.4.10 Fisiología

El cultivo de cilantro (*Coriandrum sativum* L.) presenta un desarrollo fenológico caracterizado por dos etapas claramente diferenciadas. La primera corresponde a la fase vegetativa la cual se inicia desde la germinación y establecimiento del cultivo; durante esta etapa se produce la formación de hojas basales en roseta con morfología semejante a la del perejil que constituyen la parte de mayor interés comercial cuando el cultivo se destina al consumo en fresco. En esta fase el crecimiento se concentra principalmente en la expansión foliar y en el desarrollo del sistema radicular permitiendo la acumulación de biomasa vegetal.

Posteriormente, el cultivo entra en la fase reproductiva, etapa esta en la cual se observa un cambio progresivo en la forma de las hojas las cuales adquieren una apariencia más fina y segmentada similar a la del hinojo. De manera simultánea, ocurre el alargamiento del tallo principal proceso conocido este como elongación que conduce a la formación de las estructuras reproductivas incluyendo las flores y los frutos. Esta transición fenológica marca el inicio de la floración y el desarrollo de semillas lo que tiende a reducir la calidad del follaje para su consumo directo.

El ciclo vegetativo del cilantro puede variar entre 90 y 150 días dependiendo de determinados factores como: las condiciones climáticas, la fertilidad del suelo, la disponibilidad hídrica y las prácticas del manejo agronómico implementadas. Estas variaciones influyen directamente en el rendimiento del cultivo y en el momento óptimo de cosecha especialmente cuando se busca maximizar la producción de

hojas comerciales antes del inicio de la floración (Rodríguez 2021).

4.4.11 Factores que influyen

Luz: La calidad e intensidad de la luz son factores cruciales para el desarrollo de compuestos antioxidantes y el crecimiento vegetativo de la planta.

Microrganismos: La inoculación con bacterias del suelo puede mejorar la salud de la planta la absorción de nutrientes y la actividad de enzimas antioxidantes reduciendo los efectos del estrés salino.

Reguladores de crecimiento: La aplicación de hormonas vegetales como la 24-epibrasinólido (EBR) pueden influir significativamente en el peso fresco y seco, el crecimiento y la fotosíntesis de la planta.

Foto-periodismo y temperatura: Este cultivo es una planta que con el aumento de la temperatura tiende a florecer rápidamente, por lo que se detiene el desarrollo de sus hojas. Por ello se beneficia de un clima templado y no tolera las heladas ni las temperaturas muy altas.

Crecimiento y floración: La luminosidad que necesita la planta de cilantro es muy alta demanda fuerte intensidad lumínica para lograr un crecimiento apropiado; el requerimiento óptimo es de 5 a 6 horas sol por día (Avilez 2019 como se citó en Rodríguez 2021).

4.4.12 Nutrición

La fertilización constituye una práctica agronómica fundamental orientada a mejorar las condiciones físicas químicas y biológicas del suelo así como a poner a disposición de las plantas los nutrientes

esenciales necesarios para un crecimiento y desarrollo adecuados. Su correcta aplicación contribuye a fortalecer la estructura del suelo y a optimizar la absorción de elementos nutricionales indispensables para el cultivo.

Existen dos grandes enfoques de fertilización: la orgánica y la química; la fertilización orgánica incluye el uso de insumos como el compost, estiércol, abonos verdes y abonos orgánicos fermentados, los cuales favorecen la actividad microbiana del suelo y mejoran su fertilidad a largo plazo. Por su parte la fertilización química comprende la aplicación de fertilizantes minerales tales como: los nitratos muriatos y otras fuentes sintéticas que aportan nutrientes de forma inmediata a las plantas (Avilez 2019 como se citó en Rodríguez 2021).

Para la implementación adecuada de la fertilización química se recomienda realizar previamente un análisis del suelo con el fin de identificar la disponibilidad de nutrientes presentes y determinar las deficiencias existentes. Esta información permite ajustar las dosis y seleccionar los fertilizantes más apropiados evitando aplicaciones excesivas o desequilibradas que puedan afectar el desarrollo del cultivo o generar impactos negativos en el suelo (Carrubba 2009 como se citó en Rodríguez 2021).

Desde un enfoque nutricional más específico se ha señalado que la fertilización con fuentes minerales como nitrógeno (N) fósforo (P) potasio (K) calcio (Ca) azufre (S) y magnesio (Mg) debe realizarse preferentemente antes de la siembra incorporándolas directamente al suelo para garantizar su disponibilidad durante las primeras etapas del

cultivo. Adicionalmente se recomienda la aplicación de fertilizantes foliares como el nitrato de potasio (KNO_3) en dosis aproximadas de 3 g L^{-1} iniciando desde la segunda semana posterior a la emergencia de las plántulas y con una frecuencia de dos aplicaciones semanales. Este manejo nutricional favorece el crecimiento y desarrollo del follaje además de contribuir a mejorar la resistencia del cultivo durante la etapa de poscosecha (Cruz et al. 2017 como se citó en Rodríguez, 2021).

4.4.13 Nutrientes Esenciales

El cultivo va a requerir de los siguientes nutrimentos.

Nitrógeno (N): Promueve el crecimiento vigoroso de las hojas que es el principal objetivo de este cultivo.

Fósforo (P): Es crucial para el buen desarrollo de las raíces.

Potasio (K): Ayuda a la planta a resistir el estrés y a mantener su función general.

Otros nutrientes: Calcio magnesio y hierro también son importantes, aunque en menor cantidad.

Fertilización

El cilantro es un cultivo de bajos insumos que necesita de determinadas aplicaciones de no más de 50 kg/ha de nitrógeno, las que pueden aplicarse al semillero o como abono de cobertura. El exceso de nitrógeno puede retrasar la maduración, causar el encamado y fomentar enfermedades fúngicas, todas en conjunto tienden a reducir el rendimiento. Tanto el fosfato como la potasa son nutrientes que pueden

afectar el rendimiento del grano de cilantro; por lo tanto, es necesario aplicarlos en suelos con niveles bajos.

En el momento de la labor del suelo se realizará el estercolado. La fertilización mineral dependerá de la riqueza del suelo. En general ésta comprende de 60 a 80 unidades de nitrógeno en cobertera en dos veces en forma amoniacal; de 80 a 100 unidades de ácido fosfórico en el momento de la labor preferentemente en forma de superfosfato de cal; de 100 a 120 unidades de potasa en forma de sulfato potásico. Según Sandoval y Escandón (1990 como se citó en Infoagro s.f.-b). encontraron respuesta en la India en el rendimiento de semillas con la aplicación de 5 ppm de Zn. Ghosh en 1985 documenta el efecto de la aplicación de fósforo (40 kg de P2O5) y nitrógeno (60 kg/ha de urea) en el rendimiento y calidad de semillas.

En Colombia se llevó a cabo un estudio para evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre la producción de follaje fresco y el rendimiento y calidad de semillas. El mayor rendimiento de follaje fresco se obtuvo con el tratamiento con urea (18 kg/m2) y el menor se presentó con gallinaza (12 kg/m2). Esto es debido a la lenta tasa de mineralización que determina la baja disponibilidad de nutrientes de los abonos orgánicos en un cultivo de ciclo muy corto (35-40 días). El tratamiento en el que se utilizó urea como fuente de nitrógeno presentó los mayores niveles de extracción de elementos nutritivos destacando el nitrógeno y potasio 81 y 141 kg/ha respectivamente y reflejando el mayor rendimiento de biomasa. En cuanto al rendimiento y calidad de las semillas a pesar de que no se observaron diferencias significativas el mayor rendimiento de semilla pura se observó con el tratamiento con

composta (Infoagro, s. f.-b).

4.4.14 Variedades comerciales principales características.

Cilantro Caribe:

Es un cilantro híbrido con hojas de color verde oscuro grandes y muy aromáticas. Es resistente a

la floración prematura y se adapta a altas densidades de cultivo.

Cilantro Anita:

Esta es una variedad de un tamaño pequeño, es muy popular por su aroma y sabor excepcionales en diferentes platos de la culinaria ecuatoriana. Su ciclo de cultivo es de aproximadamente 3 meses.

Otras hierbas aromáticas relacionadas

Culantro / Chillangua (Eryngium foetidum): Aunque a menudo a este tipo se le llama cilantro, en el Ecuador esta es una planta distinta (Eryngium foetidum). Se caracteriza por tener unas hojas más grandes, lisas y duras en comparación con las del cilantro común (*Coriandrum sativum*) y su sabor es más intenso y diferente. Se usa especialmente en la cocina de la región costera del Ecuador (Plantura s. f.).

4.5 El cultivo de perejil (*Petroselinum crispum neopolitanum L.*)



Figura 19. Cultivo de perejil.

Fuente: https://img2.rtve.es/i/?w=1600&i=1652294223054.jpg

4.5.1 Características

El cultivo de perejil (Foto 19) en el Ecuador la superficie agrícola alcanza aproximadamente 26 millones de hectáreas de las cuales cerca de 123 070 hectáreas están destinadas al cultivo de hortalizas. La mayor parte de esta producción hortícola se concentra en la región Sierra que alberga alrededor del 86% del total mientras que la Costa participa con el 13% y la región Oriental con apenas el 1%.

Dentro de la Sierra ocho provincias concentran el 71% de la superficie hortícola nacional destacándose Tungurahua Chimborazo Azuay Pichincha Bolívar y Cotopaxi las cuales en conjunto representan aproximadamente el 625% de la producción total (Cunuhay & Vivas 2014 como se citó en Prado, 2023).

4.5.2 Origen y evolución

El perejil es nativo del sur de Europa y ahora se cultiva en todas las áreas

templadas del mundo y en algunas áreas tropicales con estaciones frías. Los romanos comenzaron a usar perejil ya en el siglo III a.C. Sus usos más antiguos fueron medicinales frescos o en lociones como primeros auxilios para picaduras de insectos como repelente de mosquitos laxante suave diurético y tratamiento de infecciones de ojos oídos y dientes. Uno de sus usos más frecuentes es masticar el perejil fresco, y así se puede lograr una higiene bucal. En las regiones templadas el perejil es bienal, es decir comienza su crecimiento vegetativo en la primera temporada del invierno y luego florece en la temporada siguiente. Se usa comúnmente como guarnición o se agrega a platos cocinados para así aportar su color y sabor característico. Todo lo anterior conduce a sostener esta es una de las hierbas más utilizadas en América.

El perejil es una verdura de hoja verde rica en numerosos compuestos biológicamente activos y su nombre (Petroselinum) deriva del griego "apio de roca" o la palabra "Petroselinum" deriva del griego petros que significa "piedra" en referencia a su hábito de crecer en lugares rocosos. Selinon era la palabra griega para perejil en la antigüedad. Se distingue de otras hierbas de hoja verde por su aroma único (Karmakar *et al.,* 2021).

4.5.3 Importancia económica

El perejil es una hortaliza ampliamente cultivada debido al aprovechamiento tanto de sus hojas como de sus raíces siendo utilizado principalmente como condimento en la alimentación. Además, esta especie aporta diversos beneficios para la salud gracias a su contenido de vitaminas minerales y fitonutrientes entre los que destacan los

compuestos fenólicos folatos y flavonoides los cuales contribuyen positivamente a distintas funciones fisiológicas del organismo (Del Real 2020 como se citó en Prado, 2023).

Por otra parte, la aceptación comercial del perejil constituye un aspecto relevante dentro de su producción ya que es considerado un cultivo de importancia económica debido a la alta demanda que presenta en el mercado lo cual favorece su comercialización y rentabilidad (Reyes *et al.* 2012 como se citó en Prado, 2023).

En relación específica al cultivo de perejil no existen registros estadísticos precisos sobre su producción a nivel nacional. No obstante, esta hortaliza se cultiva en diversos agroecosistemas y microclimas del país mostrando una alta capacidad de adaptación según la variedad empleada. Esta característica permite que el perejil sea producido de acuerdo con la demanda del mercado y cerca de los centros de procesamiento. En el Ecuador las principales áreas de cultivo de hierbas aromáticas se localizan principalmente en la región Sierra en provincias como Loja Chimborazo Bolívar Imbabura Pichincha Cotopaxi y Tungurahua; sin embargo, también se registran plantaciones en la región Costa lo que evidencia su adaptabilidad a diferentes condiciones edafoclimáticas (García Quintana 2013 como se citó en Prado, 2023).

4.5.4 Composición química del perejil

Los aceites esenciales presentes en el perejil se caracterizan por una composición química compleja conformada principalmente por una combinación de terpenos y compuestos no terpenoides. Entre sus principales componentes se destacan el apiol y la miristicina, los que son

responsables en gran medida de sus propiedades aromáticas. Estos aceites se distribuyen por toda la planta; sin embargo, el aceite extraído del ápice de las hojas es considerado de mayor calidad, aunque presenta el menor rendimiento cercano al 005%. En contraste el follaje puede alcanzar rendimientos aproximados del 025% mientras que el aceite obtenido de la semilla madura puede llegar hasta un 7%.

El aroma y el sabor característicos del perejil se le atribuyen principalmente a la presencia de aceites terpénicos no oxigenados (Morales 1995 como se citó en García, 2013).

4.5.5 Propiedades nutricionales del perejil

Las hojas frescas de perejil son ricas en caroteno y calcio. El contenido de proteínas vitaminas y minerales se considera promedio para especies hortícolas (García, 2013).

Usos y consumo

El perejil es ampliamente valorado por sus propiedades medicinales especialmente por su efecto diurético natural el cual se atribuye principalmente a la acción del apiol compuesto que estimula la eliminación de líquidos del organismo. Esta característica lo convierte en un alimento recomendable en situaciones asociadas a retención hídrica como la obesidad y ciertas afecciones reumáticas y cardiovasculares. Asimismo el consumo de perejil favorece los procesos digestivos ayuda a reducir la acumulación de gases intestinales estimula el apetito y resulta beneficioso para aliviar espasmos del tracto digestivo (Morales 1995 como se citó en García, 2013).

4.5.6 Clasificación y descripción botánica.

Descripción botánica

El perejil ha incrementado progresivamente su aceptación tanto en los mercados nacionales como internacionales debido a sus destacadas propiedades culinarias y medicinales. Además, se caracteriza por ser un producto económico y de fácil acceso para los consumidores lo que favorece su comercialización y consumo continuo (Japón 1985, como se citó en García 2013).

Desde el punto de vista morfológico esta especie presenta un crecimiento en forma de penacho alcanzando una altura promedio de aproximadamente 35 cm aunque puede llegar hasta 60 cm cuando se cultiva en suelos manejados adecuadamente. Posee numerosos tallos de los cuales emergen entre siete y ocho hojas que pueden ser lisas o rizadas según la variedad con tonalidades verde oscuro y un aroma característico agradable (Región Murcia Digital 2012, como se citó en García, 2013).

4.5.7 Taxonomía del Perejil (Petroselinum crispum)

Tabla 38. Clasificación taxonómica de (Petroselinum sativum).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae (Plantas)**
División	**Spermatophyta (Plantas con semilla)**
Subdivisión	**Magnoliophytina**
Clase	**Magnoliopsida (Dicotiledóneas)**
Orden	**Apiales**
Familia	**Apiaceae (la familia del apio)**

Género	**Petroselinum**
Especie	***Petroselinum crispum***

Nota. Información adaptada de Elicriso (2008).

4.5.8 Exigencias ecológicas

Existen un grupo de factores que inciden en el desarrollo del cultivo (Anónimo, 2024). Entre estos se encuentran;

1. **Luz** Prospera en condiciones de pleno sol o semisombra. Idealmente debería recibir de 6 a 8 horas de luz directa al día para un crecimiento óptimo. En climas cálidos un poco de sombra por la tarde puede evitar que las hojas se quemen. Coloque el perejil cerca de una ventana orientada al sur para maximizar la exposición a la luz (Healthy Houseplants, s. f.).

La luz insuficiente puede provocar un crecimiento débil y alargado con hojas pálidas y sabor reducido. En estos casos la planta puede estirarse hacia las fuentes de luz. El exceso de luz sobre todo en climas cálidos puede causar el amarilleo o el oscurecimiento de las hojas. Si la luz natural es insuficiente complemente la planta con luces de cultivo de espectro completo. Gire la maceta con regularidad para asegurar un crecimiento uniforme (Healthy Houseplants, s. f.).

2. **Temperatura.** Las temperaturas moderadas con un rango ideal de 15 °C a 24 °C. Puede tolerar temperaturas tan bajas como -6 °C y tan altas como 32 °C durante períodos cortos pero la exposición prolongada a temperaturas extremas puede afectar su crecimiento y sabor.

Este cultivo tolera bien las fluctuaciones de temperatura, pero prefiere condiciones estables. Es más resistente al frío que al calor. En climas cálidos proporcione sombra por la tarde para protegerla del calor intenso. En regiones frías acolche la base de la planta para aislar las raíces.

Para proteger el perejil de las temperaturas extremas se debe proporcionar sombra y regar con más frecuencia durante los períodos cálidos para prevenir el estrés térmico (Healthy Houseplants s. f.).

3. **Humedad.** Se adapta a diversos niveles de humedad, pero generalmente prefiere una humedad moderada. Los niveles ideales de humedad oscilan entre el 40 % y el 60 %. Si bien tolera una humedad más baja mantener una humedad adecuada ayuda a prevenir que las hojas se sequen y promueve un crecimiento más saludable (Healthy Houseplants, s. f.).

Para aumentar la humedad Podamos desarrollar las siguientes acciones:

1. Rociar las hojas regularmente.
2. Colocar una bandeja de guijarros llena de agua cerca de la planta.
3. Usar un humidificador en la habitación.
4. Agrupar las plantas para crear un microclima húmedo.

La baja humedad en el perejil causa los siguientes síntomas de estrés bordes crujientes puntas amarronadas y marchitamiento general. En caso de humedad excesiva esté atento a la aparición de hongos o

manchas foliares. La nebulización suele ser eficaz y fácil de implementar. El perejil es sensible al estrés hídrico especialmente si se planta en verano y al final de la primavera y para aumentar la producción y mejorar la calidad se realiza un riego permanente. Se debe proporcionar una fuente de agua. Tanto la etapa de crecimiento como el tipo de perejil determinan la susceptibilidad de las plantas al estrés hídrico (Najla *et al.* 2012 como se citó en Karmakar *et al*., 2021).

1- Riego

El perejil requiere humedad constante, pero es susceptible al exceso de riego. Riegue profundamente cuando los primeros tres centímetros del suelo se sientan secos al tacto.

Esto significa regar 1 o 2 veces por semana dependiendo del clima y las condiciones del suelo. El cultivo prefiere un suelo ligeramente húmedo, pero no tolera el encharcamiento.

La calidad del agua puede afectar el crecimiento. Si bien tolera la mayoría del agua usar agua de lluvia o filtrada puede ser beneficioso especialmente en zonas con agua dura. Los síntomas de exceso de riego incluyen hojas amarillentas pudrición de las raíces y crecimiento de hongos en la superficie del suelo.

Las necesidades de riego pueden variar según la estación. Los meses calurosos de altas temperaturas o los períodos de crecimiento activo es necesario regar con mayor frecuencia. En estaciones más frías o períodos de inactividad reduzca la frecuencia de riego.

Siempre es necesario que se compruebe la humedad del suelo antes de

regar y ajuste la frecuencia según las necesidades de la planta y las condiciones ambientales (Healthy Houseplants, s. f.).

4.5.9 Fisiología

Forma de crecimiento: Es una planta bienal herbácea, aunque a menudo se cultiva como anual. Crece formando una roseta de hojas en la base.

Tallo: Erecto ramificado y hueco con forma redondeada o ligeramente acanalada de color verde. que puede superar los 1.2 metros al florecer coronado por hojas divididas ya sean rizadas o planas de color verde oscuro.

Hojas: La variedad más cultivada se caracteriza por sus hojas de color verde oscuro que pueden ser planas (como las del perejil italiano) o rizadas (el perejil común). Las hojas de perejil son una decoración popular en Europa Central (similar al uso de hojas de cilantro en China el sudeste asiático y partes de la India) principalmente para sopas y verduras. El nombre de la especie Perejil se conoce desde hace más de mil años en el Mediterráneo.

Flores: Se presentan en inflorescencias de doble umbela con pequeños tallos que sostienen flores de color verde-amarillento o blanco. Florece en verano. con inflorescencias en forma de doble umbela de flores blanco-amarillentas y

Frutos: Tras la floración se desarrollan semillas pequeñas inicialmente verdosas que se tornan marrones al madurar y adquieren un aspecto acanalado.

Raíz: Existe una variedad llamada perejil de raíz (Petroselinum sativum tuberosum) con una raíz engrosada y comestible similar a la chirivía.

Semillas: Produce semillas pequeñas el peso de las 100 semillas es de 14 g y tienen una capacidad germinativa de dos años. La semilla de tarda mucho en germinar entre 25-40 días. La recolección se realiza 80 90 días tras la siembra y se realizan varios aprovechamientos conforme se van formando más hojas. Para ayudar a adelantar algo la germinación se pueden poner las semillas a remojo durante 24-48 horas antes de sembrarlas. Al parecer presenta una cierta latencia debida a unas exigencias muy específicas relacionadas con la temperatura y la iluminación y el propio genotipo de la variedad.

Semillas de perejil irradiadas con luz ultravioleta durante 10 o 20 minutos al día las semillas comenzaron a germinar después de 10 días en comparación con las semillas no irradiadas que germinaron después de 15 días. Sin embargo, las plantas de control no irradiadas eran más altas y más sanas que las plantas irradiadas (Barcelo *et al.* 1981). Extracción de germinación Los inhibidores con agua aceleraron notablemente la germinación y mejoraron la germinación porcentaje (Hovadik y Kratochvilova 1977 como se citó en Karmakar *et al.,* 2021).

4.5.10 Nutrición

Suelo. Requiere suelos fértiles bien drenados y ricos en materia orgánica. El pH óptimo ligeramente ácido a neutro entre 6 y 7. Un buen drenaje es crucial para prevenir la pudrición de las raíces.

Para un crecimiento óptimo incorpore materia orgánica como compost o

estiércol maduro al suelo antes de sembrar. Esto no solo mejora la estructura del suelo también aporta nutrientes esenciales. Se puede añadir un fertilizante orgánico bien equilibrado al suelo al momento de la siembra para asegurar un suministro constante de nutrientes durante todo el periodo de crecimiento.

La composición del suelo afecta significativamente la salud y el crecimiento del perejil. Un drenaje deficiente puede provocar la pudrición de las raíces mientras que un suelo compactado puede dificultar su desarrollo. Un pH inadecuado puede afectar la disponibilidad de nutrientes lo que podría provocar deficiencias o toxicidades. La acumulación de sales a menudo debida a la fertilización excesiva puede dañar las raíces y dificultar la absorción de agua.

Para solucionar estos problemas asegúrese de que la preparación del suelo sea adecuada y tenga un buen drenaje (Healthy Houseplants, s. f.).

4.5.11 Nutrientes Esenciales

El cultivo va a requerir de los siguientes nutrimentos. Para asegurar un crecimiento saludable es importante proporcionar al perejil los nutrientes adecuados. Si bien no es un gran consumidor de nutrientes incorporar materia orgánica al suelo antes de sembrar y aplicar un fertilizante hidrosoluble bien equilibrado cada 4-6 semanas durante la temporada de crecimiento puede promover un follaje exuberante. Colocar mantillo alrededor de las plantas ayuda a retener la humedad y a aportar micronutrientes.

Fertilización

Se beneficia de una fertilización ligera y regular durante su temporada de crecimiento. Un fertilizante orgánico equilibrado con una proporción NPK de 5-5-5 o 10-10-10 es adecuado. Aplique el fertilizante cada 4-6 semanas durante la temporada de crecimiento diluido a la mitad de la concentración recomendada (Healthy Houseplants, s. f.).

Las alternativas orgánicas incluyen té de compost extracto de algas marinas y humus de lombriz. Estos pueden aplicarse mensualmente. El perejil se beneficia especialmente del nitrógeno para el crecimiento de las hojas pero un enfoque equilibrado previene los desequilibrios nutricionales.

Las señales de exceso de aplicación de fertilización provocan un crecimiento excesivo de hojas tallos débiles y un sabor reducido. La fertilización insuficiente puede provocar hojas amarillentas retraso en el crecimiento y un desarrollo deficiente del sabor.

El perejil es propenso a la deficiencia de hierro en suelos alcalinos lo que se manifiesta con hojas amarillentas con venas verdes. En estos casos aplique un suplemento de hierro o acidifique ligeramente el suelo. Evite los fertilizantes con alto contenido de fósforo ya que el perejil no requiere mucho de este nutriente (Anónimo, 2024).

4.5.12 Variedades comerciales principales características

Se cultivan principalmente tres tipos de perejil: el perejil de hoja plana (como la variedad Dark Green Italian muy aromática) el perejil rizado (ideal para decoración) y el perejil de Hamburgo (utilizado por sus raíces gruesas similares a la chirivía).

Tipos principales de perejil

1. **Perejil de hoja plana (perejil italiano):** se caracteriza por tener hojas anchas planas y con bordes dentados. Tiene un sabor más fuerte y aromático.

Variedades comunes: La variedad Dark Green Italian es una de las preferidas en Ecuador por su color verde oscuro crecimiento denso y capacidad de rebrotar. Sus usos condimento de gran calidad para realzar el sabor en diversos platos.

2. **Perejil rizado:** entre sus características tenemos: Hojas finamente rizadas y menos aromáticas que las del perejil plano. Usos: Se utiliza principalmente como adorno en la decoración de platos por su aspecto visual.

3. **Perejil de Hamburgo (perejil tuberoso):** Características se cultiva principalmente por sus raíces que son gruesas y con un sabor similar al de la chirivía. Usos: Las raíces son una adición sabrosa y nutritiva para sopas y guisos (García, 2013).

4.6 El cultivo de puerro (*Allium porrum L.*)



Figura 20. Cultivo de puerro.

Fuente: https://cultivers.es/wp-content/uploads/2023/11/Diseno-sin-titulo-1.jpg

4.6.1 Características

El puerro o *Allium porrum* L. (Foto 20) es una de las verduras más utilizadas en gastronomía participando como ingrediente principal en cremas tan famosas con la vichyssoise francesa.

Pertenece a la familia de las Liliáceas (3.500 especies entre plantas herbáceas y árboles) y se engloba dentro del género Allium junto a ajos cebollas y cebolletas.

Su forma es alargada mostrando un bulbo oblongo alargado con pequeñas raíces en un extremo de la planta (el que queda bajo tierra) y hojas en el opuesto (a la vista). Las hojas presentan una estructura plana lanceolada abierta hacia arriba pudiendo alcanzar los 40-50 cm de altura. Los colores que predominan en esta planta son el blanco para el bulbo y diferentes tonos blanquecinos y verdosos en las hojas (según variedad época del año madurez e insolación). Las partes comestibles del puerro son principalmente el bulbo y las hojas con un sabor similar al de la

cebolla, pero con mayor dulzura y suavidad.

El puerro es una planta de invernadero que se planta más comúnmente en huertos y pertenece a la familia Liliaceae; sus hojas son planas y se envuelven entre sí formando un cilindro blanco que forma la parte comestible; es un producto de consumo universal y su cultivo abarca la mayor parte del mundo (Peña 2018 como se citó en Carriel, 2023).

4.6.2 Origen y evolución

El origen del puerro es desconocido ya que aunque algunos textos clásicos o pinturas egipcias hablan de sus usos gastronómicos no se ha encontrado su variedad silvestre en ningún lugar del mundo.

Esta planta era consumida ya en Mesopotamia Turquía o Egipto hace más de 3.000 años concretamente en este último enclave servía como alimento usual para los trabajadores de las pirámides. Pero serían los romanos quienes extenderían el consumo de puerros por todo el Mare Nostrum gracias a sus colonias repartidas desde Hispania hasta Oriente Próximo Norte de África e Islas Británicas. Precisamente en De re coquinaria de Apicio uno de los escasos textos que aún se conservan relacionados con la gastronomía romana se hace referencia a diferentes recetas elaboradas con puerros y aparecen en primeros platos romanos acompañados de coles nabos y rábanos. En el Libro III de esta misma obra existe un apartado completo dedicado a recetas elaboradas con puerro aderezado con una salsa compuesta por garum judías pasas comino y harina así como útiles consejos para su cocción.

Sería también durante la Edad Media cuando el cultivo de puerros se

extendería por Europa paliando con su ingesta el hambre en las clases sociales más desfavorecidas económicamente. En la actualidad el mayor productor y consumidor de puerro en el ámbito europeo es Francia (Integra, 2021a).

En el Ecuador la cebolla puerro tuvo sus inicios como cultivo en la provincia de Tungurahua en el año 1988 debido a un proyecto italiano que se dedicó a establecer cultivos nuevos poco conocidos en nuestro medio utilizando semillas de Holanda; siendo un cultivo similar a la cebolla blanca su producción se sumó a la producción total de cebolla en rama debido a los escasos datos estadísticos en nuestro país; existen una superficie cosechada invariable de 4000 hectáreas promedio con un rendimiento de 25 a 36 t/ha (Carriel, 2023).

4.6.3 Importancia económica

En el Ecuador el cultivo de cebolla puerro ha adquirido una relevancia creciente dentro del sector hortícola principalmente por su elevado consumo y por sus similitudes en sabor y apariencia con la cebolla blanca. Esta hortaliza presenta importantes ventajas agroeconómicas ya que permite obtener altos volúmenes de producción en superficies reducidas además de aportar valor nutricional y propiedades medicinales. Asimismo, su cadena productiva contribuye de manera significativa a la generación de empleo tanto en el ámbito agrícola como en la agroindustria.

No obstante, en las principales zonas productoras del país persisten limitaciones relacionadas con el escaso conocimiento técnico y la insuficiente capacitación en el manejo agronómico del cultivo. En este

contexto el desarrollo de estudios especializados sobre el manejo agronómico de la cebolla puerro resulta fundamental para mejorar los rendimientos y la calidad del producto permitiendo optimizar las labores agrícolas involucradas en su producción (Carriel, 2023).

4.6.4 Importancia alimenticia

Uso y Beneficios para la salud humana

Se recomendaciones para conseguir ejemplares de calidad escoger piezas jóvenes de tamaño medio con hojas en colores verdes oscuros; así como tallo blanco recto y de textura consistente. Conviene desechar aquellos que muestran marcas o zonas con crecimientos desiguales (tallo excesivamente hinchado) y hojas en tonos amarillentos ya que revelan la posibilidad de encontrar el producto alterado (Integra, 2021a).

Usos:

La parte comestible a veces llamada tallo es en realidad un conjunto de vainas que se "blanquean" con tierra (aporcado) para darles un sabor más suave.

Usos culinarios



Figura 21. Usos culinarios.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:PIRASA.jpg "Zeytinyağlı pırasa" (Puerros con aceite de oliva) es otro de los platos fríos hechos con puerros y con aceite de oliva en la cocina turca.

Frutas Braojos (s. f.) señala que el puerro es una hortaliza perteneciente a la familia Alliaceae apreciada tanto por su valor culinario como por sus propiedades nutricionales y su versatilidad en la cocina. La parte comestible de la planta son las hojas y el bulbo, aunque a veces se comen las flores en ensaladas.

En la cocina española existen diversos platos que incluyen el puerro; uno de los más famosos es la porrusalda (Foto 21) es una especie de sopa que los incluye como ingrediente principal purrusalda es literalmente sopa de puerro en euskera.

En otras gastronomías europeas aparece como ingrediente como por ejemplo en la belga en el waterzooi o en diversos platos franceses como la vichyssoise o el mirepoix. En el mundo anglosajón se tiene la leek soup muy famosa en la cocina de Gales.

4.6.5 Usos medicinales

Esta planta tiene las mismas propiedades medicinales que el ajo pero en una forma mucho más suave y con los principios activos más suaves. Del jugo que desprende la planta se ha dicho que tiene propiedades insecticidas. Se han realizado numerosas investigaciones y se han comprobado los efectos hipotensores en ratas (Cocinando con todos los sentidos, 2008).

Propiedades nutricionales

El puerro es una hortaliza que aunque en ocasiones pasa desapercibida posee un alto valor nutricional. Se destaca por su contenido de fructooligosacáridos (FOS), es un tipo de fibra fermentable que favorece el desarrollo de bacterias beneficiosas en el colon contribuyendo así a mejorar el tránsito intestinal, por lo que se utiliza para aliviar o disminuir en situaciones digestivas que dan lugar con el estreñimiento. Asimismo, por su elevado contenido de agua cercano al 90 %, hace que sea un alimento que ayuda a mantener una adecuada hidratación corporal.

Adicionalmente el puerro contiene flavonoides compuestos con propiedades antioxidantes y diuréticas que facilitan la eliminación de líquidos y la depuración del organismo a través de la orina. En cuanto a su aporte vitamínico es una fuente importante de ácido fólico esencial para la correcta formación de las células sanguíneas y de vitamina C reconocida por su acción antioxidante frente a los radicales libres. No obstante, este último nutriente puede reducirse durante la cocción por lo que se recomienda evitar temperaturas elevadas y tiempos prolongados de preparación para conservar mejor su valor nutricional (BBHI s. f.).

4.6.6 Clasificación descripción botánica. Características morfológicas

Los puerros constan de tres partes distintas: hojas largas y lanceoladas un bulbo delgado blanco

y brillante y numerosas raíces pequeñas adheridas a la base del bulbo. La altura total de los puerros es de unos 50 cm y el grosor de unos 3 a 5 cm. El tamaño de los puerros depende de las necesidades de cada mercado (AgroES s. f.-f).

Saavedra *et al.* (2021) plantean que es una planta bianual que no responde al fotoperiodo (a diferencia de sus parientes como cebolla y ajo) de raíces abundantes tallo en disco compacto como todas las Allioideae bulbo único membranoso de forma alargada hojas planas con venas paralelas pudiendo alcanzar entre 40 y 50 cm de altura abiertas hacia arriba.

Hojas. Las hojas del puerro presentan una coloración que varía entre el verde oscuro y el verde azulado. Estas son planas largas lanceoladas, estrechas, enteras y orientadas hacia arriba; por lo que alcanzan una altura aproximada de 40 a 50 cm. De igual forma, Morfológicamente sus hojas muestran una diferenciación marcada entre la parte superior de la lámina y la base foliar.

En la base de la hoja se identifican dos tipos de meristemas, el meristemo intercalar localizado en el tercio inferior de la lámina y el meristemo axilar que comprende toda la vaina. El crecimiento de la parte superior de la hoja se produce de manera independiente respecto a la base lo que

influye en el desarrollo vegetativo del cultivo (Gray *et al.* 2019 como se citó en Carriel 2023).

La longitud del tallo constituye un rasgo varietal, aunque puede verse influenciado por las técnicas de manejo agronómico aplicadas durante el cultivo. Asimismo, la proporción de la parte blanca del puerro está estrechamente relacionada con el método de plantación y las labores culturales posteriores como el aporque que favorecen el alargamiento de esta sección comestible (Garces & Valle 2019 como se citó en Carriel 2023).

Flores. La inflorescencia del puerro se presenta en forma de umbela correspondiente a una inflorescencia racemosa en la que las flores se insertan sobre un eje principal conformando una superficie plana. Las flores son generalmente de color blanco o rosado. El cultivo produce numerosas semillas planas de color negro las cuales conservan una capacidad germinativa de aproximadamente dos años. El tálamo floral se desarrolla a partir del segundo año del ciclo del cultivo lo que coincide con la fase reproductiva de la planta (Kehr & Bastias 2020 como se citó en Carriel 2023).

Bulbo. Los bulbos son membranosos alargados delgados de color blanco pálido y con muchas raíces finas de color blanco; tanto el bulbo como las hojas son partes comestibles de esta hortaliza (Farez 2020 como se citó en Carriel 2023).

Semillas. Las semillas son negras redondas y angulosas; aunque parecen cebollas se caracterizan por su menor tamaño; se estima que contiene de 300 a 400 semillas por gramo; su vida media es corta de 1 a 3 años; a

partir del primer año su germinación disminuye (Saavedra *et al.* 2021).

Ciclo vegetativo. Las plantas reanudan fácilmente el crecimiento vegetativo después del frío (vernalización); bajo la influencia de la temperatura florece y forma un paisaje floral de 1 a 15 m que culmina en una espesa pantalla esférica de flores blancas o rosadas (Vidal et al. 2017 como se citó en Carriel 2023). La planta está altamente fertilizada (alrededor del 80%) lo que asegura la polinización gracias a la gran cantidad de insectos que atrae; el puerro tiene un ciclo de dos años pero a diferencia de otras especies de Allium del Huerto parece indiferente a la duración del día; el rendimiento medio de los puerros es de 20 toneladas/ha (Ciprano *et al.* 2019).

Caracteres morfológicos del Puerro

Es una planta bianual. Su morfología es parecida a la cebolla. Se puede diferenciar de esta en que forma un bulbo membranoso mucho menos desarrollado en grosor. Además, las hojas son planas y acanaladas y el escapo floral que forma es sólido y no hueco. Cabe resaltar que desde una fecha muy temprana en las hojas se diferencia una parte basal envainadora y una superior laminar que no tienen un crecimiento simultáneo. El escapo floral suele ser emitido durante el 2º año produciendo umbelas blancas o rosadas que dan lugar a semillas muy parecidas a las de la cebolla, pero más pequeñas.

Taxonomía

Tabla 39. Clasificación taxonómica de (Allium porrum L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae (Plantas)**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Liliopsida**
Orden	**Asparagales**
Subfamilia	**Allioideae**
Tribu	**Allieae**
Género	***Allium***
Especie	***A. porrum***

Nota. Información adaptada de Pozo (2019).

4.6.7 Exigencias ecológicas

El cultivo de puerro presenta una adaptación amplia debido a que resiste bien el frio siendo preferible condiciones climatológicas templadas y húmedas; su temperatura óptima media de crecimiento mensual es entre 13 y 24 °C suelos de consistencia media profundos y de condición neutra (Tarira, 2015).

El puerro puede ser cultivado bajo diferentes condiciones climáticas pero está mejor adaptado a condiciones frías la temperatura óptima de crecimiento mensual está entre 13 y 24°C. Dicha especie es una monocotiledónea de crecimiento muy lento la floración prematura puede ocurrir en trasplantes muy temprano pero normalmente la floración se produce en cosechas de puerro a fines de primavera porque necesita vernalización (acumular horas frío) para emitir el tallo floral y florecer

pero esto es muy dependiente de la variedad que se está cultivando (Vidal *et al.* 2016 como se citó en Saavedra *et al.,* 2012).

4.6.8 Características edafoclimáticas del cultivo

Temperatura: La cebolla puerro pueden crecer en cualquier clima, pero es mejor cultivarlas en áreas con un clima templado y húmedo o cuando se busca la mejor época del año para plantar; generalmente los puerros son resistentes al frío pero otras variedades prefieren temperaturas cálidas y húmedas; la temperatura mínima para la germinación es de 5 °C la temperatura óptima es de 20 - 26 °C y la temperatura máxima es de 36 °C (Filgueira 2019 como se citó en Carriel 2023).

Fotoperiodo: El fotoperiodo es la duración relativa de los ciclos de luz y oscuridad durante el día; la cebolla puerro se clasifica como planta de día largo (noche corta) debido a que la inducción de la formación de bulbos ocurre a medida que aumenta la duración del día lo que requiere un fotoperiodo mayor al valor crítico característico de la variedad (Galmarini 2019 como se citó en Carriel, 2023).

El fotoperiodo es un factor limitante para el crecimiento de la cebolla puerro debido a que la planta sólo formará bulbos si la duración del día es de 10 a 12 horas o mayor a 14 las horas (Zarza et al 2019 como se citó en Carriel, 2023).

Altitud: El puerro es una planta que se adapta a una altitud desde 0-2800 msnm (Zarza et al 2019 como se citó en Carriel, 2023).

Suelos: Se adaptan bien en suelos profundos y frescos ricos en materia orgánica; no es apto para suelos demasiado alcalinos ni para suelos con

acidez ya que es un cultivo sensible y soporta un límite de acidez en torno al pH 6; tampoco toleran suelos pedregosos mal drenados y poco profundos ya que los bulbos no se desarrollan adecuadamente; en definitiva, las necesidades de suelo de los puerros son muy similares a las de las cebollas y los ajos (Zarza et al. 2018 como se citó en Carriel, 2023).

4.6.9 Fisiología

Caracteres fisiológicos del Puerro

Es un cultivo bastante resistente al frío. Prefiere climatologías templadas y húmedas con temperaturas óptimas de crecimiento entre 13-24 º C. No le van muy bien los suelos excesivamente alcalinos ni resiste la acidez (AgroES, s. f.-f). Se adapta a altitudes de entre 1.800 y 2.800 metros sobre el nivel del mar.

4.6.10 Nutrición

Nutricionalmente el puerro tiene altas exigencias de nitrógeno para el desarrollo de sus hojas además de fósforo potasio y micronutrientes como cobre zinc magnesio manganeso y molibdeno. Se recomienda añadir abonos ricos en nitrógeno y potasio así como compost o humus de lombriz al suelo para asegurar un buen crecimiento.

Requerimientos nutricionales:

Nitrógeno (N): Es el nutriente más demandado ya que favorece el desarrollo y crecimiento de la parte foliar del puerro. es muy requerido por el cultivo de cebolla puerro al igual que el potasio que tiene que ver

mucho con el desarrollo radicular y con la formación de las hojas (Aching 2019 como se citó en Carriel, 2023).

Fósforo (P): Esencial para un buen desarrollo de raíces y en general para la producción del cultivo.

Potasio (K): Ayuda al desarrollo de las raíces y las hojas siendo un nutriente importante para el cultivo.

Micronutrientes: Como el resto de las especies de Allium los puerros también necesitan cobre (Cu) zinc (Zn) magnesio (Mg) manganeso (Mn) y molibdeno (Mo) (WikiFarmer s. f.).

4.6.11 Variedades comerciales principales características

La elección de la variedad de puerro es un aspecto clave para el éxito del cultivo ya que influye directamente en el ciclo productivo el rendimiento y la calidad de la cosecha. De manera general las variedades de puerro se agrupan en precoces semiprecoces y tardías cada una con características agronómicas y épocas de cosecha diferenciadas.

Las variedades precoces se caracterizan por un ciclo de crecimiento corto lo que permite su cosecha durante el verano y a inicios del otoño. Estas son preferidas cuando se busca una producción temprana. Entre los ejemplos más representativos se encuentran ‘Jewel’ y ‘Oaxaca’.

Las variedades semiprecoces son las más difundidas en los sistemas productivos debido a su equilibrio entre tiempo de crecimiento y rendimiento. Generalmente se cosechan entre agosto y septiembre y presentan buen desarrollo vegetativo. Ejemplos comunes incluyen

‘Tadorna’ ‘Ailsa Craig’ y ‘Pinola’ esta última reconocida por su follaje verde oscuro y la ausencia de engrosamiento del bulbo.

Por su parte las variedades tardías poseen un ciclo más largo y se cosechan hacia finales del otoño entre octubre y noviembre. Aunque requieren mayor tiempo en campo suelen ofrecer rendimientos superiores y productos de mejor calidad. Entre las más conocidas se encuentran ‘Winter King’ y ‘Giant Winter’. Otras variedades tardías como ‘Clasina’ y ‘Carina’ presentan hojas de tonalidad verde azulado mientras que ‘Patrick’ se distingue por hojas de color verde grisáceo (Agro-Market, 24 s. f.).

Clasificación por temporada de cosecha

- **Puerros de verano:** Se cosechan en la misma temporada de siembra y suelen ser más pequeños. Ejemplos incluyen las variedades King Richard American Flag y Jolant.

- **Puerros de invierno:** Se cosechan en la primavera del año siguiente a la siembra y tienden a ser más grandes y a tener un sabor más intenso. Variedades notables son Electra Goliath Kilima y Derrrick.

Clasificación por longitud del tallo

- **Puerros largos:** Tienen una mayor longitud de tallo blanqueado. Ejemplos son 'Colonna' Argenta y Helvetia.

- **Puerros cortos y semilargos:** Tienen una menor longitud de tallo blanqueado. Entre ellos se encuentran Grueso de Rouen y Electra

(Frutas y Hortalizas, s. f.).

Otras clasificaciones y variedades

- **Ajom porro silvestre:** Conocido como Allium ampeloprasum var. ampeloprasum es una variedad silvestre o rústica con un sabor más intenso.

- **Variedades para experimentación:** Se incluyen cultivares como Conqueror Eskimo y Siberia (Agro-Market24, s. f.).

CAPÍTULO V

5 HOTALIZAS DE FLORES

5.1 El cultivo de Coliflor (*Brassica oleracea var. botrytis L.*)



Figura 22.Cultivo de coliflor.

Fuente:
https://previews.123rf.com/images/alielasyed/alielasyed2306/alielasyed230600035/206111387- cauliflower-in-the-garden-cauliflower-growing-in-the-garden.jpg

5.1.1 Características

Características morfológicas.

La coliflor o *Brassica oleracea* (Foto 22) está formada por una parte redonda denominada masa de tonos blanquecinos uniformes (también presentan colores violetas y verdes dependiendo de la variedad) recubierta de hojas verdes de mayor o menor intensidad al exterior impidiendo que llegue el sol a la masa y caracterizándola con este color debido a la falta de clorofila. Puede llegar a poseer 30 centímetros de diámetro pesando un ejemplar maduro y de calidad cerca de los 2 kg. Se dan dependiendo de la variedad masas de distinta textura compacidad y

forma como, por ejemplo: esférica abombada cónica aplanada y hueca (con un mayor número de ramificaciones en el interior). A su vez puede ofrecer otros colores como verdes o violetas. Es un alimento muy apreciado para consumir en crudo o cocido debido a sus propiedades nutritivas y sabor suave a veces con toques dulzones (Cotrina 1981).

La coliflor común posee; Una raíz principal gruesa de un diámetro que en el máximo de su desarrollo alcanza entre 4 y 8 cm. De ella salen abundantes raíces secundarias que raramente se ramifican por lo que su sistema radicular es bastante reducido en comparación. con la parte aérea. La parte exterior está formada por un grueso tallo de 4 a 8 cm de diámetro de escasa longitud en el que se insertan grandes hojas de 25 a 50 cm cuyo número oscila de 7 a 20 según las variedades y que protegen a la inflorescencia del sol. De que las hojas recubran más o menos las inflorescencias depende en gran parte la buena o mala coloración de las pellas. Los colores de las hojas van desde el azulado al verde. Su forma puede ser lanceolada o redondeada según las variedades y estar más o menos erectas. A veces aparecen algunas con los bordes del limbo rizado si bien por lo general éste es liso. Sin embargo, todas se caracterizan por poseer un nervio central muy acusado del que nacen otros laterales más pequeños (Cotrina, 1981).

La cabeza de color blanco u otro (como morado) debe ser firme y compacta para una buena calidad y la planta requiere suelos bien drenados y frescos (Cotrina, 1981).

5.1.2 Origen y evolución

El origen del Coliflor está ligado al mar Mediterráneo concretamente a su

vertiente oriental donde se encuentran Asia Menor Líbano y Siria como referentes históricos de esta verdura. En la actualidad existen otras hipótesis que la asocian a una única especie proveniente de la forma silvestre introducida en esta área desde la fachada atlántica europea. Al igual que ocurre con otros alimentos en un principio era utilizada simplemente como fármaco natural para aliviar los dolores de cabeza o la diarrea. Serían los romanos quienes comenzaron a cultivarla para su producción comercialización y consumo. Así debido a las innumerables conquistas durante su época imperial y al rico comercio que mantenían la introdujeron en algunos países ribereños del Mare Nostrum (Frutas y Hortalizas, s. f.).

No obstante, aún pasaría algún tiempo para que las naciones punteras de Europa como Francia e Inglaterra generalizaran el cultivo de esta planta concretamente en el siglo XVI llegando a España durante el XVIII. En la actualidad su consumo se encuentra extendido por prácticamente todos los rincones del globo que poseen climas templados, aunque es China el principal productor. En Europa la lista la encabeza Francia con cerca de 25.300 ha cultivadas quedando España en 5 puesto con más de 9.000 ha (200.000 toneladas) de las que 900 pertenecen a la Región de Murcia donde se obtienen anualmente cerca de 30.000 toneladas (Integra, 2021b).

Las coliflores fueron domesticadas relativamente recientemente. Eran desconocidas a principios de la Edad Media y aparentemente fueron introducidas en Europa desde el Levante o Chipre alrededor de finales del siglo XV. Ahora podemos comprobar si el fenotipo de todas las coliflores cultivadas puede rastrearse hasta una mutación original o si ha

surgido en muchas ocasiones diferentes. El brócoli es el pariente cultivado más cercano de la coliflor y sus fenotipos comparten algunas propiedades (tallos florales cortos y multiramificados y brotes axilares reducidos, por ejemplo) (Smyth 2021).

5.1.3 Importancia económica

La coliflor (*Brassica oleracea* L. var. *botrytis*) es una hortaliza anual que ha adquirido una creciente relevancia debido a su elevado valor nutritivo principalmente por el aporte de hidratos de carbono proteínas y minerales esenciales para la alimentación humana. Estas características han posicionado a la coliflor como un recurso importante dentro de la dieta destacándose por la calidad nutricional de sus inflorescencias o pellas que constituyen la parte comestible del cultivo (Pros 1996 como se citó en Ilbay 2009).

Desde el punto de vista económico la coliflor representa un cultivo de gran importancia a nivel mundial ya que se produce de forma anual con fines de consumo directo y agroindustrial. Sus pellas son destinadas principalmente al consumo como verdura fresca o en ensaladas, aunque también se utilizan cocidas encurtidas o procesadas industrialmente lo que incrementa su valor comercial y diversifica sus usos en el mercado (Ecuaquímica 2008 como se citó en Ilbay 2009).

En el contexto del comercio internacional esta hortaliza constituye aproximadamente el 25 % de la producción total de crucíferas destinadas a la exportación. La demanda de coliflor ha mostrado una tendencia creciente favorecida por la estacionalidad de la producción en algunos países que no logran abastecer el mercado durante todo el año

generando oportunidades comerciales para regiones productoras con condiciones agroclimáticas favorables (Abarca 2002 como se citó en Ilbay 2009).

Motores de su importancia económica

- **Mercado en fresco:** La coliflor es consumida directamente como verdura o en ensaladas representando la mayor parte de las ventas.
- **Industria alimentaria:** Se destina a la transformación incluyendo la congelación y la fabricación de encurtidos y conservas.
- **Exportación:** La demanda en mercados internacionales genera un importante flujo comercial especialmente en países como España donde se exportan grandes cantidades.

En Ecuador reside en su producción para el consumo nacional e internacional generando ingresos para los agricultores y contribuyendo a la economía local a través de la venta de un producto nutritivo y demandado en diversos platos y conservas (ProducePay s. f.).

Demanda y consumo

- **Versatilidad culinaria:** La coliflor es un alimento versátil que se consume cruda o cocida en ensaladas platos principales y como ingrediente en alimentos procesados (De Cecco s. f.).
- **Beneficios nutricionales:** Su alto contenido de vitaminas y fibra la hace atractiva para el mercado impulsando su demanda.

Importancia alimenticia y nutricional

- **Baja en calorías y grasas:** Es un alimento ideal para dietas de control de peso ya que una taza de coliflor contiene tan solo 25 calorías sin grasa ni colesterol.

- **Fuente de fibra:** Contiene fibra dietética que favorece la salud digestiva previene el estreñimiento y ayuda a mantener estables los niveles de azúcar en sangre.

- **Rica en vitaminas:** Aporta cantidades significativas de vitamina C que es un potente antioxidante y vitamina K importante para la salud de los huesos. También es una buena fuente de folato (B9).

- **Compuestos antioxidantes y antiinflamatorios:** Contiene glucosinolatos isotiocianatos y sulforafano compuestos que protegen las células del daño reducen la inflamación y ayudan a prevenir enfermedades crónicas (Medicover Hospitals s. f.).

5.1.4 Beneficios para la salud humana

Su protección cardiovascular está dada por la aportación de sus nutrientes y antioxidantes contribuyen a reducir el riesgo de enfermedades del corazón. Prevención del cáncer: Los compuestos anticancerígenos como el sulforafano ayudan a combatir el crecimiento de células mutadas reduciendo el riesgo de ciertos tipos de cáncer. Contribuye al Fortalecimiento del sistema inmune: La vitamina C presente en la coliflor refuerza las defensas del organismo protegiendo contra infecciones Salud ósea: La vitamina K y otros minerales ayudan a fortalecer los huesos Salud digestiva: Su contenido de fibra facilita la digestión y promueve el buen funcionamiento del intestino y la Función

cerebral: siendo una fuente de colina un nutriente esencial para la memoria el aprendizaje y la regulación del movimiento muscular (Medicover Hospitals, s. f.).

Se insiste en 10 beneficios a la salud humana estas son:

- Alto contenido de nutrientes: La coliflor es baja en calorías, pero rica en vitaminas C K B6 y folato además de minerales como potasio y manganeso.

- Promueve la salud digestiva: Su alto contenido de fibra ayuda a regular el tránsito intestinal previene el estreñimiento y favorece un microbiota saludable.

- Refuerza el sistema inmunológico: La vitamina C presente en la coliflor ayuda a fortalecer las defensas del cuerpo y a combatir infecciones.

- Ayuda en la pérdida de peso: Es baja en calorías y carbohidratos lo que la convierte en un excelente sustituto de alimentos más calóricos y ayuda a sentirte saciado.

- Mejora la salud del corazón: Los antioxidantes y compuestos antiinflamatorios de la coliflor pueden contribuir a mejorar la presión arterial y a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas.

- Puede prevenir el cáncer: Contiene glucosinolatos y sulforafano compuestos que han demostrado tener actividad anticancerígena al reducir el crecimiento de células cancerosas y apoyar la desintoxicación de toxinas.

- Facilita la desintoxicación: Contiene enzimas que actúan como "recolectores de basura" internos ayudando al cuerpo a eliminar sustancias químicas potencialmente dañinas de forma segura.

- Apoya la salud del cerebro: Es una buena fuente de colina un nutriente vital para el desarrollo de células cerebrales y que puede ayudar a prevenir trastornos neurológicos como la demencia.

- Contribuye a la salud ósea: Aporta vitaminas y minerales que son importantes para mantener los huesos fuertes.

- Regula el azúcar en la sangre: Su bajo contenido de carbohidratos y alto índice glucémico la hacen una buena opción para personas que buscan controlar sus niveles de azúcar en la sangre (Medicover Hospitals, s. f.).

5.1.5 Clasificación y descripción botánica. Características morfológicas generales de la coliflor

La coliflor se comporta como una planta bianual, aunque en producción agrícola suele manejarse como anual. Presenta una raíz pivotante de la que se originan raíces secundarias y su principal órgano de interés es la pella formada por el desarrollo compacto de estructuras florales engrosadas. En términos morfológicos se considera coliflor a los materiales que forman pellas compactas sin producción de brotes laterales con hojas relativamente anchas y menos erectas; además las pellas pueden ser grandes con superficie algo granulada y un sabor suave con menor tolerancia al frío (Grupo Editorial Océano 1999 como se citó en Salcedo, 2014).

Estructura de la "cabeza" o pella

Diversos autores describen que la coliflor es una especie herbácea cuyo rasgo distintivo es la conformación de una masa compacta que constituye la cabeza o pella resultado de ramificaciones florales muy unidas y densas; los rudimentos florales pueden manifestarse como pequeñas asperezas en la parte superior de la pella (Limongelli 1979 como se citó en Salcedo, 2014).

Rasgos de hojas y pellas en coliflor

En comparación con otras coles la coliflor se reconoce por su pella compacta (sin brotes laterales) y por hojas con limbos que suelen cubrir el pecíolo casi por completo; en general presentan bordes menos ondulados nervaduras menos marcadas y pellas de mayor tamaño con superficie menos granulada y sabor más suave (Barahona 2000 como se citó en Salcedo, 2014).

5.1.6 Taxonomía

Tabla 40. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea var. botrytis L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Subclase	**Dilleniidae**
Orden	**Capparales**
Familia	**Brassicaceae**

Género	***Brassica***
Especie	***Brassica oleracea***
Variedad	**Botrytis**

Nota. Información adaptada de Nuez (1999).

5.1.7 Exigencias ecológicas.

Características edafoclimáticas del cultivo

La coliflor se adapta a altitudes comprendidas entre 1 000 y 3 100 m s. n. m. desarrollándose en climas cálidos subcálidos templados y fríos con preferencia por condiciones templadas a frías. Este cultivo requiere una precipitación anual entre 700 y 1 500 mm con una temperatura óptima de 12 a 18 °C una mínima de 10 °C y una máxima de 27 °C. Asimismo necesita entre 4 y 8 horas de radiación solar diaria en condiciones de cielo despejado y una humedad relativa de 90 a 95 %. Se ha señalado que la coliflor presenta baja susceptibilidad al viento y a las heladas (Hidalgo 2011 según Salcedo 2014).

5.1.8 Clima

Temperatura; La coliflor es considerada una de las variedades botánicas más sensibles a las condiciones ambientales en la cual la temperatura desempeña un papel preponderante en su desarrollo. Este cultivo se adapta mejor a climas fríos y húmedos con una temperatura óptima comprendida entre 12 y 18 °C siendo especialmente sensible a la falta de humedad en particular durante la formación de la pella. No obstante, se ha señalado que puede tolerar una temperatura mínima de 10 °C y una máxima de 27 °C (Barahona 2000, como se citó en Salcedo

2014).

La coliflor es una hortaliza que se adapta bien a climas frescos o templados y a ambientes húmedos, y puede cultivarse en distintos tipos de suelo. Sin embargo, la mejor calidad se obtiene en suelos relativamente pesados, con una elevada capacidad para retener humedad. En cuanto a su tolerancia térmica, se ha reportado una temperatura máxima de 30 °C y una mínima de 4 °C (Salcedo, 2014).

Para desarrollarse adecuadamente, la coliflor requiere un suministro abundante de agua, ya que es muy sensible a las sequías prolongadas, las cuales afectan de forma negativa la calidad del producto. Por ello, resulta indispensable mantener un control adecuado del riego a lo largo de todo el ciclo del cultivo (Suquilanda, 2005, como se citó en Salcedo, 2014).

Luz; El cultivo de coliflor requiere en promedio entre 4 y 8 horas de radiación solar diaria en condiciones de cielo despejado. Una luminosidad deficiente durante la fase de formación de las pellas influye de manera desfavorable en su calidad. Por el contrario, un exceso de luz cuando las pellas ya se encuentran formadas e inician su crecimiento favorece una buena coloración; sin embargo, en esta etapa se tornan más susceptibles a depreciarse. En este contexto se recomienda que en aquellas variedades que no arropan adecuadamente la pella se proteja de la radiación solar directa cubriéndola con las hojas de la planta práctica considerada útil, aunque con un costo elevado (Gómez 1986 según Salcedo, 2014).

Suelo; El cultivo es bastante sensible a la acidez del suelo. El pH influye

de una forma muy acusada en el rendimiento de las plantas. Así las mejores producciones se consiguen en suelos con pH cercano al 65. Tiene también buenas posibilidades en suelos con pH que llegue hasta 75.

En relación con las características físicas del suelo la coliflor se desarrolla muy bien en terrenos cuya composición tiene del 30 al 50 % de arena con un contenido en limo que oscila del 25 al 60%. Los terrenos con alto contenido en limo son más adecuados para las variedades tempranas pues aumentan sensiblemente su precocidad. Por último y a pesar de que las tierras con fuerte contenido en arcilla son las mejor dotadas en elementos fertilizantes especialmente potasa de la que es muy ávida la coliflor las tierras más idóneas para este cultivo son las que tienen de un 10 a un 25 por 100 de arcilla (Cotrina1981).

5.1.9 Caracteres fisiológicos

La constitución de la pella tiene una estrecha relación con el propio desarrollo de la planta. Las **principales etapas de la evolución** de la planta de coliflor son: juvenil inducción floral formación de la pella y crecimiento de la pella. Fase juvenil Comienza con la siembra y tiene una duración de cuatro a ocho semanas. Coincide por lo general con el periodo de semillero (Cotrina, 1981).

Fase de inducción floral En esta fase la planta deja de desarrollar las hojas y comienza la formación de las pellas coincidiendo con la acción progresiva de temperaturas relativamente bajas. En ello influye tanto la disminución de las temperaturas como la duración de las mismas. La inducción comienza cuando las temperaturas oscilan entre los 10 y los

12° C pues por encima de los 15° C las plantas continúan produciendo hojas de forma indefinida. Si a continuación de unos días con temperaturas entre 10 y 12° C en los que se ha iniciado la inducción floral sobrevienen otros con temperaturas superiores a los 15° C se siguen formando hojas y las pellas iniciadas adoptan formas deficientes.

La duración adecuada para la perfecta formación de las pellas oscila entre la dos y las cuatro semanas siendo pre ciso más tiempo para las variedades tardías y para las plantas trasplantadas más jóvenes. Las temperaturas elevadas durante el día pueden anular los efectos inductores de las temperaturas bajas nocturnas. La fase de inducción floral va acompañada de una modificación morfológica de la yema terminal que alcanza una anchura doble de la que tenía en la fase anterior (Cotrina, 1981).

Fase de formación de la pella

Este período dura solamente de diez a quince días. En ellos se lleva a cabo una profunda modificación morfológica de la yema terminal dejando de producir hojas y comenzando a formar una pella embrionaria. Las temperaturas muy elevadas al comienzo de este período pueden provocar una anulación al menos parcial de la inducción floral deteniendo el desarrollo de la pella y dando lugar a brácteas en detrimento de la parte comercializable (Cotrina, 1981).

Fase de crecimiento de la pella

Es un período muy largo que abarca varias semanas. Durante el mismo continúan desarrollándose las hojas hasta alcanzar su tamaño definitivo.

Comienza en este momento a crecer lentamente la pella aumentando posteriormente su velocidad de crecimiento hasta alcanzar el máximo en el momento de la madurez. Finaliza aquí el crecimiento útil de la planta en cuanto a su consumo, aunque botánicamente falten las fases de floración fecundación y maduración para cerrar el ciclo vegetativo (Cotrina, 1981).

Nutrición Requerimientos nutricionales:

Es una planta muy ávida de potasa calculándose sus extracciones en unos 100 a 125 kg/ha. Esta aportación es difícil de alcanzar si el índice de materia orgánica en el suelo es inferior al 1 por 100. En consecuencia, es conveniente sobre todo en los suelos pobres la adición de materia orgánica al cultivo anterior en cantidad suficiente para conseguir superar el 1 por 100 señalado.

Las extracciones en fósforo son bajas. Oscilan alrededor de los 70 kg/ha por lo que no debe preocupar grandemente el abonado con este elemento. Las necesidades de nitrógeno están muy influidas por el medio ambiente la temperatura del aire y del suelo el drenaje etc. Por ello se hace difícil dar unas cifras medias de extracción de este elemento (Cotrina, 1981).

Las necesidades de calcio y magnesio se encuentran alrededor de 250 kg/ha de Ca0 y 50 kg/ha de MgO cantidades que prácticamente en todos los casos proporcionan el propio suelo y las cantidades de estos elementos aportadas por los abonos normales. Otro tanto ocurre con las necesidades de azufre cifradas aproximadamente en 30 kg/ha. Es necesario aportar ligeras cantidades de boro cuando el pH es básico. Una

adición de 25 kg/ha de borato amónico o sódico suele resolver satisfactoriamente el problema (Cotrina, 1981).

5.1.10 Fertilización

Debido a la influencia del tipo de suelo las condiciones climáticas y otras prácticas culturales la respuesta de los cultivos a los fertilizantes no siempre se puede predecir con precisión. Los resultados de los análisis de suelo la experiencia de campo y el conocimiento de las necesidades específicas de cada cultivo ayudan a determinar los nutrientes necesarios y la dosis de aplicación. La fertilización de la coliflor debe garantizar niveles adecuados de todos los nutrientes. Una fertilización óptima busca producir la mejor calidad y rendimientos manteniendo la máxima rentabilidad.

Las plantas de Coliflor requieren los siguientes nutrientes a suministrar a través de las siguientes acciones de fertilización: Al fertilizar las hortalizas del huerto nos centramos en usar productos naturales generalmente sustancias vivas (o que han pasado por un organismo vivo) y se han descompuesto en materia rica en nutrientes. Intentamos evitar cualquier fertilizante sintético. Antes de sembrar semillas o trasplantar plántulas a su huerta podemos agregar una capa de compost de 25 a 5 cm a la superficie de la tierra lo que sería un excelente aporte nutricional a las plantas jóvenes al momento de la siembra. Un suelo húmedo también es fundamental para la germinación de las semillas de coliflor y el compost ayuda a retener la humedad.

La fertilización mineral en coliflor debe proporcionar nitrógeno (N) fósforo (P) potasio (K) y micronutrientes como calcio (Ca) azufre (S)

boro (B) y molibdeno (Mo) especialmente durante las etapas de crecimiento de la pella (al formarse la inflorescencia). Se recomiendan fertilizantes balanceados como 10-10-10 o formulaciones con alto contenido de potasio para la calidad de la cabeza y aplicaciones de nitrato de calcio y abonos con B y Mo para asegurar una buena producción y calidad.

Se pueden usar fertilizantes líquidos con micronutrientes como el de nitrato de calcio con boro para brasicáceas y para el abono se puede utilizar humus de lombriz (Oregón State University, 2010).

5.1.11 Tipos de fertilización

La fertilización del cultivo puede dividirse en tres etapas principales. **Antes del trasplante**, se recomienda aplicar una fertilización de base que incluya fósforo, potasio, azufre, magnesio, boro y molibdeno; el boro puede incorporarse como bórax al momento de la siembra.

Después del trasplante se realizan las fertilizaciones de cobertura. La primera, a los 15 días, suele hacerse con una fórmula N-P-K de 12-00-12, que puede complementarse con nitrato de calcio. La **segunda** se aplica unos 20 días después de la primera, utilizando una fórmula con mayor proporción de potasio y calcio. Por último, cuando comienza a formarse la pella, es importante aportar potasio, ya que este nutriente contribuye a mejorar su calidad (Cultivar, 2015).

Recomendaciones generales

En cuanto a la fertilización mineral, se aconseja utilizar fertilizantes balanceados, como una fórmula N-P-K 10-10-10, o productos

específicos para hortalizas, siguiendo siempre las indicaciones del fabricante. El calcio y el azufre deben estar presentes para prevenir carencias que puedan reducir la calidad del producto, mientras que el nitrógeno resulta esencial para el desarrollo y el rendimiento del cultivo. La coliflor es particularmente propensa a sufrir deficiencias de calcio y boro, por lo que se recomienda emplear fertilizantes que los aporten, como el nitrato de calcio enriquecido con boro. Si se detectan deficiencias de boro o molibdeno, se pueden realizar aplicaciones foliares de molibdato de sodio (GrowPlant.org, 2024).

En el ámbito orgánico, incorporar compost o estiércol bien descompuesto al suelo antes de la siembra o al momento del trasplante es una excelente opción, ya que no solo aporta nutrientes, sino que también mejora la estructura del suelo. El humus de lombriz puede aplicarse al pie de las plantas, mezclándose suavemente con el sustrato y regando posteriormente para facilitar su incorporación. Por último, el azufre y el magnesio son otros nutrientes importantes que conviene incluir, especialmente durante la etapa de formación de la inflorescencia (GrowPlant.org, 2024).

Momento de aplicación

- **Al inicio del ciclo:** Utilizar compost o estiércol para enmendar el suelo.
- **Durante la formación de la inflorescencia:** Se incrementa la dosis de fertilizantes añadiendo calcio y potasio para asegurar un cogollo grande y de buena calidad.

5.1.12 Variedades comerciales principales características

En Ecuador se cultivan variedades de coliflor adaptadas a las condiciones locales como la coliflor **Naty** y **Gaby** de Sakata que ofrecen buena resistencia y calidad de cabeza blanca. También se encuentran disponibles cultivares con colores como la **Verde Trevi**. Estas variedades se agrupan según su época de cosecha y se adaptan a diferentes condiciones climáticas para asegurar una producción constante.

Variedades blancas:

- **Naty:** Híbrido de Sakata con alta tolerancia al frío y resistencia a enfermedades bacterianas y al tallo hueco (deficiencia de boro). Produce floretes blancos cortos y uniformes con hojas internas que protegen la cabeza.

- **Gaby:** es otra variedad de Sakata destacada por su sanidad y buena calidad del follaje así como por la excelente envoltura y color blanco de la cabeza.

Variedades de color:

Verde Trevi: Es una variedad de coliflor verde que ha mostrado buen peso de pella y un rendimiento destacado en algunos ensayos locales (Plantura.garden 2019).

5.2 El cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea L. var. Italica*)



Figura 23.Cultivo de brócoli.

5.2.1 Características

La característica principal del brócoli ecuatoriano (Foto 23) está en su color verde intenso obtenida por la luminosidad de la zona ecuatorial. Además, en las alturas las pellas se desarrollan más compactas lo que proporciona uniformidad y mejores cortes que son muy apreciados en el mercado mundial. La altura de las zonas de producción ecuatorianos (2600 y 3200 m.s.n.m.) también brindan un ambiente natural de prevención de ciertas plagas y enfermedades a diferencia de otros países productores donde se tiene que aplicar mayor cantidad de fungicidas. La sierra ecuatoriana es la región productiva por excelencia (Ayme 2016).

El brócoli proviene de las coles y coliflores con origen en la región del Mediterráneo y Asia Menor donde los primeros cultivos se desarrollaron en países como Italia Libia y Siria. Esta hortaliza se caracteriza por adaptarse a climas templados y presentar una preferencia por suelos ricos en materia orgánica. Además, el brócoli destaca por su aporte nutricional ya que contiene cantidades importantes de minerales

proteínas y vitaminas (Maldonado *et al.* 2017 según Arellano 2020).

5.2.2 Origen y evolución

El brócoli es originario de las costas del Mediterráneo Oriental y Oriente Próximo donde actualmente se encuentran Grecia Turquía o Siria. Su nombre proviene del término italiano "broco" que quiere decir brote retoño. Este término hace referencia a la capacidad que tiene el brócoli de rebrotar y a los brotes laterales que se dan después del corte de la cabeza principal.

Su diseminación por el mundo se le atribuye a los comerciantes y navegantes del Mediterráneo (griegos romanos y musulmanes entre otros) llegando posteriormente a España Inglaterra y al resto de países donde hoy se cultiva esta hortaliza.

Sajones y Celtas fueron los primeros en cultivarlo en el norte de Europa. Previamente a ser cultivado y utilizado como alimento fue usado con propósitos medicinales contra la sordera la diarrea y el dolor de cabeza entre otros.

En España el cultivo del brócoli a gran escala data de principios de la década de 1970 cuando empresas exportadoras de la Comunidad Valenciana lo cultivan y exportan para el consumo en fresco. Posteriormente se extendió a otras regiones españolas como Murcia y Navarra donde se destina principalmente al procesamiento industrial sobre todo el congelado.

Su cultivo en Ecuador comenzó comercialmente en la década de 1990 con un crecimiento sostenido desde entonces hasta convertirse en un

producto de exportación clave especialmente para el brócoli congelado a países como Alemania y otros mercados de la Unión Europea su evolución en Ecuador está ligada al desarrollo de la agroindustria en la región andina aprovechando las condiciones de clima frío y húmedo que favorecen su cultivo siendo Cotopaxi Pichincha e Imbabura las principales provincias productoras. El cultivo y consumo del brócoli data de la época del Imperio Romano. El incremento significativo de su producción a nivel mundial se ha realizado recién durante los últimos años en base al conocimiento de su calidad nutritiva y organoléptica (Bayer Vegetables España 2016).

Este aumento de la preferencia por el brócoli coincide con la tendencia general observada en los principales mercados mundiales hacia el consumo de hortalizas. En la actualidad Estados Unidos es el principal productor y consumidor de brócoli con aproximadamente 50 000 ha sembradas. En América el brócoli se cultiva también en México Guatemala Chile Ecuador y Perú. En Europa principalmente en Italia España Francia Reino Unido y Holanda. Otros países productores de esta hortaliza son Sudáfrica Japón y Taiwán (Bayer Vegetables España 2016).

5.2.3 Importancia económica

El brócoli se ha considerado como una hortaliza de gran importancia económica ya que es una de las verduras que más se consume a nivel nacional y también con una gran demanda para la exportación principalmente por sus altos valores nutricionales debido a lo cual se ha visto en la necesidad de continuar en la producción y por ende

incrementar su demanda si se entrega al mercado local y nacional productos hortícolas provenientes de una agricultura sana o limpia (Ayme 2016).

5.2.4 Importancia alimenticia.

Uso y Beneficios para la salud humana

Sus aportaciones nutritivas lo hacen de una gran importancia alimenticia respaldada ya que del brócoli aprovechamos a través de sus inflorescencias que poseen un sabor característico debido a la presencia de glucosinolatos como: la gluco-rafanina precursora del sulfa-rafano y el indometil- glucosilato y su derivado la glucagrasicina. A estos compuestos se le atribuyen propiedades anticancerígenas por lo que uno de los objetivos de la Mejora Genética del brócoli consiste en conseguir el incremento de estas sustancias (Brown *et al.* 2002; Farnham *et al*. 2005 como se citó en Bayer Vegetales España 2016).

Las partes comestibles del brócoli son bajas en calorías (27-32 Cal/100 g) con un contenido apreciable en minerales y vitaminas C B1 B2 B3 y B6 y sobre todo la A. También destaca su alto contenido en ácido fólico que tiene como función la formación y maduración de los glóbulos rojos y blancos de la sangre.

En las mujeres embarazadas esta vitamina es prescrita para prevenir la espina bífida. Además está siendo utilizado para controlar la diabetes osteoporosis obesidad hipertensión y problemas del corazón. Bayer Vegetales España (2016) manifiesta el beneficio directo propiciado a nuestra salud por algunas de las propiedades que más destacan como:

- Es muy rico en Luteína algo a tener en cuenta por personas con tendencia a la degeneración macular.

- Ideal para personas que necesiten gran aporte de ácido fólico y hierro (embarazadas personas anémicas etc.).

- Actúa como fitoestrógeno a la vez que aporta Calcio (algo a tener en cuenta durante la menopausia)

- Posee vitamina K (evita las hemorragias).

- El brécol o brócoli favorece el buen estado de la piel y de las mucosas ya que contiene antioxidantes.

- El brócoli es ideal en dietas de adelgazamiento ya que nutre y no engorda al ser muy pobre en calorías.

Este cultivo contribuye a la seguridad alimentaria es un alimento nutritivo rico en vitaminas y minerales que aporta a la dieta de la población ecuatoriana (Bayer Vegetables España 2016).

5.2.5 Clasificación descripción botánica.

Caracteres morfológicos del Brócoli

La planta de brócoli es de naturaleza herbácea según Toledo (2003a) está conformada por:

Tallo: consta de un tallo principal cuyo diámetro varía entre 2 y 6 cm y 20-50 cm de longitud. Este tallo principal presenta entrenudos cortos con un hábito de desarrollo intermedio entre la forma roseta (coliflor) y

caulinar (col de Bruselas). La parte superior del tallo es limitada por el desarrollo de la inflorescencia principal. Las únicas ramificaciones presentes en el tallo son inflorescencias secundarias que se ubican en los nudos superiores.

Hojas: Esta hortaliza tiene entre 15 a 30 hojas grandes cada una de aproximadamente 50 cm de longitud y 30 cm de ancho. La lámina es lobulada y el pecíolo de mayor tamaño que en la col o coliflor. La superficie de las hojas presenta una cutícula cerosa bastante desarrollada e impermeable.

Inflorescencia: es del del tipo pella es un corimbo conformado por numerosas flores las que en estado inmaduro constituyen la parte comestible de esta hortaliza. En nuestro medio a la pella se le conoce como "cabeza" y se denomina florete al conjunto de flores individuales que se insertan mediante un pedúnculo común al tallo principal de la inflorescencia. Un corimbo está formado por varios floretes. Inicialmente compacta y firme la inflorescencia pierde consistencia debido al crecimiento y desarrollo de los pedúnculos maduración de las flores y separación de los floretes. El color de los corimbos incluye distintas tonalidades de verde dependiendo del cultivar.

Flores: son perfectas y actinomorfas. Los pétalos libres en número de cuatro son de color amarillo y están dispuestos en forma de cruz característica que tipifica a las crucíferas. Debido a problemas de autoincompatibilidad la polinización es principalmente cruzada y se realiza con la ayuda de insectos como las abejas y moscas.

Fruto: es una silicua con más de 10 semillas dehiscente (dicho de un

fruto: de pericarpio que se abre naturalmente para que salga la semilla). cuando madura. Las semillas son redondas pequeñas (2 mm de diámetro) y de color marrón oscuro a rojizo. Un gramo de semilla contiene entre 180 y 250 semillas.

Raíz: El sistema radicular de esta hortaliza es pivotante y leñoso. La raíz primaria puede profundizar hasta 08 m en el perfil del suelo y generalmente se pierde durante el proceso de extracción de plantas del almácigo.

El sistema radicular del brócoli trasplantado en campo definitivo está principalmente conformado por raíces adventicias secundarias terciarias y raicillas las que se concentran en su mayor parte en los primeros 04-06 m de profundidad.

Taxonomía

El brócoli es una dicotiledónea anual perteneciente a la familia Cruciferae identificándosele con el nombre de *Brassica oleracea* L. var. *italica Plenck*. Esta hortaliza guarda una estrecha relación genética con otras que constituyen variedades botánicas dentro de la misma especie *Brassica oleracea* L.

Entre las más conocidas en nuestro medio tenemos la col (B. oleracea L. var capitata L.) y la coliflor (B. oleracea L. var botrytis L.); además están la col de Bruselas (B. oleracea L. var gemmifera L.) y el colirábano o colinabo (B. oleracea L. var gongylodes L.). Todas estas variedades botánicas se cruzan libremente entre sí (Toledo 2003a).

Tabla 41. Clasificación taxonómica de (Brassica oleracea L. var. italica).

Categoría	Clasificación
Clase	**Angiospermae**
Subclase	**Dicotiledónea**
Orden	**Chaparrales**
Clase (taxonómica)	**Dicotiledónea**
Familia	**Brassicaceae**
Género	***Brassica***
Especie	***oleracea* L. var. *italica***
Nombre común	**Brócoli**
Nombre científico	***Brassica oleracea* L. var. *italica***

Nota. Información adaptada de (Coello 2005 como se citó en Gutiérrez 2016).

5.2.6 Exigencias ecológicas

Agua humedad: Su condición de planta mesofítica requiere disponer permanentemente de agua de buena calidad para la obtención de máximos rendimientos. La presencia de altos niveles de salinidad o de elementos tóxicos en el agua de riego afecta el potencial de rendimiento de este cultivo disminuyendo su calidad. Progresa mejor en ambientes con altos niveles de humedad relativa (Toledo 2003a).

Suelo: Requiere de suelos fértiles de textura media profundos y con buen drenaje son óptimos para su cultivo es conveniente que el suelo posea una adecuada capacidad de retención de agua y un buen nivel de materia orgánica. Otras características de importancia tales como pH neutro y la ausencia de salinidad favorecen su producción. El brócoli puede producir satisfactoriamente en condiciones de suelos de calidad

inferior cuando estos son debidamente manejados. Así en suelos arenosos es necesario aplicar materia orgánica y reforzar la fertilización química. Este cultivo es medianamente tolerante a la acidez (Toledo 2003a).

Temperatura: El brócoli es un cultivo de invierno o de estación fría. El rango óptimo de temperatura para su crecimiento y desarrollo es de 15 ºC-18 ºC. Se considera que el límite inferior de temperatura para su crecimiento está alrededor de los 5 ºC en tanto que por encima de 24 ºC la calidad del producto obtenido se ve seriamente afectada debido a la pérdida de compactación de la cabeza por el crecimiento y separación de los floretes la abertura de las flores individuales y aceleración general de los procesos de senescencia. La planta del brócoli es capaz de tolerar la incidencia de heladas ligeras. Si la helada ocurre durante cualquier estado de desarrollo de la cabeza el producto será dañado por el congelamiento y posterior pardeamiento de la inflorescencia (Toledo 2003a).

Luz: No constituye una limitación crítica para el normal desarrollo del cultivo en la mayoría de los casos. La inducción y diferenciación floral y formación de la cabeza ocurren independientemente de la duración del día o fotoperiodo; es decir se trata de una planta de fotoperiodo neutro. El exceso de luminosidad puede constituir un factor limitante para el normal crecimiento y desarrollo del cultivo por el hecho que comúnmente esta situación está relacionada con altas temperaturas (Toledo 2003a).

5.2.7 Fisiología

Caracteres fisiológicos del Brócoli

Es una planta mesofítica cuyo origen ubicado en una región sub-húmeda-temperada hace suponer que esta especie requiere de condiciones moderadas de temperatura así como de una adecuada disponibilidad de agua alta humedad relativa y luminosidad moderada del ambiente para su normal desarrollo. La mayor parte de los cultivares de brócoli utilizados en la actualidad se comportan como plantas anuales es decir no requieren ser expuestos a bajas temperaturas (vernalización) para la inducción y diferenciación floral y posterior formación de la cabeza. Este es el caso para todos los cultivares empleados en nuestro medio. Cabe mencionar que algunos cultivares tardíos de brócoli de uso comercial limitado en Europa requieren ser vernalizados o expuestos a temperaturas menores que 10 ⁞⁞C por un período determinado para la producción de la inflorescencia; estos cultivares son considerados de comportamiento bianual (Toledo 2003a).

5.2.8 Requerimientos nutricionales

Un adecuado abastecimiento de nutrientes es indispensable para lograr una buena cosecha de calidad exportable. En tal sentido la determinación de la dosis de fertilización más conveniente para el cultivo debe basarse en los resultados de un análisis de suelo. los valores de extracción total son: nitrógeno (559 kg/ha) fósforo (23 kg/ha) y potasio (723 kg/ha) por un cultivo de brócoli con un rendimiento de 32 300 kg/ha. Para esto el cultivo requiere extraer cantidades altas de nitrógeno y potasio; en tanto que la extracción de fósforo es baja.

Aproximadamente el 80 % del total de nutrientes extraídos queda en el campo en forma de rastrojo conformado por los restos de tallos hojas y raíces. Este rastrojo constituye una importante fuente de materia orgánica razón por la cual debe ser incorporado al suelo mediante la aradura (Toledo 2003a).

Fertilización. Las plantas de Brócoli requieren los siguientes nutrientes a suministrar a través de las siguientes acciones de fertilización: La literatura correspondiente a dosis de fertilización recomendadas indica valores de 100-120 kg de N/ha y 50-80 kg de P205/ha; mientras que el potasio sólo debe aplicarse en caso de necesidad comprobada. En suelos pobres se recomienda dosis referenciales de 80-120 kg de N/ha 60 kg de P205/ha y 60 kg de K20/ha. En el caso de sembrarse en suelos de fertilidad media y en rotación con otros cultivos intensamente fertilizados basta con aplicar 80-120 kg de N/ha.

Se recomienda aplicar todo el fósforo y potasio y un tercio del nitrógeno antes del trasplante o inmediatamente después de éste. La mezcla de fertilizante se debe enterrar a unos 10 cm hacia un lado de la planta y a 10 cm de profundidad cuando la aplicación se realiza luego del trasplante. Si la aplicación se hace previa al trasplante se puede incorporar la dosis inicial de fertilizante durante la preparación del suelo o localizarlo en banda unos 10 cm al lado de la línea de siembra y a 10 cm de profundidad. El resto de nitrógeno se aplica en coordinación con las labores de cultivo y cambio de surco colocando el fertilizante al fondo del surco inmediatamente antes de la labor de cultivo que realiza el tractor con puntas o flechas terminando de enterrar el fertilizante con la tierra que agrega sobre esa zona el cajón surcador al momento de alejar

el surco de riego de su posición original (Toledo 2003a).

5.2.9 Variedades comerciales principales características

En el desarrollo de nuevos cultivares está orientada principalmente a la producción de híbridos los que en relación a los cultivares de polinización abierta presentan las siguientes ventajas comparativas: mayor rendimiento mayor precocidad mejor calidad de producto cabezas más grandes y plantas pequeñas para siembras de alta densidad Algunas limitaciones respecto al uso de los híbridos son el alto costo de la semilla de éstos; así como la necesidad de contar con un mayor nivel tecnológico de manejo del cultivo y gasto en insumos para la producción. En el caso de huertos caseros se prefieren cultivares de polinización abierta que producen abundantes brotes laterales lo cual permite ampliar el período de cosecha con recojos escalonados. Para el mercado de consumo fresco hay que seleccionar cultivares que produzcan cabezas de buen tamaño y con buenas condiciones para el manejo y conservación postcosecha. Para la industria de congelado es importante tomar en cuenta la calidad de las flores individuales y floretes así como también el color sabor olor en relación al procesamiento al que es sometido el producto (Alvarado & Huiracocha 2014).

Las variedades de brócoli más utilizadas en Ecuador son híbridos como Avenger Legacy Maratho Coronado y Domador. Estas variedades se diferencian por su ciclo de maduración color tamaño y adaptabilidad a diferentes climas y suelos características importantes para su cultivo en las zonas andinas de la sierra ecuatoriana que son las principales

productoras. Variedades destacadas en Ecuador:

Avenger: Una de las variedades más empleadas en el país. Es un híbrido de floretes compactos muy uniformes color verde azulado de grano fino. Su cabeza única de tamaño medio/grande no presenta brotes laterales. Muy uniforme y gran rendimiento. Es el líder mundial en mercado fresco y agroindustria. Sus principales características: Peso: 08 - 11 Kg. Ciclo: 75 - 90 días Tamaño de grano: Fino a medio (Alvarado & Huiracocha 2014).

Legacy: Es un hibrido (Foto 24) ampliamente utilizada en la producción de brócoli. Legacy es un brócoli con adaptación muy amplia. En el trópico se siembra durante todo el año y también se desarrolla de manera óptima en climas fríos y moderados. Posee muy buena calidad de su cabeza. Ventajas: Muy buen desarrollo durante año y bajo diversas condiciones climáticas Muy buena comercialización y Altos rendimientos. Consejos agronómicos: Limitar su desarrollo en zonas de climas fríos y moderados con el fin de evitar problemas de cabezas pequeñas.



Figura 24.Variedad Legacy.

Fuente: https://www.vegetables.bayer.com/cl/es-cl/productos/brocoli/details.html/broccoli_legacy_colombia_seminis_fresh_market_open_field_fresh_market_all.html

Marathon: Otra de las variedades comunes en el cultivo ecuatoriano (Foto 25). Cabeza grande de color verde intenso; poca separación entre floretes; planta tardía (65-75 días de trasplante a cosecha) y de buen vigor; poca producción de brotes laterales.



Figura 25. Variedad Marathon.

Fuente: https://babyplantspain.com/broculi/broculi/marathon-f1

Coronado: Variedad que se cultiva y comercializa en Ecuador. Brócoli muy vigoroso y uniforme a cosecha. Cabeza muy firme con buena estructura de flores. Domo bien formado de flores medianas o cortos. Brócoli muy vigoroso y uniforme a cosecha Grano mediano de color verde azul Alto potencial de rendimiento 20 a 25 toneladas por hectárea Ciclo de 80 a 85 días. Distancia del trasplante: 0.45 x 0.45 metros. (49382plantas por hectárea).

Ventajas: Ideal para el proceso de congelado y mercado fresco. Buena capacidad de campo. Alto potencial de rendimiento y la cosecha se puede hacer en forma escalonada.

Domador: Otra variedad híbrida empleada en la producción nacional. es una variedad de brócoli híbrido que se cultiva en Ecuador adaptándose a las condiciones de la sierra. Este híbrido se caracteriza por ser de maduración intermedia tener alto potencial de rendimiento y ser resistente a las variaciones de temperatura con grano fino en invierno y habilidad para superar la transición del frío al calor. Es apto para climas moderadamente fríos y zonas montañosas húmedas principalmente en la sierra ecuatoriana entre los 1.700 y 2.750 m.s.n.m. Producción tiene un alto potencial de rendimiento y produce cabezas verdes consistentes siendo ideal para la agroindustria y el consumo en fresco. Es un híbrido que maneja bien los cambios de temperatura ofreciendo grano fino en la temporada invernal y buena adaptación cuando el frío cede y la temperatura aumenta.

Shogun: Es una variedad híbrida de brócoli (Foto 26) reconocida por su calidad superior especialmente para la siembra en los meses más fríos. Se destaca por producirse en forma de cabezas compactas y en forma de cúpula de color verde oscuro, las que son firmes y se conservan bien en el huerto. Una característica ventajosa del Shogun es su capacidad para seguir produciendo brotes laterales en los tallos incluso después de que se ha cosechado la cabeza central. Entre sus características principales, se puede decir que es una variedad híbrida, pues es una elección de alta calidad, considerada como una de las mejores para la temporada de invierno o los meses fríos. Tras la cosecha de la cabeza central el brócoli Shogun continúa produciendo nuevos brotes en los tallos lo que aumenta el rendimiento. Produce cabezas firmes compactas con forma de cúpula y de un color verde oscuro tiene buena resistencia a enfermedades lo que la hace una buena opción para los jardineros. Uso y cultivo Ideal para

los meses más frescos se planta a finales del verano o principios del otoño para una cosecha en temporada y su almacenamiento por hasta 8 semanas si se mantiene a 0°C y 100% de humedad relativa (Alvarado & Huiracocha 2014).



Figura 26.Variedad Shogun.

Fuente: https://www.indiamart.com/proddetail/broccoli-shogun-2284380555.html?srsltid=AfmBOoq0806XjlcNkXRTl6WBPdZZI-dEAprCh4OACLgvMqMGM-Ejdd_Z

CAPITULO VI

6 HORTALIZAS DE FRUTOS



Figura 27.Hortalizas de fruto.

Las hortalizas de fruto (Foto 27) son plantas herbáceas cultivadas por su parte comestible que botánicamente es el fruto (la parte que contiene las semillas después de la flor) como tomates pimientos o calabacines a diferencia de las hortalizas de hoja (lechuga) o raíz (zanahoria); son fundamentales en la nutrición por vitaminas minerales y fibra regulando el tránsito intestinal y mejorando la salud y su cultivo moderno se centra en la genética para obtener variedades productivas y de calidad. Entre los cultivos a abordar tenemos: tomate pimiento pepino melón sandía berenjena y zapallo o calabaza. Los hortícolas de fruto son plantas herbáceas que pueden alcanzar diferente formas y tamaños en función del cultivo al igual que ocurre con las dimensiones de sus hojas flores y frutos. Las hortalizas de fruto pasan por una etapa de siembra o trasplante enraizamiento desarrollo vegetativo floración cuajado fructificación y desarrollo y maduración del fruto. La época del año de cada una de las etapas varía en función del cultivo. Las hortalizas son grandes consumidoras de fertilizante por lo que si no se aplican

suficientemente el rendimiento podría no ser el esperado (HEROGRA ESPECIALES s. f.).

¿Qué son las hortalizas de fruto?

El término hortaliza resulta de gran utilidad en el ámbito de la nutrición y en la terminología doméstica. No obstante, bajo esta denominación se agrupan alimentos de diversa naturaleza botánica ya que se consideran hortalizas tanto frutos como el tomate y la calabaza hojas como la acelga raíces como la zanahoria, así como tallos como el apio y flores como la coliflor (FAO 2018 según Sembrar100 s. f.).

Tipos de hortalizas de fruto

Se clasifican en frutos de las solanáceas los cuales tienen forma de baya con piel y carnosidad; y en cucurbitáceas que son aquellas que suelen tener consistencias de piel gruesa y contienen gran cantidad de agua. En tal sentido las hortalizas de fruto se tipifican en las siguientes:

- Tomate es de tipo arbustiva se cultiva anualmente.
- Pimiento es de tipo herbácea se cultiva anualmente.
- Berenjena es de tipo perenne se cultiva anualmente.
- Calabaza o zapallo posee un alto contenido en fibra y es muy diurética.
- Calabacín es alargada su tamaño ideal es de 14 a 20 centímetros.
- Pepino es una planta herbácea de forma alargada y redondeada en

la punta.

En resumen, las hortalizas de fruto son una categoría nutritiva y diversa de cultivos que forman la base de una dieta saludable con un gran impacto tanto en la nutrición humana como en la economía agrícola (Sembrar100 s. f.).

6.1 Cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum L.*)



Figura 28.Cultivo de tomate.

6.1.1 Características

El tomate (*Solanum lycopersicum*) (Foto 28) pertenece al género Solanum y a la familia Solanaceae y es una hortaliza de fruto ampliamente cultivada y consumida a nivel mundial. Su versatilidad gastronómica es notable ya que forma parte de la alimentación de numerosas culturas donde se emplea en diversas preparaciones como acompañamiento ingrediente principal o base para salsas y otros platillos.

Hoy día el tomate está extendido por todos los continentes presente en la gastronomía local de múltiples países y sus variedades han pasado a formar un extenso abanico de sabores colores y presentaciones. El

cultivo de tomate de alto rendimiento tiene una inmensa importancia económica para los agricultores de todo el mundo aunque no es tarea fácil. Los problemas de plagas y enfermedades así como las condiciones específicas necesarias para el cultivo pueden reducir considerablemente el rendimiento del tomate y aumentar el coste de producción por hectárea. El tomate son un cultivo delicado y la cosecha depende de los cuidados del agricultor durante toda la temporada de crecimiento. Asegurarse de que las plantas dispongan de agua suficiente enriquecer el suelo y combatir las plagas y enfermedades del cultivo de tomate son pasos cruciales para el éxito (EOS 2025a).

6.1.2 Origen y evolución

El tomate es una hortaliza originaria de América del Sur específicamente de la región andina que comprende países como Chile Ecuador Bolivia Perú y Colombia donde se concentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. No obstante, el proceso de domesticación del cultivo se inició en el sur de México y el norte de Guatemala desde donde fue introducido a Europa durante los siglos XVI y comienzos del XVII. En sus primeras etapas en Europa el tomate fue cultivado en jardines de países como Italia Inglaterra España y Francia siendo utilizado inicialmente como planta ornamental debido al color y la forma de sus frutos. Posteriormente hacia finales del siglo XVIII comenzó a producirse como cultivo destinado al consumo humano (Zeidan 2005 según Jaramillo *et al.* 2006).

Las formas silvestres conocidas como tomate cereza (Lycopersicon esculentum var. cerasiforme) originarias del Perú se desplazaron a

través de Ecuador Colombia Panamá y América Central hasta llegar a México donde fueron domesticadas por el ser humano. En la lengua náhuatl este cultivo era denominado tomatl término del cual deriva el nombre actual del tomate. Antes de su introducción en Europa y Asia alrededor del año 1550 el tomate ya había alcanzado un avanzado estado de evolución en México y Perú (CATIE 1990 según Jaramillo *et al.* 2006).

Los registros históricos de herbarios europeos evidencian descripciones y representaciones gráficas del tomate únicamente a partir de la segunda mitad del siglo XVI. Asimismo se ha documentado que los primeros tipos cultivados en Europa presentaban frutos blandos y una amplia diversidad de formas y colores características que fueron el resultado de procesos de selección realizados por agricultores primitivos de México (Flores 1986 según Jaramillo *et al.* 2006).

En la actualidad el tomate desempeña un papel fundamental en la economía agrícola mundial siendo la hortaliza más cultivada a nivel global y un alimento esencial en la dieta de numerosas regiones. Los principales países productores incluyen a China Estados Unidos Turquía Egipto Italia India Irán España Brasil y México los cuales aportan aproximadamente el 70 % de la producción mundial. En Colombia el cultivo se encuentra distribuido en 18 departamentos; sin embargo cerca del 80 % de la producción se concentra en Cundinamarca Norte de Santander Valle del Cauca Caldas Huila Risaralda y Antioquia (Jaramillo *et al.* 2006).

6.1.3 Importancia alimenticia

El tomate es un alimento con un aporte energético bajo debido a que la mayor parte de su masa está compuesta por agua por lo que un fruto maduro de tamaño mediano aporta solo unas pocas calorías. Su perfil nutricional se caracteriza por una predominancia de carbohidratos de absorción rápida principalmente azúcares simples y también proporciona una cantidad moderada de fibra y proteínas. Entre los micronutrientes destacan compuestos con función antioxidante como el licopeno cuyo papel biológico está siendo objeto de estudio por su potencial relación con la prevención de ciertos tipos de cáncer. Además el tomate aporta minerales como potasio y fósforo así como diversas vitaminas entre ellas la vitamina C y compuestos con actividad provitamínica A además de vitaminas del complejo B y vitamina E en menor proporción (Gonzalo 2021 según Salud MAPFRE s. f.).

Su valor nutricional así lo acredita Lomas (s. f.). Valor nutricional: Calorías 22 Proteínas 1g Grasas totales 011 Hidratos de carbono 35 Fibra (g) 14 Agua (g) 94 Calcio (mg) 11 Hierro (mg) 06 Magnesio (mg) 10 Zinc (mg) 022 Sodio (mg) 3 Potasio (mg) 290 Fosforo (mg) 27 Vitamina B6 (mg) 011 Vitamina C (mg) 26 y Vitamina E (mg) 12.

6.1.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía

Tabla 42. Clasificación taxonómica de (Solanum lycopersicum).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae (Plantas)**
División	**Magnoliophyta (Plantas con flor)**

Clase	**Magnoliopsida (Dicotiledóneas)**
Familia	**Solanaceae (Solanáceas)**
Género	**Solanum**
Especie	**S. lycopersicum (anteriormente *Lycopersicon esculentum*)**

Nota. Información adaptada de (Semillaria 2015 según López 2016).

Sistema radical

El sistema radicular del tomate cumple funciones esenciales para el desarrollo de la planta ya que permite su anclaje al suelo o al sustrato además de absorber y conducir agua y nutrientes hacia la parte aérea. Este sistema está conformado por una raíz principal acompañada de raíces secundarias y adventicias las cuales se caracterizan por ser abundantes y vigorosas sin sobrepasar generalmente los 30 cm de profundidad (Monardes 2009; INTA 2014 según López 2016).

Desde el punto de vista anatómico la raíz presenta tres estructuras principales: epidermis córtex y cilindro vascular. La epidermis posee pelos absorbentes encargados de la absorción de agua y nutrientes mientras que el córtex y el cilindro vascular participan en el transporte de estas sustancias hacia el resto de la planta (Infoagro Systems S.L. 2016 según López 2016).

Tallo

El tallo del tomate presenta un eje principal con un grosor aproximado de 2 a 4 cm en la base a partir del cual se desarrollan las hojas los tallos secundarios con ramificación de tipo simpodial y las inflorescencias.

Desde el punto de vista anatómico su estructura está conformada de manera externa a interna por una epidermis provista de pelos glandulares una corteza cuyos tejidos externos realizan fotosíntesis y los internos son de tipo colenquimático seguida por un cilindro vascular y un tejido medular. En la zona distal del tallo se localiza el meristemo apical responsable de la formación de nuevos primordios foliares y florales (InfoAgro s. f.-c).

Hojas

Las hojas del tomate son de tipo compuestas y pinnadas conformadas generalmente por siete a nueve foliolos peciolados con dimensiones aproximadas entre 4 y 60 mm de largo y 3 a 40 mm de ancho. Estos foliolos presentan lóbulos y bordes dentados con disposición alterna u opuesta y suelen mostrar una coloración verde con presencia de pubescencia glandular en el haz y tonalidad cenicienta en el envés. Asimismo, las hojas se encuentran cubiertas por pelos glandulares y se disponen de manera alternada a lo largo del tallo (Monardes 2009 según López 2016).

La orientación de las hojas en el tallo puede variar presentándose en posición semierecta horizontal o inclinada. En cuanto a su morfología se reconocen distintos tipos de hojas entre los que se incluyen las formas enanas hoja de papa estándar *peruvianum pimpinellifolium e hirsutum* (IPGRI 1996 según López 2016).

Flores

Las flores del tomate son de simetría regular de tipo hipógino y están

constituidas por cinco o más sépalos y un número equivalente de pétalos de color amarillo los cuales se disponen de forma helicoidal con intervalos aproximados de 135°. Presentan un número similar de estambres soldados entre sí que se alternan con los pétalos y conforman un cono estaminal que rodea al gineceo. El ovario puede presentar dos o múltiples lóculos. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso (dicasio) generalmente conformadas por entre 3 y 10 flores en variedades comerciales de calibres M y G (InfoAgro s. f.-c).

Con frecuencia el eje principal de la inflorescencia se ramifica por debajo de la primera flor formada originando inflorescencias compuestas en las cuales se han registrado casos con más de 300 flores. La flor inicial se desarrolla a partir de la yema apical mientras que las flores restantes se disponen lateralmente por debajo de este alrededor del eje principal. Cada flor se une al eje floral mediante un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión reconocible por un engrosamiento con un surco originado por la disminución del espesor del córtex. Las inflorescencias se forman en las axilas de las hojas apareciendo generalmente cada dos o tres hojas (InfoAgro s. f.-c).

Frutos

El fruto del tomate corresponde a una baya de tipo bilocular o plurilocular con forma subesférica globosa o alargada cuyo peso puede variar desde unos pocos miligramos hasta aproximadamente 600 g dependiendo del cultivar. Estructuralmente el fruto está conformado por el pericarpio el tejido placentario y las semillas. Durante el estado inmaduro presenta coloración verde y al alcanzar la madurez fisiológica

adquiere tonalidad roja; no obstante existen cultivares que desarrollan frutos de color amarillo rosado morado naranja o verde entre otros (EDIFORM 2006 según López 2016).

Las semillas del tomate se encuentran inmersas en una abundante masa mucilaginosa y presentan un tamaño promedio de 5 × 4 × 2 mm. Son de forma ovoide comprimidas con superficie lisa o densamente vellosa y de coloración parduzca. Cada semilla está constituida por el embrión el endospermo y la cubierta seminal (Díaz & Hernández 2003 según López 2016).

Semillas

La semilla del tomate es de tamaño reducido con un diámetro aproximado entre 3 y 5 mm y puede presentar diversas formas tales como globular ovalada aplanada casi redonda ligeramente alargada arriñonada o triangular con base puntiaguda. Está constituida por el embrión el endospermo y la testa o cubierta seminal la cual se encuentra recubierta por pelos. El embrión está conformado por la yema apical dos cotiledones el hipocótilo y la radícula. Durante las etapas finales de desarrollo las semillas permanecen inmersas en una sustancia gelatinosa dentro del lóculo del fruto (Jaramillo & Lobo 1984; Flores 1986; Zeidan 2005 según Jaramillo *et al.* 2006). En un solo fruto pueden encontrarse entre 100 y 300 semillas dependiendo del tamaño del mismo y un gramo de semillas contiene aproximadamente de 300 a 400 unidades. Asimismo la semilla de tomate puede presentar latencia fisiológica la cual puede superarse mediante la exposición a la luz la aplicación de tratamientos alternados de temperaturas bajas y altas o el remojo en

soluciones de nitrato de potasio (KNO_3) (Jaramillo & Lobo 1984 según Jaramillo *et al.* 2006).

6.1.5 Exigencias ecológicas

Temperatura

El tomate es una planta cuyo rango de temperatura está entre 22 ±7 °C según Guenkov (1969) el crecimiento vegetativo es muy lento con temperaturas por debajo de 10 °C así como la floración se detiene con temperaturas menores de 13 °C. Las altas temperaturas afectan la floración; las flores son pequeñas o caen sin ser polinizadas debido a la falta de hidratos de carbono que se consumen por las partes vegetativas de la planta. La temperatura óptima para el proceso de la floración se encuentra entre 15 y 18 °C. Las altas temperaturas nocturnas aceleran el proceso de traslocación de los azúcares y si durante el día las temperaturas están por encima de 35 °C se afectan los procesos siguientes:

- La fotosíntesis se detiene Las anteras se desarrollan lentamente. El estilo crece a un ritmo mayor que las anteras (heterostilia) por lo que afecta el proceso de autofecundación.

- La fructificación se afecta y en los frutos que logran formarse se altera la coloración to-mando tonalidades rojo claro o simplemente amarillos por la no formación del licopeno que comienza a destruirse a partir de los 30 °C de temperatura. Los frutos presentan manchas por quemaduras solares así como deformaciones.

Varios investigadores le dan una gran importancia al comportamiento de las temperaturas nocturnas. Guenkov (1969) señala que con altas temperaturas nocturnas (22-30 °C) los tomates forman menos flores que a temperaturas de 8-16 °C.

Temperatura del suelo

La temperatura del suelo influye de manera significativa en la anatomía de las hojas y raíces del tomate así como en procesos fisiológicos fundamentales como la fotosíntesis la respiración la absorción y el movimiento del agua la transpiración y la absorción de iones. Cuando la temperatura del suelo restringe el desarrollo del sistema radicular se generan efectos negativos sobre el crecimiento general de la planta reflejándose en variables agronómicas relevantes como el área foliar el número de hojas la altura de la planta y la producción de biomasa (Bar-Tal *et al.* 1995 según Colina s. f.).

Asimismo, se ha reportado que al incrementarse la temperatura del suelo hasta 35 °C el área foliar puede disminuir entre un 20 y 40 % mientras que una reducción de la temperatura de 30 °C a 15 °C provoca una disminución de entre 50 y 70 % en la actividad fotosintética. La fotosíntesis alcanza sus valores óptimos en rangos de 25 a 30 °C y disminuye por debajo de 15 °C y por encima de 35 °C. De manera similar el mayor contenido de materia seca en la planta se presenta entre 25 y 30 °C reduciéndose entre un 60 y 70 % a 15 °C y entre un 22 y 38 % a 35 °C efectos que se explican por la influencia de la temperatura sobre la circulación de los productos fotosintéticos principalmente los hidratos

de carbono (Chemonics International Inc. 2008 según Colina s. f.).

Luz

Niveles bajos de luminosidad pueden afectar negativamente procesos fisiológicos clave del cultivo de tomate como la floración la fecundación y el desarrollo vegetativo de la planta. Durante las etapas críticas del período vegetativo resulta fundamental la interacción entre la temperatura diurna y nocturna y la intensidad lumínica. Una elevada intensidad de luz constituye un factor determinante para que el cultivo alcance un desarrollo adecuado ya que favorece la eficiencia fotosintética y estimula el crecimiento vegetativo (Pickolo 1994 según Colina s. f.).

Asimismo una adecuada disponibilidad de luz contribuye a incrementar la precocidad del cultivo mejorar la calidad de la fructificación y aumentar el rendimiento. Para lograr estos efectos se requieren rangos promedio de 11 a 12 horas de luz diaria condición que optimiza el desempeño fisiológico del tomate (Sawhney 1983; Marrero 1986; Gent 1990 como se citó en Colina s. f.).

Humedad del suelo

La exigencia en cuanto a la humedad del suelo está determinada por las características del sistema radical y de las hojas; esta se considera como media. La deficiencia de humedad altera el metabolismo general de la planta; así se comprobó en estudios realizados a nivel celular en el que se encontró que los cloroplastos son los orgánulos más sensibles a la falta de agua. Cuando en la planta hay falta de agua se reduce el tamaño

de los gránulos de almidón se activan ciertas enzimas degradativas que actúan durante la deshidratación de los tejidos además las enzimas hidrolíticas y algunas oxidasas incrementan su actividad (Colina s. f.).

La carencia de humedad produce también el fenómeno de absorción de agua de los frutos por las diferentes partes del vegetal. Las fluctuaciones de humedad en el suelo producen el agrietamiento de los frutos. Es de considerar la existencia de tres períodos críticos de exigencia de humedad por parte de las plantas de tomate del tipo determinante:

1. después del trasplante: poco consumo de agua
2. floración e inicio de fructificación: gran demanda de agua
3. maduración del fruto: poco consumo de agua (Colina s. f.).

Esto permite tener un criterio más definido de cuándo resulta más necesario suministrarle agua a la planta y cuándo no pero además posibilita un ahorro efectivo del agua disponible sin que esto afecte los rendimientos ni la calidad de la cosecha.

El exceso de humedad en el suelo impide la adecuada circulación del aire por los poros de este lo que trae como consecuencia la asfixia de las raíces con el consiguiente estado de amarillamiento del follaje y si esta situación se mantiene por cierto tiempo se afecta la floración la fructificación y finalmente los rendimientos (Colina s. f.).

Humedad del aire

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo se sitúa entre 60 % y 80 % ya que valores superiores favorecen el desarrollo de

enfermedades aéreas el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación floral debido a que el polen tiende a compactarse provocando el aborto parcial de flores. El rajado del fruto también puede originarse por un exceso de humedad edáfica o por riegos abundantes posteriores a un período de estrés hídrico. Por el contrario humedades relativas bajas dificultan la fijación del polen al estigma floral afectando el cuajado. Asimismo una baja disponibilidad de agua en el suelo reduce el área foliar incrementa el contenido de materia seca en hojas y tallos acelera la senescencia de las anteras y disminuye el crecimiento vegetativo; sin embargo puede favorecer el desarrollo de órganos reproductivos bajo determinadas condiciones (Bonner y Dickinson 1990; Coolber y McGill 1990 como se citó en Colina s. f.).

6.1.6 Fisiología

Fases principales y duración aproximada

1. Germinación (0-7 días): Emergencia de la plántula tras la siembra requiere humedad y temperaturas cálidas (20-25°C).

2. Plántula/Establecimiento (7-28 días): Desarrollo radicular y de hojas con riego regular y nutrición nitrogenada.

3. Crecimiento Vegetativo (28-45 días): Crecimiento rápido de biomasa (tallos hojas) hasta 1 metro de altura desarrollo de los primeros racimos florales.

4. Floración (30-60 días): Aparición de flores y cuajado de frutos (polinización) demanda fósforo y calcio.

5. Fructificación (45-90+ días): Crecimiento del fruto acumulación de materia seca demanda de potasio.

6. Maduración y Cosecha (80-120+ días): Cambio de color a rojo/amarillo aumento de azúcares; la cosecha puede ser escalonada (Johnson 2026).

La fenología del cultivo de tomate comprende el conjunto de etapas que conforman su ciclo de vida las cuales determinan las demandas nutricionales hídricas y la susceptibilidad o resistencia de la planta frente a insectos y enfermedades. De acuerdo con Pérez et al. (s. f.) en el cultivo del tomate se distinguen tres etapas fenológicas bien definidas. La etapa inicial comienza con la germinación de la semilla y se caracteriza por un rápido incremento de la materia seca ya que la planta destina su energía a la formación de nuevos tejidos de absorción y a la actividad fotosintética.

La etapa vegetativa se inicia aproximadamente a los 21 días después de la germinación y se extiende entre 25 y 30 días antes de la floración; durante este periodo la planta presenta un crecimiento activo de hojas y ramas requiriendo mayores cantidades de nutrientes para sostener su desarrollo y expansión.

Finalmente la etapa reproductiva comienza con la fructificación y tiene una duración aproximada de 30 a 40 días caracterizándose porque el crecimiento vegetativo se detiene y los frutos demandan la mayor parte de los nutrientes disponibles para su crecimiento y maduración.

6.1.7 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

Arzola (1996) plantea que para una cosecha de 50 t. la planta extrae las cantidades de nutrientes que aparece en la tabla 2.

Tabla 43. Extracción de nutrientes por el tomate (kg/ha).

Nutrientes	Frutos	Tallos	Total
N	82.5	51.2	**133.7**
P2O5	47.0	3.7	**50.7**
K20	216.0	40.6	**256.6**
CaO	**5.0**	**53.4**	**58.4**

Fuente: Arzola (1996).

Nitrógeno. El nitrógeno es necesario en el tomate para el crecimiento y el aumento de la masa verde y la cantidad acumulada en la planta es pequeña al inicio pero después aumenta rápidamente. Un 4-5% de este elemento es extraído por la planta en el primer mes y cerca de un 30% en el segundo. Los frutos en su máximo desarrollo pueden contener casi la mitad del nitrógeno de la planta. La deficiencia de nitrógeno produce ramas laterales delgadas (hijos) hojas pequeñas de color verde pálido con la formación de pigmentos amarillo y púrpura y las hojas más viejas se caen precozmente; hay atraso en la maduración y disminuye sensiblemente el rendimiento. El exceso de nitrógeno provoca un desarrollo vegetativo exuberante de la planta pobre flo-ración y fructificación y como consecuencia de ello rendimientos más bajos además atraso en la madurez; los frutos pueden ser más blandos y pobres en azúcares.

Fósforo. El fósforo influye notablemente en el crecimiento de la planta junto con el nitrógeno así como en la cantidad de producción y su maduración temprana. A pesar de que la planta no extrae grandes cantidades de este elemento es fundamental en la fase inicial de crecimiento y al inicio de la madurez de los frutos. Según Guenkov (1969) el 94% del fósforo se concentra en los frutos y solo el 6% en las hojas y tallos. Cuando hay deficiencia de fósforo la hoja presenta un tamaño más pequeño y una fuerte coloración morada los folíolos se curvan hacia atrás y las hojas más viejas caen prematuramente. En estos órganos puede confundirse esta insuficiencia con la de nitrógeno.

Potasio. El potasio influye en el buen desarrollo de los frutos así como en su sabor lo cual es con- secuencia fundamental de su participación en el metabolismo de los carbohidratos. Igualmente participa en el mantenimiento del balance hídrico del fruto lo cual influye en forma decisiva en su correcto desarrollo y adecuado sabor. Según Guenkov (1969) este elemento aumenta el contenido de sustancia sólida lo cual es de suma importancia en la industria conservera ya que un 1 % de incremento en el contenido de sólidos solubles representa un 20-25% más en la pasta de tomate simple (concentrada al 28%) lo cual se refleja en una eficiencia óptima de los equipos y en la reducción del costo de producción. Con deficiencia de potasio los frutos maduran con dificultad y desigualmente quedando también pequeños. Pueden presentar manchas amarillas diseminadas por su superficie. El sabor es menos agradable en particular por la disminución de azúcares. Las hojas inferiores de la planta presentan quemaduras en los bordes y se doblan hacia arriba; estos síntomas pueden avanzar hacia las hojas superiores. Un exceso de potasio en el suelo eleva la salinidad de este y como

consecuencia de ello se eleva la presión osmótica de la solución del suelo se restringe la entrada de agua a la planta y los frutos alcanzan un tamaño pequeño.

Calcio. Es importante para la formación de los pectatos de calcio en la pared celular dé los frutos lo cual contribuye a la consistencia de estos. La insuficiencia de calcio se considera relacionada con la pudrición del extremo floral. La gravedad de esta enfermedad fisiológica se relaciona con el grado de insuficiencia cálcica de las hojas. Se produce también un secamiento progresivo de los tallos hojas y flores afectándose grandemente la fructificación por la marchitez de las flores.

Microelementos. Tienen influencia positiva sobre la producción: boro magnesio manganeso molibdeno y cinc. Algunos investigadores han encontrado que el boro lactina marcadamente la absorción y transporte de la sacarosa en la planta.

Estudios realizados con microelementos en el tomate reflejaron una tendencia al aumento de los rendimientos con aplicaciones de boro y magnesio al suelo y de boro hierro y magnesio por vía foliar. El zinc y el molibdeno incrementaron ligeramente los sólidos solubles. Aplicaciones de boro manganeso y zinc promueven un florecimiento y maduración del fruto de tomate más temprana e incrementan la producción en un 9-12 %. El boro y manganeso incrementan los contenidos de azucares materia seca y vitamina C (EOS 2025).

Fertilización empleada

Los agricultores según EOS (2025) suelen aplicar abono previo a la

plantación como estiércol envejecido o fertilizante sintético. Aunque sería más económico repartir el abono por las hileras la aplicación en todo el campo podría tener un efecto más positivo en el crecimiento de la planta del tomate.

Las necesidades de nutrientes durante el proceso de cultivo de tomate son bastante amplias. Para crecer con vigor los tomates necesitan los macronutrientes nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K) y los micronutrientes zinc (Zn) cobre (Cu) hierro (Fe) y azufre (S). La deficiencia de nitrógeno puede ser la causa de que las plantas crezcan más despacio mientras que la de fósforo puede manifestarse como un tono verde azulado en las hojas y un desarrollo deficiente de la planta. Sin embargo un exceso de macronutrientes (sobre todo de nitrógeno) puede provocar quemaduras por fertilizante que se manifiestan en forma de amarilleamiento u oscurecimiento de las hojas de la planta (EOS 2025).

6.1.8 Variedades comerciales

Existen casi cien variedades que se clasifican según su uso tamaño y forma divididas todas ellas en tomates para cocinar y tomates para ensalada. Entre ellas la variedad más ampliamente comercializada tiende a estar entre los 5 y 6 cm de diámetro. Así mismo sus colores van desde carmesí profundo a naranja amarillo verde morado y chocolate (Gastronomía Vasca s. f.).

Principales variedades de tomate

Arbustivos o determinados: crecen en arbustos de entre 60 y 90 cm de

altura. Los brotes de los extremos forman flores en lugar de hojas y, una vez que los frutos maduran, la planta muere.

De enredadera o indeterminados: crecen como guías que pueden alcanzar hasta 3 metros de longitud, por lo que requieren un soporte o tutorado para su cultivo. Por lo general, son más tardíos que los tomates determinados y producen cosechas más abundantes durante un período más prolongado. Además, florecen en los brotes laterales de los tallos principales (Haifa Group, s.f.-b).

Variedades Comunes y Populares:

- Tomate Riñón: es la variedad más tradicional y consumida en Ecuador, especialmente valorada en ensaladas y sopas. Incluye versiones como el riñón "normal", Lavanda y Flor de Jamaica.

- Micaela, Daniela y Dominic: híbridos populares por su alta productividad, buen tamaño, uniformidad y excelente durabilidad poscosecha, que puede alcanzar entre 21 y 30 días.

- Kuarzo y Zupremo: variedades recomendadas para asegurar cosechas de buena calidad y con buenos rendimientos productivos.

- Tamaris: híbrido indeterminado, apto tanto para invernadero como para campo abierto. Se caracteriza por su resistencia a enfermedades y por producir frutos grandes de color rojo.

- Afamia: híbrido de fruto redondo, con buen calibre (190-210 g) y excelente vida poscosecha. Entre sus principales ventajas destacan

una planta muy compacta, con entrenudos cortos de aproximadamente 25 cm, frutos de muy buena calidad y uniformidad, y una excelente floración y carga de frutos. Presenta resistencia al virus ToMV, a los hongos Verticillium y Fusarium oxysporum, y a los nemátodos Meloidogyne arenaria, M. incognita y M. javanica (Bioagro Ecuador, s. f.).

Otras Variedades:

- Tomate de árbol (Tamarillo): Aunque diferente es un fruto andino muy popular en Ecuador con pulpa amarilla o roja y se cultiva en la Sierra.

- Tomates de colores: Se cultiva el tomate amarillo que a menudo se hibrida con rojos para obtener variedades como Micaela Daniela o Dominic que maduran lentamente (Huertos Ecuador s. f.).

6.2 Cultivo del pimiento (*Capsicum annuum L.*)



Figura 29.Cultivo de pimiento.

6.2.1 Características

El pimiento (Foto 29) pertenece al género *Capsicum* dentro de la familia Solanaceae. Las especies cultivadas de este género corresponden principalmente a *Capsicum annuum* L. aunque también se incluyen *C. frutescens* L. *C. pendulum Willd*. y C. pubescens R. & P.; sin embargo la mayor importancia económica y productiva recae sobre C. annuum L. Algunas variedades cultivadas pertenecen a *C. frutescens* L. como Tabasco Uvilla y Piquinita mientras que los cultivares derivados de *C. pendulum Willd*. y C. pubescens R. & P. se restringen principalmente a zonas montañosas y a regiones específicas del Perú y Ecuador (FAO s. f.-b).

Las variedades de *Capsicum annuum* L. se agrupan en diversas subespecies o variedades botánicas. En el cultivo bajo invernadero predominan aquellas que producen frutos grandes de sabor dulce pertenecientes a los tipos *grossum cylindricum y latum*. Asimismo se encuentra el tipo *longum* que incluye variedades tanto dulces como picantes mientras que el tipo *acuminatum* caracterizado por frutos pequeños y picantes se cultiva de forma excepcional (FAO s. f.-b).

Las especies cultivadas y sus parientes silvestres presentan características similares destacándose por producir frutos en forma de cápsula o baya generalmente lustrosos y parcialmente huecos. Estos frutos suelen comercializarse cuando aún están verdes aunque adquieren coloraciones amarillas o rojas si permanecen en la planta hasta alcanzar la madurez fisiológica. En su mayoría las variedades presentan sabor picante; no obstante en el caso del pimiento tipo paprika el fruto se

emplea no solo como hortaliza sino también como especia y colorante alimentario especialmente en la elaboración de pimentón a partir del fruto seco (FAO s. f.-b).

El cultivo de pimiento bajo invernadero se practica a nivel mundial siendo especialmente relevante en la región mediterránea donde se posiciona como uno de los principales cultivos protegidos después del tomate. En el sur de Europa se estiman alrededor de 7.000 hectáreas dedicadas a este cultivo con una producción aproximada de 260.000 toneladas. Italia y España destacan como los principales productores de pimiento dulce con rendimientos promedio cercanos a las 36 toneladas por hectárea. En el norte de África países como Marruecos y Túnez también presentan superficies importantes de cultivo destinando gran parte de su producción al mercado de exportación especialmente en el caso del pimiento picante tipo paprika (FAO s. f.-b).

6.2.2 Origen y evolución

El pimiento es originario de la zona de Bolivia y Perú donde además de *Capsicum annuum* L. se cultivaban al menos otras cuatro especies. Fue traído al Viejo Mundo por Colón en su primer viaje (1493). En el siglo XVI ya se había difundido su cultivo en España desde donde se distribuyó al resto de Europa y del mundo con la colaboración de los portugueses. Su introducción en Europa supuso un avance culinario ya que vino a complementar e incluso sustituir a otro condimento muy empleado como era la pimienta negra (*Piper nigrum* L.) de gran importancia comercial entre Oriente y Occidente. Muchos historiadores concuerdan en el origen del pimiento

que es una planta americana los pueblos precolombinos en especial aborígenes que habitaban en las estribaciones de la cordillera de los andes ya cultivaban el pimiento antes de la llegada de los españoles a América. El pimiento es una planta de clima cálido con una temperatura óptima de 18 a 21 °C con una baja humedad relativa prefiere un suelo fértil ligeramente ácido y no tolera la salinidad. En la actualidad el pimiento se cultiva en todo el mundo para consumo y también para fines industriales y sus colaboradores reportaron que el primer lugar en pimientos dulces lo ocupan el sur de Europa y Estados Unidos: en semipicantes. Europa y listados Unidos y los tipos muy picantes se producen en: Nigeria. Congo. México y Japón. En América tropical los pimientos constituyen el condimento de mayor uso (InfoAgro 2005).

Carrera (2014) como se citó en Hernández (2021) señala que la planta de pimiento es una de las primeras especies domesticadas en América Latina con capacidad de autopolinización cuyo desarrollo se produjo de manera simultánea en distintas regiones de Centroamérica y Sudamérica. Actualmente se considera a México Perú y Bolivia como los principales centros de origen del cultivo; sin embargo evidencias arqueológicas sugieren que el pimiento pudo haber sido cultivado desde hace aproximadamente 6 000 años en el suroeste del Ecuador. Asimismo de acuerdo con datos del III Censo Nacional Agropecuario del año 2002 el cultivo de pimiento en el Ecuador alcanzó una superficie de 956 hectáreas en monocultivo y 189 hectáreas en asociación con otros cultivos con una producción de 5 006 y 511 toneladas métricas respectivamente registrándose rendimientos promedio de 562 y 270 t/ha considerados bajos. Las principales provincias productoras identificadas fueron Chimborazo Imbabura Loja y Santa Elena.

6.2.3 Importancia alimenticia

El pimiento es rico en vitaminas y minerales siendo su contenido en vitamina C el más alto de todas las especies hortícolas. El sabor picante de los frutos depende del contenido del alcaloide capcicina Guenkov (1969) plantea que la concentración de este alcaloide es mayor en la placenta menor en la pulpa y casi no se encuentra en las semillas y la piel. Según del Pino (2020) es fuente de capsaicina que es la sustancia que le da el picor o la pungencia por el cual es la especie más usada en el mundo. Esta sustancia está ausente en los pimientos dulces. Además el contenido nutricional del pimiento es alto en comparación a otros frutos: tiene alto contenido en vitaminas especialmente A y C. En cuanto a Vit A 3-4 g de pimiento rojo cubren las necesidades diarias de un ser humano adulto. También la cantidad de vitamina C es importante pero hay mucha variación según el tipo de pimiento de que se trate. Los pimientos rojos son mejores fuentes de vitamina A especialmente los secos mientras que los dulces en fresco son mejores fuentes de vitamina C también contiene Vitaminas B1 y B2.

6.2.4 Clasificación y descripción botánica. Taxonomía

Tabla 44. Clasificación taxonómica de (Capsicum annuum L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Subclase	**Asteridae**
Orden	**Scrophulariales**

Familia	**Solanaceae**
Género	***Capsicum***
Especie	***Capsicum annuum* L.**

Fuente: Información adaptada de (Vargas 2016 según Hernández 2021).

Características botánicas

Las especies de Capsicum son en su mayoría plurianuales. La planta de tallo leñoso forma normalmente un arbusto de porte variable entre los 05 metros (en determinadas variedades de cultivo al aire libre) y más de 2 metros (gran parte de los híbridos cultivados en invernadero). Las flores son blancas o verdosas en la mayoría de las variedades salvo en el C. pubescens en que tienen un color violáceo (Apolo y Baco s. f.).

El fruto varía en coloración y tamaño de acuerdo a la variedad; puede ser cúbico cónico o esférico. De interior hueco está dividido en dos o cuatro costillas verticales interiores que portan las semillas de color amarillo pálido salvo en C. pubescens que las presenta negras. Sin embargo la mayor cantidad de semillas se aloja en la parte superior junto al tallo. La carnosidad del pimiento también varía según la especie.

Cuando el fruto madura sus colores abarcan según la especie desde el blanco y el amarillo hasta el morado intenso pasando por el naranja el rojo brillante y la lavanda; el color verde es señal de inmadurez aunque muchas especies se consumen también de ese modo.

La forma de propagación es mediante semillas que se mantienen viables hasta por tres años si se conservan en un ambiente adecuado. El fruto es una baya con varias celdas las cuales están ligeramente unidas entre sí

pues los tabiques que las separan no están interconectados (Apolo y Baco s. f.).

El género Capsicum está muy distribuido a nivel mundial y se encuentra en gran diversidad de formas tamaños colores y niveles de picor o pungencia. En general los pimientos picantes se pueden clasificar en dos grupos:

a. Frutas largas y carnosas que pertenecen a la variedad de *Capsicum annuum.*

b. Frutas pequeñas que pertenecen a la variedad de Capsicum mínimum (Apolo y Baco s. f.).

Los tipos menos picantes que son los que se utilizan para industrializar y a nivel casero por lo general pertenecen al primer grupo.

Sistema radical

El cultivo de pimiento presenta un sistema radicular de tipo pivotante y profundo cuya profundidad depende principalmente de la textura y las características del suelo. Además desarrolla numerosas raíces adventicias que se extienden de forma horizontal pudiendo alcanzar longitudes aproximadas entre 50 cm y 1 m lo que favorece la absorción de agua y nutrientes (Pinto 2016 según Hernández 2021).

Tallo

El tallo del pimiento se origina a partir de la plúmula del embrión y se desarrolla como un eje denominado epicótilo el cual presenta en su extremo superior una región de intensa actividad celular

correspondiente al meristemo apical. Desde este punto se produce el crecimiento longitudinal de la planta y la diferenciación de los tejidos cuya organización estructural es similar a la observada en otras especies dicotiledóneas. En sus etapas iniciales el tallo es anguloso tornándose cilíndrico a medida que avanza su maduración y adquiriendo una consistencia leñosa en la base. El crecimiento del pimiento es mayormente semi-indeterminado y presenta una ramificación abundante; en la mayoría de las variedades comerciales el tallo principal produce entre 8 y 15 hojas antes de la aparición de la primera flor momento en el cual se ramifica en dos o tres ramas en el ápice (Fornaris 2005; Hernández 2021).

Hoja

Las hojas del pimiento son simples enteras y de superficie lampiña con una forma que puede variar entre lanceolada elíptica ancha u ovalada según la variedad cultivada. Presentan un ápice marcadamente pronunciado y un pecíolo largo y poco aparente. El haz es glabro de color verde intenso y brillante con tonalidades que van desde el verde claro hasta el verde oscuro. La disposición de las hojas sobre el tallo es alterna característica que puede presentar variaciones morfológicas entre cultivares. El nervio principal se origina desde la base de la hoja como una prolongación del pecíolo a partir del cual se desarrollan nervaduras secundarias bien definidas que se extienden hasta las proximidades del margen foliar (Domínguez 2017 como se citó en Hernández 2021; Meza 2020 como se citó en Suárez 2023; Fertiberia 2014 como se citó en Suárez 2023).

Flores

Las flores del pimiento son perfectas o hermafroditas y se forman de manera solitaria en las axilas de las ramas presentándose generalmente una flor por cada nudo. Son de inserción axilar con una corola de tonalidad blanquecina aunque en algunos casos pueden observarse matices púrpuras. Cada flor está constituida por cinco estambres que conforman la estructura masculina y un pistilo como órgano femenino. En la especie *Capsicum annuum* las flores presentan un diámetro aproximado de 1 a 27 cm pétalos rectos anteras con presencia de antocianinas y un cáliz de forma acampanada. La fecundación es predominantemente autógama con un bajo porcentaje de alogamia que no supera el 10 %. El proceso de apertura floral se inicia durante las primeras horas posteriores a la salida del sol manteniéndose la flor abierta por al menos un día; posteriormente las anteras se abren entre una y cuatro horas después facilitando la liberación del polen. La diferenciación floral y la floración del cultivo están fuertemente influenciadas por la temperatura del aire siendo especialmente determinante la temperatura nocturna (Bojacá & Monsalve 2012; Chiriboga 2019 como se citó en Hernández 2021; Suárez 2023).

Frutos

Desde el punto de vista botánico el fruto del pimiento se clasifica como una baya hueca de consistencia semi-cartilaginosa y forma variable la cual puede presentarse deprimida o con múltiples conformaciones dependiendo de la variedad. Su coloración no es fija ya que durante los primeros estados de desarrollo el fruto presenta un color verde intenso

y conforme avanza el proceso de maduración cambia a tonalidades que pueden incluir rojo amarillo naranja violeta o blanco como resultado de la expresión genética y los cruces varietales. El tamaño y peso del fruto son variables y están influenciados tanto por la variedad como por el manejo agronómico pudiendo en algunos casos superar los 500 g. En su interior las semillas se encuentran insertadas en una placenta de forma cónica; estas son redondeadas ligeramente reniformes de color amarillo pálido y presentan una longitud aproximada de 3 a 5 mm (Granicher 2012; Pinto 2016; Fertiberia 2014 como se citó en Hernández 2021; Suárez 2023).

Semillas

En cuanto a las semillas del pimiento estas se encuentran insertadas en una placenta de forma cónica ubicada en posición central. Presentan una forma redondeada tonalidad amarillo pálido y un tamaño aproximado de 3 a 5 mm. En términos de densidad un gramo de semilla puede contener entre 150 y 200 semillas (Chiriboga 2019 como se citó en Suárez 2023).

6.2.5 Exigencias ecológicas

El manejo integrado y racional de los factores climáticos constituye un elemento fundamental para el adecuado desarrollo crecimiento y productividad del cultivo de pimiento debido a que las distintas variables climáticas se encuentran estrechamente interrelacionadas y ejercen una influencia directa sobre el comportamiento fisiológico de la planta. La alteración de uno de estos factores incide sobre los demás afectando los procesos de crecimiento y desarrollo del cultivo; por ello una gestión adecuada de las exigencias climáticas contribuye al correcto

funcionamiento del sistema productivo y a la obtención de mejores rendimientos. En este contexto a continuación se describen las principales condiciones agroclimáticas que influyen en el cultivo de pimiento (Tonconi 2015 como se citó en Hernández 2021; Suárez 2023).

Suelo

El cultivo del pimiento es sensible a la calidad del suelo, la cual influye tanto en el desarrollo vegetativo de la planta como en características del fruto, tales como el sabor y la coloración. Aunque puede desarrollarse en suelos arenosos y arcillosos, prefiere los ligeramente arenosos, donde generalmente se obtienen mayores rendimientos. Es indispensable que los suelos sean sanos y cuenten con buen drenaje, ya que el encharcamiento provoca una marchitez rápida e irreversible de la planta. El pH óptimo para el cultivo se encuentra entre 6.5 y 7, aunque en terrenos arenosos puede tolerar valores ligeramente superiores. Además, los suelos arenosos requieren menor esfuerzo de tracción durante las labores agrícolas y permiten ingresar al campo poco tiempo después de las lluvias, aspecto de gran importancia durante las etapas de manejo y cosecha (Ministerio de Agricultura, 1980).

Temperatura

Es una especie con requerimientos termoperiódicos que varían en cada manifestación del crecimiento y desarrollo y comparada con otras hortalizas demanda más calor Expuesta a temperaturas por debajo de 13 °C. las plantas no se desarrollan. Cuando son jóvenes y comienza la floración si se exponen a bajas temperatura (5-6 °C las yemas florales se caen y se detiene el crecimiento. La germinación de las semillas es

muy lenta a bajas temperaturas. El crecimiento vegetativo es óptimo cuando las temperaturas son de 20-26 ºC. La apertura de la flor y el cuajado del fruto es óptima entre 18 y 26 ºC en plantas jóvenes y de 12 a 26 ºC en plantas adultas por lo que los investigadores plantean que a medida que las plantas van de la plena juventud hacia el envejecimiento se tornan más exigentes a temperaturas nocturnas algo bajas.

Las temperaturas óptimas de crecimiento:

- Germinación: optima 20 a 25 ºC. mínima 13 ºC y máxima 40 ºC
- Crecimiento vegetativo: 20 a 25 ºC (día) y 16 a 18 ºC (noche)
- Floración y fructificación: optima: 26 a 28 ºC (día)- 18 a 20 ºC (noche). mínima: 18 ºC y máxima: 35 ºC.

Los saltos térmicos ocasionan desequilibrios vegetativos. Si el sistema productivo se encuentra en una zona que es propensa a heladas o existe una gran diferencia térmica entre la noche y el día es probable que sea difícil de llevar adelante el cultivo del pimiento. Guenkov (1969) plantea que los límites de temperatura para esta especie se encuentran entre 18 y 32 ºC altas temperaturas superiores a 32 y 35 ºC las flores presentan el fenómeno de la heterostilia.

En los meses de altas temperaturas la floración es menor comparada con el invierno. El porcentaje de flores que no cuaja se debe al balance nutricional desfavorable debido a que con altas temperaturas la fotosíntesis disminuye por lo que se pone a disposición de la planta menor cantidad de hidratos de carbono. Con altas temperaturas la polinización no se produce completamente no se fecunda un gran

número de óvulos; esto unido al balance nutricional deficiente provoca que los frutos que logran formarse no crezcan normalmente elevándose considerablemente el porcentaje de frutos deformados (del Pino 2020).

Luz

En cuanto a luz en el cultivo del pimiento es exigente en luminosidad especialmente en los primeros estados de desarrollo y durante la floración.

La intensidad de la luz ejerce un papel fundamental para el desarrollo de las plantas de pimiento. Investigaciones realizadas han determinado que sus requerimientos están alrededor de los 30 000 lux. Algunos autores plantean que es una planta exigente al día corto y otros que es indiferente mientras que Guenkov (1969) señala que las exigencias de las distintas variedades no son iguales. Cuando las plantas están expuestas a una deficiente luminosidad se afectan morfológica y fisiológicamente por ejemplo: presenta raquitismo demoran en florecer y fructificar el ciclo vegetativo se alarga y la producción de frutos es menor.

Humedad del suelo

En el cultivo de pimiento es recomendable que al momento de la plantación el suelo presente una adecuada humedad en profundidad. Para lograr esta condición se debe aplicar un riego abundante algunos días antes del trasplante. Posteriormente es importante favorecer el enraizamiento profundo del cultivo mediante riegos ligeros y controlados evitando en todo momento la desecación del tallo hasta que la planta alcance un completo arraigue. La frecuencia y cantidad de riego deben

ajustarse de acuerdo con las condiciones climáticas y el tipo de suelo presente en el área de cultivo (Aguado *et al.* 2011 como se citó en Hernández 2021).

Humedad del aire

El pimiento es una especie que admite mayores niveles de humedad del aire en comparación con otros cultivos hortícolas; sin embargo la humedad relativa constituye un factor determinante a lo largo de sus distintos estados fenológicos ya que influye directamente en el crecimiento vegetativo la floración el cuajado la polinización y la sanidad del cultivo. En términos generales la humedad relativa óptima se sitúa entre el 50 % y el 70 %. Durante el período de crecimiento vegetativo la planta puede desarrollarse adecuadamente con valores superiores al 70 %; no obstante en las etapas de floración y cuajado niveles elevados de humedad incrementan el riesgo de aparición de enfermedades aéreas o criptogámicas y dificultan el proceso de fecundación floral. Humedades excesivamente altas cercanas al 95 % reducen el número de flores efectivamente polinizadas en comparación con valores de 55 % a 80 % lo que repercute negativamente en el número de frutos por planta. Por otro lado niveles bajos de humedad relativa favorecen la aparición de frutos azotados comúnmente denominados "asoleados" disminuyendo la calidad comercial de la producción (InfoAgro 2020; Valencia 2016; Parrales 2015 como se citó en Hernández 2021; Suárez 2023).

6.2.6 Fisiología

El tomate y el pimiento presentan algunos parámetros similares.

Analizando las fases del desarrollo prácticamente son las mismas aunque difieren en los intervalos en dependencia de las variedades; estas podemos agruparlas de la forma siguiente:

- de germinación a inicio de floración
- de floración a fructificación
- de fructificación a madurez fisiológica del fruto
- maduración a cosecha.

El crecimiento vegetativo se produce a partir de las hojas cotiledonales creciendo la planta con un tallo único hasta la formación de 10-12 hojas. La emisión de hojas se produce con un intervalo aproximado de 7 días. Cuando se alcanza el máximo estadio vegetativo aproximadamente a los 90 d de la germinación en siembras directas y a los 55-60 días después del trasplante comienza el desarrollo de 2-3 ramas en las axilas de las yemas superiores produciéndose simultáneamente la diferenciación de un primordio floral en el ápice del tallo principal. Cada ramificación forma una hoja y termina en yema floral y en la axila foliar vuelve a diferenciarse una nueva ramificación. La sucesión de estas ramificaciones produce en la planta el típico aspecto de cono invertido (ramificación dicotómica).

La diferenciación de las primeras yemas florales coincide con el máximo crecimiento vegetativo. característica esta de las plantas de crecimiento indeterminado. Estos incrementos comienzan a decrecer cuando se inicia el cuajado de los frutos por tanto y en contradicción con el crecimiento ilimitado de otras especies por ejemplo variedades de tomate el crecimiento de las plantas de pimiento tiene la característica

de la curva de crecimiento sigmoidal. El crecimiento del fruto tiene la misma tendencia del crecimiento sigmoidal con una fase inicial lenta (desde fertilización de la flor hasta floración plena) una fase intermedia rápida (formación y desarrollo del fruto hasta inicio de la madurez) y una fase final lenta (plena maduración) (del Pino 2020).

6.2.7 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

La extracción de nutrientes en pepino es un proceso clave para una buena producción centrándose en macronutrientes como el Potasio (K) Nitrógeno (N) y Fósforo (P) con absorción alta y priorizando el K seguido por N y P y micronutrientes como Fe Zn Mn B; se monitoriza mediante análisis foliar de hojas maduras para ajustar fertilización a menudo combinando orgánicos e inorgánicos y se optimiza según la etapa fenológica del cultivo para mejorar rendimiento y calidad. Arzola (1996) señala que una cosecha regular de pimiento extrae 160 kg/ha de N 30 kg/ha de P y 160 kg/ha de K20. del Pino (2020) respecto a la nutrición del cultivo plantea que para obtener un rendimiento de 21 t. ha-1 de pimiento rojo es necesario extraer del suelo un total de 410 kg de N 120 kg de P2O5 675 kg de K2 y 54 kg de MgO.

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico nitrato potásico nitrato amónico fosfato mono potásico fosfato monoamónico sulfato potásico y sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico y ácido nítrico) debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y

líquidos que se ajustan adecuadamente solos o en combinación con los abonos simples a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo.

Necesidades nutricionales por fase:

Establecimiento

- Comprende desde el trasplante hasta aproximadamente los 30 días posteriores.
- Durante esta fase la raíz en desarrollo requiere altos niveles de fósforo (P)**.**
- Se recomienda una proporción de N–P_2O_5–K_2O de 1:2:1**.**
- Conforme avanza el establecimiento esta relación se ajusta a 1:1:1 para equilibrar el crecimiento inicial de la planta (Haifa Group s. f.-a).

Crecimiento vegetativo

- En esta etapa se mantiene la proporción N–P_2O_5–K_2O de 1:1:1**.**
- Es necesario incrementar la cantidad total de nutrientes con el fin de satisfacer las mayores demandas de la planta en pleno desarrollo vegetativo (Haifa Group s. f.-a).

Desde la floración inicial hasta el cuajado de los frutos

- Durante los procesos reproductivos la planta incrementa sus requerimientos de potasio (K)**.**
- Paralelamente disminuyen las necesidades de fósforo (P)**.**

- La proporción recomendada de N–P_2O_5–K_2O es de 2:1:3 favoreciendo la floración y el cuajado adecuado de los frutos (Haifa Group s. f.-a).

Desarrollo y maduración del fruto

- En esta fase final del cultivo se mantiene la proporción N–P_2O_5–K_2O de 2:1:3**.**

- Esta relación contribuye al llenado desarrollo y maduración de los frutos mejorando su calidad y rendimiento final (Haifa Group s. f.-a).

Nitrógeno

InfoAgro (2020) explica que el cultivo de pimiento es altamente exigente en nitrógeno nutriente que cuando se aplica de forma correcta y equilibrada favorece significativamente el crecimiento y desarrollo de la planta. La deficiencia de este elemento provoca un crecimiento raquítico y frutos de menor tamaño; por el contrario un exceso de nitrógeno puede generar efectos negativos en la planta debido a problemas de toxicidad afectando su desarrollo fisiológico y productivo (InfoAgro 2020 como se citó en Suárez 2023).

Fósforo

El cultivo de pimiento no presenta una alta dependencia del fósforo; sin embargo este nutriente debe ser considerado y aplicado a lo largo de todas las etapas del cultivo especialmente durante la fase inicial ya que

favorece el adecuado desarrollo del sistema radicular. La deficiencia de fósforo puede ocasionar debilidad estructural en la planta provocando el quiebre de ramas y en consecuencia la pérdida de frutos lo que repercute negativamente en la productividad del cultivo (InfoAgro 2020 como se citó en Suárez 2023).

Potasio

El potasio favorece el proceso de maduración de los frutos y constituye uno de los elementos nutricionales más importantes en el cultivo de pimiento especialmente desde la aparición de los primeros frutos hasta la etapa de cosecha. La cantidad de potasio junto con el calcio presente en la planta influye directamente en el grosor de la pared del fruto característica determinante para la calidad comercial. De manera general las necesidades de potasio en el cultivo de pimiento se estiman en aproximadamente 5 kg por hectárea y por período productivo (InfoAgro s. f.-h).

Calcio

El calcio desempeña un papel fundamental en el cultivo de pimiento ya que proporciona mayor resistencia a los tejidos vegetales y contribuye a una mayor consistencia de las paredes del fruto. Asimismo este elemento es clave para prevenir la aparición de la podredumbre apical o Blossom end rot (BER) un desorden fisiológico caracterizado por el colapso y desintegración de los tejidos como consecuencia de la deficiencia de calcio en la planta. De manera general las extracciones de calcio en el cultivo de pimiento se estiman en aproximadamente 17 kg por tonelada de fruto y por período productivo (InfoAgro s. f.-h).

Macro y Microelementos

El aporte de microelementos que años atrás se había descuidado en gran medida resulta vital para una nutrición adecuada pudiendo encontrar en el mercado una amplia gama de sólidos y líquidos en forma mineral y en forma de quelatos cuando es necesario favorecer su estabilidad en el medio de cultivo y su absorción por la planta.

Asimismo se dispone de correctores de carencias tanto de macronutrientes como de micronutrientes los cuales pueden aplicarse vía foliar o mediante riego por goteo. De igual manera se emplean aminoácidos de acción preventiva y curativa que contribuyen a mejorar la respuesta fisiológica de la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables. Adicionalmente otros productos como los ácidos húmicos y fúlvicos así como correctores salinos permiten mejorar las condiciones del medio edáfico y facilitan la asimilación de nutrientes por parte de la planta (Haifa s. f.-a).

Abono orgánico

El pimiento reacciona favorablemente a la aplicación de fertilizantes orgánicos dado su efecto favorable en la mejor estructuración de los suelos y en la disponibilidad de los nutrientes.

Arzola (1996) menciona resultados donde con la aplicación de abono orgánico se obtuvo un 17% más de rendimiento que la aplicación de abono químico solo. La dosis utilizada de abono orgánico aplicado fue de 30 t/ha. La utilización de abonos orgánicos permite tener

rendimientos satisfactorios con frutos más sanos con menor cantidad de residuos químicos reduciendo además la contaminación del suelo del agua y del aire de las fincas.

Fertilización empleada

La aplicación de fertilizantes en el cultivo de pimiento requiere de un estudio previo del terreno con el fin de incorporar adecuadamente los nutrientes necesarios. Para ello es fundamental considerar la naturaleza química y física del suelo la densidad de plantación el sistema de riego a emplear y la variedad seleccionada. Un aporte excesivo de nitrógeno favorece un desarrollo foliar exagerado en detrimento de la floración y el desarrollo de los frutos además de aumentar la susceptibilidad de la planta al ataque de enfermedades criptogámicas. Todo factor que incremente el vigor vegetativo dificulta el cuajado floral; si las primeras flores abortan y caen la planta tiende a aumentar su biomasa lo que complica el cuajado del siguiente piso floral. Por esta razón no se recomienda la aplicación de fertilizantes nitrogenados antes del primer cuajado.

Las aplicaciones de fertilizantes potásicos se realizan de forma simultánea con las incorporaciones nitrogenadas pudiendo efectuarse de manera lateral mediante el riego o vía foliar. El fósforo por su parte se aplica al suelo una sola vez al momento del trasplante a una profundidad aproximada de 8 a 10 cm lo que permite que las raíces accedan rápidamente a este nutriente durante su crecimiento. Asimismo en los programas de fertilización debe considerarse la cantidad de elementos extraídos del suelo por tonelada de fruto producido por hectárea ya que

el pimiento dulce presenta demandas nutricionales específicas que condicionan el manejo del cultivo (Gamayo- Díaz 1996; Anstett *et al.* 1977 como se citó en Di Fabio *et al.* s. f.).

Consideraciones

Textura del suelo: Suelos medios sueltos y con buen drenaje son ideales (pH 5.5 - 7) Salinidad: Evitar suelos con alta conductividad eléctrica (más de 3.5 dS/m) y Manejo: Combinar con bioestimulantes y reguladores hormonales para mejorar la absorción y reducir el estrés (Haifa s.f.- a).

6.2.8 Variedades comerciales

En América se consumen varias especies. Junto con las variedades suaves de C. Annuum se consumen también otras picantes (como el ají serrano empleado seco entero o molido; el jalapeño consumido en conserva; el chile pasilla y el serrano de color oscuro y sabor dulce e intenso empleados como base para el mole mexicano; o el «chiltepín» (el chiltepín es uno y el piquín es otro la diferencia física radica en el tamaño. El chiltepín es una bolita chica casi del tamaño de un pimiento y el piquín es un poco más alargado) o «piquín» *Capsicum annuum* var. *glabriusculum* un ají pequeño e intensísimo); otras cuatro especies (C. baccatum C. chinense C. frutescens; «tabasco» y C. pubescens; «rocoto") se han cultivado y se producen con frecuencia (Apolo y Baco s. f.).

El género Capsicum está muy distribuido a nivel mundial y se encuentra en gran diversidad de formas tamaños colores y niveles de picor o

pungencia. En general los pimientos picantes se pueden clasificar en dos grupos:

a. Frutas largas y carnosas que pertenecen a la variedad de *Capsicum Annuum.*

b. Frutas pequeñas que pertenecen a la variedad de Capsicum Minimum.

Los tipos menos picantes que son los que se utilizan para industrializar y a nivel casero por lo general pertenecen al primer grupo (Apolo y Baco s. f.).

En Ecuador se cultivan varias variedades de pimientos tanto dulces como picantes siendo los pimientos dulces los más comunes y apreciados en la cocina ecuatoriana. Algunas de las variedades más utilizadas incluyen los pimientos Quetzal (conocidos como "de las tres puntas") Macantro Tandara Yolo Wonder Merlot F1 y Cubanelle.

Variedades de pimiento dulce:

Quetzal: Se caracteriza por sus protuberancias en la parte superior lo que le da un aspecto distintivo. Es una variedad popular en la región de Santa Elena.

Macantro y Tandara: Estos híbridos suelen destacarse por su rendimiento tamaño de los frutos y resistencia a enfermedades.

Yolo Wonder: Una variedad semi precoz que madura en un tiempo razonable y produce frutos carnosos y dulces. Las plantas de esta variedad son vigorosas y se ramifican bien lo que las hace altamente

productivas. Los frutos que produce son notables por tener cuatro cascos y ser gruesos y muy carnosos inicialmente de un color verde intenso y luego cambian a un hermoso tono rojo cuando maduran. Su carne es dulce y tiene una textura consistente lo que la hace ideal para diversas preparaciones culinarias. Al sembrar se recomienda comenzar en un semillero y luego trasplantar las plantas cuando alcancen una altura de 15 cm. Dejar 40 cm entre plantas y una distancia de 60-70 cm entre las hileras.

En cuanto al tiempo de cosecha puede esperar recoger los pimientos aproximadamente 65 días después de realizar el trasplante. En términos de densidad de siembra se recomienda utilizar entre 15 y 20 kg de semillas por hectárea para obtener un cultivo exitoso (Ministerio de Agricultura 1980).

Merlot F1: Este pimiento (Foto 30) es una opción muy productiva conocida por su resistencia y larga vida postcosecha especialmente en la región costera. El pimiento Merlot F1 Mes un californio rojo altamente productivo y sus frutos tienen gran aguante en planta. El pimiento rojo tipo california Merlot F1 tiene buena conservación de los frutos en planta y presenta un cuaje continuado y una maduración uniforme a lo largo de todo el ciclo. Estas 3 características le permiten al agricultor no solo tener kilogramos sino tener producciones de calidad cuando el mercado las paga presenta un alto porcentaje de frutos de 4 lóculos. “Son pimientos de categoría extra o primera y por tanto se cotizan más caro (Ramiro s. f.).



Figura 30.Variedad de pimiento Merlot F1.

Fuente: https://www.ramiroarnedo.com/wp-content/uploads/2022/11/pimiento-california- 768x512.jpg.webp

Su color rojo intenso con alto brillo lo convierten en un pimiento estéticamente muy llamativo a la hora de la comercialización. Entre las características más destacadas de este pimiento se encuentra su calibre GG a lo largo de todo el ciclo.

Cubanelle: Otro tipo de pimiento popular en Ecuador que se utiliza en diversas preparaciones culinarias.

Variedades de pimiento picante:

Si bien los pimientos dulces son más comunes también se cultivan variedades picantes como el ají *Cayenne.* Es importante destacar que la elección de la variedad de pimiento dependerá de las preferencias del agricultor las condiciones climáticas de la zona y las necesidades del mercado (Borbor & Suarez 2007).

6.3 El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.)



Figura 31. Cultivo de pepino.

6.3.1 Características

El pepino *Cucumis sativus* L. (Foto 31) es una Planta cucurbitácea herbácea de tallos largos y huecos que se arrastran por el suelo y posee zarcillos no ramificados que le ayuda a engancharse a soportes de llores pequeñas amarillas masculinas o femeninas insertadas en las axilas de las hojas del tallo principal o de las ramificaciones secundarias. El fruto es alargado de simetría ternaria y de color verde oscuro de estrías blancas cáscara gruesa y verrugas notables que desaparecen con la madurez fisiológica. Se cultiva por la carne de sus frutos (95% de agua) y su demanda es para ser consumida cruda o cocida y aún en cosmetología (como hidratante). Entre las labores culturales que deben aplicársele se cuentan la preparación del suelo el trazado los riegos y la fertilización (Armenta 1988).

6.3.2 Origen y evolución

De la India se extiende a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia

en el siglo IX en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América. El primer híbrido apareció en 1872.

El cultivo del pepino es muy importante ya que tiene un elevado índice de consumo pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. El cultivo de pepino en Ecuador particularmente en la región de la costa se caracteriza por su alta producción y rendimiento. La provincia del Guayas lidera la producción con 6680 t utilizando una superficie de aproximadamente 1250 hectáreas con un rendimiento de 13.2 t/ha. El clima tropical y el suelo adecuado especialmente en las zonas secas de la costa favorecen este cultivo (InfoAgro s. f.-i).

En el Ecuador el cultivo de pepino reviste una gran importancia agronómica debido a su nivel de producción y adaptación a distintas condiciones edáficas ya que puede desarrollarse en suelos de estructura suelta. Asimismo los sistemas de agricultura limpia o ecológica promueven dentro de sus principios fundamentales el diseño y manejo de agroecosistemas sostenibles orientados a una producción agrícola responsable y eficiente (Ponce 2020).

Su valor económico por ser una hortaliza de alto consumo local tanto para consumo en fresco como para procesamiento industrial generando ingresos. En el Ecuador el cultivo de pepino se desarrolla principalmente en las provincias de Manabí Santa Elena Guayas Loja y Esmeraldas entre otras zonas productoras del país debido a sus condiciones agroclimáticas favorables para este cultivo (Barreiro 2018 como se citó en Guerrero 2020).

6.3.3 Importancia alimenticia

El pepino presenta un alto valor nutricional ya que es una fuente importante de vitamina C posee un elevado contenido de agua y un bajo aporte calórico. Estas características hacen que sea ampliamente utilizado como un alimento con propiedades diuréticas e hidratantes además de ser frecuente en dietas alimenticias orientadas al cuidado de la salud y el control del peso corporal (Arteaga & Espinoza 2019 como se citó en Litardo 2022).

6.3.4 Clasificación y descripción botánica.

Taxonomía

Tabla 45. Clasificación taxonómica de (Cucumis sativus L.).

Categoría taxonómica	**Clasificación**
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Orden	**Cucurbitales**
Familia	**Cucurbitaceae**
Subfamilia	**Cucurbitoideae**
Tribu	**Melothrieae**
Subtribu	**Cucumerinae**
Género	***Cucumis***
Especie	***sativus* (Bajaña 2018)**

Nota. Información adaptada de (Bajaña 2018).

Morfología

Es una planta herbácea anual su sistema radicular consta de una raíz principal que alcanza hasta 12 m de largo ramificándose por lo general entre los 20 y 30 cm. Sus tallos son trepadores rastreros angulosos por los cuatro lados cubiertos de pelos y muy ramificados en la base el tipo de crecimiento es indeterminado pudiendo alcanzar de 25 a 30 m de longitud con presencia de nudos; en cada uno surgen hojas y zarcillos simple además de tallos secundarios. La hoja por su nervadura es de tipo palminervia alternas lobuladas poseen de tres a cinco lóbulos angulados y triangulares con longitud de 7 a 20 cm de epidermis con cutícula delgada por lo que no resiste evaporación excesiva. Sus pecíolos son largos llegando a medir de 5 a 15 cm de longitud (Ibáñez *et al.* 2002).

Sistema radical

Posee una raíz principal que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas alargadas y de color blanco. El pepino puede emitir raíces adventicias por encima del cuello. La planta de pepino desarrolla una raíz principal que puede alcanzar una profundidad en el suelo entre 100 y 120 cm de la raíz principal parten raíces secundarias que se caracterizan por ser muy ramificadas y se extienden horizontalmente la mayor parte de las raíces secundarias se ubican en una capa de suelo de 20-30 cm (Jiménez *et al.* 2008).

Tallo

El pepino presenta un tallo anguloso y espinoso de porte rastrero y trepador con un eje principal del cual se originan diversas ramas laterales. En cada nudo se desarrolla una hoja acompañada de un zarcillo

mientras que en la axila de cada hoja se emite un brote lateral que puede producir una o varias flores característica que define su hábito de crecimiento y su capacidad de ramificación (García & Soliz 2016 como se citó en Ponce 2020).

Hojas

Las hojas del pepino presentan un pecíolo largo y un limbo de forma acorazonada con tres lóbulos más o menos pronunciados siendo el lóbulo central el más acentuado y generalmente terminado en punta. Estas hojas son de color verde oscuro y se encuentran recubiertas por un vello muy fino característica típica de la especie que contribuye a su identificación morfológica (PROMEC 2007 como se citó en Ponce 2020).

Zarcillos

Los zarcillos del pepino son hojas transformadas que cumplen la función de favorecer el hábito trepador de la planta; estas estructuras no presentan ramificaciones y permiten a la planta sujetarse a soportes facilitando su crecimiento vertical y estabilidad (Cedeño Zambrano & Guzmán 2008 como se citó en Ponce 2020).

Flores

Las flores del pepino aparecen en las axilas de las hojas y presentan un pedúnculo corto con pétalos de color amarillo intenso. Tradicionalmente las plantas cultivadas eran de tipo monoico es decir con flores masculinas y femeninas en un mismo individuo; sin embargo en la actualidad gran parte de las variedades comerciales son ginoicas

caracterizándose por la presencia exclusiva de flores femeninas. Estas últimas se identifican fácilmente por la presencia de un ovario voluminoso y alargado rasgo distintivo de este tipo floral (Cedeño Zambrano & Guzmán 2008 como se citó en Ponce 2020).

Frutos

El fruto del pepino corresponde a una pepónide que al igual que otras estructuras de la planta presenta una superficie áspera especialmente durante sus estados juveniles característica que puede variar según la variedad cultivada. Su coloración es predominantemente verde con tonalidades variables de acuerdo con el material genético. La pulpa es de color blanquecino presenta una estructura venosa y un sabor refrescante; en su interior se disponen las semillas organizadas en líneas paralelas al eje longitudinal del fruto (García & Soliz 2016 como se citó en Ponce 2020).

Semillas

Tienen una forma ovalada aguzada en los extremos deprimida y con una coloración de blanco a crema. Su peso absoluto puede llegar hasta 30 g. Cuando se conserva en un lugar frío y seco conserva su viabilidad hasta 5 años (García & Soliz 2016 como se citó en Ponce 2020).

6.3.5 Exigencias ecológicas. Suelo

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados desde los arenosos hasta los franco-arcillosos aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son los ideales para su desarrollo. Se debe contar con una profundidad efectiva mayor

de 60cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos. En relación al pH el cultivo se adapta a un rango de 6.5 – 7.8 soportando incluso pH hasta de 7.5 (se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5) (Schnitman 1992).

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto (Mejía *et al.* 2008).

Temperatura

El pepino por ser una especie de origen tropical exige temperaturas elevadas y una humedad relativa también alta. Sin embargo el pepino se adapta en climas cálidos y templados y se cultiva desde las zonas costeras hasta los 1200 metros sobre el nivel del mar. Sobre 40 ºC el crecimiento se detiene con temperaturas inferiores a 14 ºC el crecimiento cesa y en caso de prolongarse esta temperatura se caen las flores femeninas. La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1ºC comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación. La planta muere cuando la temperatura desciende a menos de 1º C comenzando con un marchitamiento general de muy difícil recuperación (Franco 2010 como se citó en Ponce 2020).

Humedad

Es una planta con elevados requerimientos de humedad debido a su gran superficie foliar siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60

– 70 % y durante la noche del 70% - 90% (Álava 2017). Sin embargo los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis aunque esta situación es infrecuente. Respecto a la humedad relativa al aire el cultivo es muy exigente a excepción del periodo de recolección periodo en que las plantas se hace más susceptible a algunas enfermedades fungosas (Mejía *et al.* 2008).

Luminosidad

Crece florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz) aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar mayor es la producción (Cedeño 2015). Tiene exigencias elevadas es aconsejable sembrar en terrenos bien soleados ya que una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores y con baja intensidad de luz la reduce.

6.3.6 Fisiología

Las plantas de pepino presentan un ciclo biológico corto desde la germinación hasta la recogida de los frutos; según la variedad y las condiciones ambientales en que se cultivan este puede variar de 45-75 días. Las fases fenológicas del ciclo de vida se han determinado mediante las investigaciones realizadas y estas están en dependencia de la variedad la época estudiada y la edad de la planta.

Esta especie tiene en común con otras que el crecimiento cumple la clásica curva sigmoidal. En las primeras fases de germinación a formación de los primeros órganos generativos el crecimiento es lento

posteriormente hay un gran periodo de crecimiento y desarrollo donde la guía principal crece aparecen las ramillas de segundo y tercer orden flores masculinas y" femeninas los primeros frutos posteriormente de la formación de los frutos el crecimiento vuelve a ser pequeño. En la fase de máximo crecimiento se entremezclan el crecimiento la floración y fructificación.

Germinación (0-5 días): La semilla absorbe agua y brota emergiendo los cotiledones.

Fase Vegetativa (5-30 días): Desarrollo de raíces tallos y un follaje robusto con aparición de las primeras hojas verdaderas.

Fase Reproductiva (a partir de la 4ª semana):

- Botones florales: Aparición de flores masculinas y femeninas esenciales para la polinización.
- Cuajado y llenado del fruto: Formación y crecimiento inicial del fruto tras la polinización.

Fructificación y Crecimiento (30-55 días): Los frutos aumentan su tamaño volumen y peso.

Madurez y Cosecha (50-70 días): Los frutos alcanzan el punto óptimo para la recolección cosechándose en estado inmaduro para consumo fresco.

La composición del fruto de pepino es variable desde su formación hasta la cosecha en sus diferentes componentes. El porcentaje de materia seca es alto en los 6 primeros días declinando hasta finalizar el ciclo. Los

azúcares totales en tanto por ciento incrementan desde el inicio de su formación hasta los 14 días de edad que alcanzaron su máximo valor para declinar después.

El contenido de almidón en tanto por ciento es muy pequeño y disminuye a medida que se desarrolla el fruto por la transformación de este en azúcares; los valores más pequeños se detectan después de los 14 días de edad. La acidez en miliequivalentes por 100 gramos de peso seco sobre la base del contenido de ácido cítrico tiene variaciones así se observa que los valores son bajos entre el 6to. y el 8vo. día; a partir del día 10 comienza a incrementar hasta el final del ciclo. La proteína en tanto por ciento de nitrógeno es alta al principio, pero disminuye al final producto de las transformaciones de esta y al consumo en la respiración. El fósforo se acumula en el fruto a medida que este va formándose; los valores más altos se presentan a los 14 días de edad; sin embargo, en el contenido de potasio ocurre lo contrario el porcentaje es alto en los primeros días y a partir del 14 día comienza a declinar. El análisis realizado anteriormente parece indicar que la edad de los 10 a 14 días el fruto se encuentra en un estado de madurez fisiológica adecuada para el consumo y que a partir de los 21-28 días ha perdido en calidad.

El ciclo del pepino es corto y puede variar dependiendo de las condiciones edafoclimática variedad y manejo.

Tabla 46. Estados fenológicos y días después de la siembra.

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	**4–6**
Inicio de emisión de guías	**15–24**
Inicio de floración	**27–34**

Inicio de cosecha	**43–50**
Fin de cosecha	**75–90**

Nota. Información adaptada de Anónimo (s. f.-c).

6.3.7 Nutrición

El cultivo de pepino como ya se ha mencionado anteriormente es un cultivo exigente en cuanto a nutrientes. Los nutrientes principales que requiere son el nitrógeno el potasio y el fósforo. Cabe destacar la importancia de la relación nitrógeno/potasio a lo largo de todo el ciclo del cultivo mientras que el fósforo desarrolla un papel determinante durante el enraizamiento y la floración (Fervalle s. f.).

Exigencias y extracción de nutrientes

La mayoría de los autores coinciden en que el nivel de extracción de nutrientes por el pepino es bajo; sin embargo por tener un crecimiento y desarrollo muy rápido es muy exigente al balance nutricional del suelo. Autores como Guenkov (1969) plantean que para obtener una tonelada de producción se extrae del suelo: 275-2.9 kg/ha de N; 1.22-1.46 kg/ha de P2O5 y 3.22-4.42 kg/ha de K2O. Además, plantea que la planta extrae la mayor cantidad de nutrientes en el periodo de fructificación. Otros autores han determinado que para lograr una cosecha de 30 t/ha el pepino extrae: 51 kg/ha de N 41 kg/ha P2O5 y 78 kg/ha de K2O.

Nitrógeno

Se ha determinado que el nitrógeno influye notablemente en el desarrollo vegetativo de la planta y unido a ello diversos autores

coinciden que en adecuadas dosis favorece la formación de flores femeninas en la planta. Cuando se aplica nitrógeno en exceso se reducen los rendimientos y la calidad de la producción. así como también se incrementa la susceptibilidad a las enfermedades. Deficiencia de este elemento se manifiesta por amarillamiento del follaje y es mucho más dañino si ocurre en los primeros periodos de desarrollo de la planta; unido a lo anterior un suelo rico en fosforo y potasio puede traer como consecuencia que las plantas se queden pequeñas y aumente la cantidad de flores masculinas (Wonder Corporation 2024).

Fósforo

El fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores (InfoAgro s. f.-d). Se ha determinado que dosis adecuadas de este elemento posibilitan una mayor consistencia de los frutos y una mayor aptitud para la conservación. Arzola *et al*. (1996) señalan además que el pepino cultivado para producir semillas tiene una mayor exigencia de fósforo.

Potasio

Según Guenkov (1969) plantea que en el periodo en que se inicia el alargamiento de las guías y en la fructificación la planta del pepino necesita mayores cantidades de potasio que en las restantes etapas de desarrollo. Sus exigencias al potasio se patentizan en el hecho de que las cenizas del pepino presentan un contenido de un 53% de este elemento. Cuando hay deficiencia de potasio las hojas inferiores de la planta muestran una coloración verde oscura con los bordes de un color gris

ceniciento las cuales finalmente mueren sin separarse de la planta. Una dosis elevada de potasio afecta los rendimientos y la calidad del pepino. No es recomendable aplicar el cloruro de potasio porque el pepino es muy sensible a los cloruros.

Micro y Macroelementos

Los microelementos van a incidir notoriamente en el color de la fruta su calidad y la resistencia de la planta principalmente el hierro y manganeso. El aporte de microelementos que años atrás se había descuidado en gran medida resulta vital para una nutrición adecuada (InfoAgro s. f.-d). En cuanto a micronutrientes el calcio es un elemento relevante para la calidad del cultivo ya que favorece las defensas de las plantas frente a enfermedades. Además otros micronutrientes como el hierro y el magnesio influyen significativamente en el color de la fruta su calidad y la resistencia de la planta. Micronutrientes: Hierro (Fe) Zinc (Zn) Manganeso (Mn) y Boro (B) son cruciales ordenados en extracción Fe > Zn > Mn > Cu. Macronutrientes: K N y P son los más importantes seguidos por Ca y Mg. El Potasio es el más extraído esencial para resistencia y rendimiento (Wonder Corporation 2024).

Abono orgánico

Se considera que el pepino responde favorablemente a la aplicación de abono orgánico por lo que esto influye en el mejoramiento de las condiciones físicas del suelo (Claude 2013 como se citó en Ponce 2020).

Fertilización empleada

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma

de sólidos solubles (nitrato cálcico nitrato potásico nitrato amónico fosfato monopotásico fosfato monoamónico sulfato potásico y sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico y ácido nítrico) debido a su bajo coste y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente solos o en combinación con los abonos simples a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo (InfoAgro s. f.-d).

Los requisitos varían de acuerdo con las necesidades del suelo pero responde a niveles medios de aplicación de N y K y bajos de P.

El cultivo de Pepino extrae del suelo las siguientes cantidades de nutrientes / Manzana. (07 ha): 40 Kg. de Nitrógeno (N2) 30 Kg. de Fósforo (P2) 60 Kg. de Potasio(K).

Requerimientos nutricionales de Pepino / Manzana (07 ha):35 Kg. de Nitrógeno (N2) 95 Kg. de Fósforo (P2) 100 Kg. De Potasio (K) (SAG 2005).

En conclusión, los pepinos prosperan mejor con fertilizantes como la urea, el sulfato de potasio y el superfosfato de calcio. Los principales métodos de aplicación son la fertilización de base, el abonado de cobertera y la pulverización foliar. El éxito de la fertilización depende en gran medida del manejo adecuado de la concentración, el momento y la ubicación del fertilizante. Los programas de fertilización deben ajustarse a las necesidades de crecimiento del cultivo y al estado nutricional del suelo. En la práctica, es fundamental considerar la variabilidad de los suelos, las condiciones climáticas y las distintas

técnicas de fertilización disponibles (SAG, 2005).

6.3.8 Variedades comerciales

El pepino es una planta diploide (2n = 14). Se plantea por algunos autores que el pepino tiene un gene dominante Acr que produce feminidad completa o casi completa, así como genes recesivos para androesterilidad. En muchos países se producen híbridos los cuales alcanzan más altos rendimientos cosechas tempranas y presentan posibilidades para la cosecha mecanizada.

En Ecuador se cultivan diversas variedades de pepino destacándose el Pepino Rocco muy valorado por agricultores y consumidores por su resistencia y calidad y el Pepino XL (o Gigante) conocido por su gran tamaño y alta productividad; también se cultivan híbridos como el Matías y Akito F1 que son populares en el sector agrícola por su rendimiento y adaptación al cultivo en invernadero y campo abierto (Biology Discussion s. f.).

Variedades Populares en Ecuador

Pepino Rocco: Considerado el mejor por muchos agricultores ecuatorianos es resistente a enfermedades tiene buen vigor y produce frutos firmes verde oscuro y de excelente tamaño (Agroverde Ecuador s. f.).

Pepino XL (Gigante): Se destaca por su gran tamaño y excelente rendimiento siendo un favorito para producciones a gran escala.

Pepino Híbrido Matías: Alta productividad resistencia y frutos lisos

oscuros y comerciales apto para campo abierto e invernadero. Hibrido que se destaca por su alta productividad y resistencia a enfermedades. Planta vigorosa que emite 3 a 4 ramas laterales con excelente carga de frutos de color verde obscuro lisos de 26-28 cm de largo por 5 a 7 cm de diámetro siendo estos altamente comerciales con muy buena postcosecha. Se adapta muy bien para cultivo a campo abierto e invernadero (Alaska S. A. s. f.).

Pepino Akito Híbrido F1: Ideal para pequeños pepinos (pepinillos) fácil de cultivar maduración temprana y muy productivo perfecto para encurtidos y cultivos hidropónicos. Las Semillas de pepinillo akito hybrido F1 son simientes de fácil y rápido cultivo. Esta variedad de pepino pequeño es muy productiva y de maduración temprana. Está destinada al cultivo en invernadero o campo abierto. Los pequeños tienen un tamaño pequeño y cilíndrico de color verde claro y una longitud de entre 6 y 10 cm. Es ideal para encurtidos. Los primeros frutos maduran en el día 40 después de la siembra y se mantiene mediante la absorción de las propiedades que le facilita el terreno. Son las mejores semillas para el sector agrícola (Hidroponía Ecuador s. f.).

6.4 6.4-El cultivo de sandia (sandía (*Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai*)



Figura 32. Cultivo de sandía.

Fuente: https://www.freepik.es/foto-gratis/frutas-otono-colgando-rama-arbol-jardin_12231477.htm#fromView=keyword&page=1&position=0&uuid=1422a6a0-c9b7-4965-8f5b- 594936121a88&query=Planta+sandia

6.4.1 Características

La sandía (Foto 32) es el fruto de una planta herbácea perteneciente a la familia de las cucurbitáceas caracterizada por su crecimiento rastrero y hábito trepador anual. Presenta tallos pilosos con zarcillos hojas profundamente lobuladas y flores amarillas unisexuales. El fruto es de tipo pepónide de gran tamaño carnoso y muy jugoso ya que su contenido de agua supera el 90 %. Generalmente posee pulpa de color rosado o rojo y sabor dulce aunque existen variedades de pulpa amarilla y sabor menos dulce o amargo (FEN s. f.).

6.4.2 Origen y evolución

El cultivo hortícola de sandía tiene su origen en países de África Tropical y del Medio Oriente donde en algunas zonas crece de forma silvestre (INIA 2017 como se citó en Morocho 2022). Posteriormente se extendió hacia diversas regiones bañadas por el mar Mediterráneo y con la llegada de los pobladores europeos alcanzó el continente americano extendiéndose rápidamente por todo el continente y el mundo (Casaca 2005 como se citó en Morocho 2022).

El incremento del consumo de *Citrullus lanatus* a lo largo de los años se debe al auge de las ventas de productos procesados frescos listos para el consumo (INIA 2017 como se citó en Morocho 2022). En la actualidad es una de las frutas más cultivadas a nivel mundial principalmente en países como China principal productor con aproximadamente el 80 %

de la producción mundial así como Japón España Grecia Italia y Turquía (Casaca 2005 como se citó en Morocho 2022). Asimismo existen más de 150 variedades clasificadas según el color de la pulpa el color de la cáscara la forma y el peso del fruto el tiempo de cosecha entre otros aspectos (Infoagro 2003 como se citó en Cantos & Giler 2012 como se citó en Morocho 2022).

6.4.3 Importancia alimenticia

La sandía es un fruto altamente apreciado por su efecto refrescante y sus propiedades diuréticas las cuales se relacionan con su elevado contenido de agua y su capacidad alcalinizante favoreciendo la eliminación de ácidos perjudiciales para el organismo. Está constituida mayoritariamente por agua con valores que oscilan entre el 93 % y el 95 % de su peso fresco lo que explica su bajo aporte energético y su reducido valor nutritivo en términos generales. No obstante aporta cantidades apreciables de algunas vitaminas y minerales. El color rosado característico de su pulpa se debe a la presencia de carotenoides sin actividad provitamínica principalmente luteína y licopeno destacándose este último por encontrarse en altas concentraciones. La sandía constituye una de las principales fuentes dietéticas de licopeno con contenidos aproximados de 2.454 µg por cada 100 g de porción comestible compuesto de gran relevancia por su acción antioxidante (Chemonics International Inc. s. f.; FEN s. f.).

Su importancia alimentaria le respalda:

- Fuente de hidratación: La sandía es principalmente agua (alrededor del 93%) lo que la convierte en una fruta ideal para la

hidratación especialmente en climas cálidos como los de Ecuador.

- Vitaminas y minerales: Contiene vitaminas A y B así como minerales como el potasio y el manganeso.
- Bajo contenido calórico: La sandía es baja en calorías lo que la convierte en una opción saludable para incluir en la dieta.
- Antioxidantes: Su pulpa roja contiene licopeno un antioxidante que puede ayudar a proteger contra ciertas enfermedades (El Poder del Consumidor 2021).

6.4.4 Clasificación y descripción botánica

Taxonomía

Tabla 47. Clasificación taxonómica de (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & NaKai).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Equisetopsida**
Subclase	**Magnoliidae**
Orden	**Cucurbitales**
Familia	**Cucurbitaceae**
Género	***Citrullus***
Especie	***lanatus* (Thunb.)**
Nombre científico	***Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai**

Nota. Información adaptada de (Tropicos 2019 como se citó en Asqui

2020).

Este cultivo es una planta anual herbácea de rápido crecimiento que se desarrolla sin dificultad en las regiones del trópico.

Sistema radical

El sistema radicular de la sandía (*Citrullus lanatus*) es profundo y altamente ramificado conformado por una raíz principal y numerosas raíces secundarias. La raíz principal puede alcanzar profundidades aproximadas de hasta 080 m mientras que las raíces secundarias pueden extenderse entre 1 y 2 m alcanzando un diámetro radicular de hasta 4 m dependiendo del tipo de suelo y de otros factores edáficos y ambientales. No obstante en los principales países productores de esta hortícola el sistema radicular propio de la sandía pierde relevancia agronómica ya que aproximadamente el 95 % del cultivo se establece mediante injerto sobre patrones de *Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata* práctica que mejora la adaptación vigor y resistencia del cultivo siendo este patrón análogo al utilizado en patilla (Panchana 2009; Peñarrieta 2015 como se citó en Morocho 2022).

Tallo

El tallo de la sandía presenta un crecimiento erecto durante los primeros 25 días posteriores a la germinación de la semilla; posteriormente cuando la planta alcanza entre cinco y ocho hojas verdaderas el tallo principal emite brotaciones secundarias que se originan en las axilas de las hojas. A partir de estas ramificaciones secundarias se desarrollan ramas terciarias de manera sucesiva. Gracias a la presencia de zarcillos

bífidos o trífidos la planta adquiere un hábito trepador pudiendo alcanzar longitudes de hasta seis metros y cubrir una superficie aproximada de cuatro a cinco metros cuadrados. Debido a la consistencia débil del tallo este se extiende y se apoya sobre el suelo para su desarrollo. Morfológicamente el tallo es de color verde y se encuentra cubierto por pubescencias blancas que pueden ser suaves o de tipo hirsuto (Chamorro & Gallegos 2012; Chumo 2017; Peñarrieta 2015 como se citó en Morocho 2022).

Hojas

Las hojas de la sandía son pecioladas y de tipo pinnado divididas en tres a cinco lóbulos de forma redondeada los cuales a su vez se segmentan en subdivisiones menores. El haz de la hoja presenta una textura suave mientras que el envés es áspero y muestra nerviaciones bien pronunciadas. El nervio principal se ramifica en nervios secundarios y terciarios que se extienden hacia los segmentos terminales de la hoja. En la axila de las hojas se desarrollan zarcillos que permiten a la planta sostenerse tanto del suelo como de la vegetación circundante. Asimismo las hojas presentan fototropismo positivo característica que les permite orientarse en función de la posición del sol favoreciendo el equilibrio energético y la regulación del contenido hídrico en los tejidos vegetales (Peñarrieta 2015; Panta 2015; Alcívar 2020 como se citó en Morocho 2022).

Flores

En la sandía en las axilas de las hojas se desarrollan yemas protegidas por pequeñas hojas dispuestas de forma imbricada. Estas yemas son de

tipo florífero y dan origen a flores masculinas y femeninas siendo estas últimas las que una vez polinizadas originan el fruto. La diferenciación entre ambos tipos florales es evidente ya que las flores femeninas presentan un ovario ínfero claramente visible. Las flores de la sandía son solitarias pedunculadas y de inserción axilar con una coloración amarilla intensa que junto con su aroma y producción de néctar atrae a los insectos polinizadores por lo que se consideran entomógamas. La especie presenta flores unisexuales en una misma planta es decir es monoica coexistiendo flores masculinas o estaminadas y flores femeninas o pistiladas en un mismo individuo (Reche 2000).

Fruto

El fruto de la sandía corresponde a una falsa baya globosa o una pepónide de forma oblonga constituida por tres carpelos fusionados que se adhieren al receptáculo y originan el pericarpio. La cáscara es generalmente gruesa lisa y quebradiza con un espesor que varía entre 05 y 4 cm presentando coloraciones que van desde verde claro hasta verde oscuro con líneas o bandas de distintas tonalidades. El pericarpio o pulpa es dulce de textura crocante y no harinosa características que la hacen altamente apreciada para el consumo. La coloración de la pulpa y de los carpelos fusionados depende del genotipo de la variedad pudiendo variar desde rosado pálido hasta rojo intenso o amarillo. De igual manera el peso del fruto puede oscilar entre 1 y 20 kg con diámetros de hasta 30 cm y longitudes superiores a los 32 cm.

Las semillas presentan variabilidad en tamaño y coloración pudiendo ser blancas marrones café o negras; algunas variedades no presentan semillas ya que corresponden a materiales triploides.

El índice de madurez del fruto está determinado principalmente por el contenido de sólidos solubles totales (°Brix). En condiciones de campo la sandía madura se reconoce por el sonido característico al golpear el fruto la presencia de una mancha amarillenta o blanquecina en la parte en contacto con el suelo (guata) el pedúnculo seco y la aparición de un polvo blanquecino en la superficie del fruto. En condiciones normales el fruto no puede almacenarse por más de tres semanas. La medición de los °Brix permite determinar el punto óptimo de cosecha registrándose valores entre 1043 y 1356 °Brix; diversos autores coinciden en que los frutos deben presentar al menos 10 °Brix para garantizar un sabor dulce adecuado. Este parámetro de calidad está estrechamente relacionado con factores como el tamaño la forma la variedad y la presencia de defectos o anormalidades en el fruto (Rodríguez 2017; Chumo 2017; INIA 2017; InfoAgro 2020; Lockuan & Valentin 2021 como se citó en Morocho 2022).

Semillas

Las semillas de la sandía se encuentran distribuidas a lo largo de la pulpa del fruto a diferencia del melón cuyas semillas se concentran en una cavidad central. Generalmente presentan una longitud inferior al doble de su anchura con forma aplanada y ovoidal textura dura y variabilidad tanto en peso como en coloración pudiendo ser blancas amarillas marrones o negras con o sin moteado. Asimismo algunas semillas presentan expansiones alares en los extremos más agudos característica morfológica propia de la especie (Reche 2000).

6.4.5 Exigencias ecológicas. Temperatura

Durante la época de siembra el suelo previamente calentado por la radiación solar alcanza una temperatura óptima entre 20 y 25 °C lo que permite que la semilla de sandía germine en un período aproximado de 5 a 7 días. Cuando la temperatura del suelo es inferior a 15 °C el proceso de germinación se ve dificultada razón por la cual se recurre al forzado de la germinación en macetas o bandejas con el fin de proporcionar condiciones climáticas adecuadas. Por el contrario, temperaturas del suelo superiores a 35–40 °C también ralentizan y dificultan la germinación siendo este proceso más lento cuanto mayor sea la desviación respecto al rango óptimo.

Una vez ocurrida la germinación y emergencia de la plántula se recomienda que la temperatura ambiental especialmente en sistemas bajo invernadero no descienda por debajo de 20 °C durante la noche ni supere los 30 °C durante el día. La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta se sitúa entre 25 y 28 °C. Valores superiores a 35 °C incrementan la transpiración lo que en las etapas iniciales del cultivo puede provocar daños por deshidratación. En la fase de floración la temperatura óptima se aproxima a los 20 °C favoreciendo la germinación del polen y la fecundación de las flores femeninas. Finalmente durante la maduración de los frutos la sandía requiere temperaturas superiores a los 20 °C para un adecuado desarrollo y calidad del fruto (Reche 2000).

Luz

La luminosidad influye en el fotoperíodo entendido como la respuesta

de las plantas a la duración del día especialmente en relación con el inicio de la floración. En el cultivo de la sandía la duración del día no ejerce una influencia determinante ya que la especie muestra indiferencia frente a variaciones en el fotoperíodo. No obstante condiciones de iluminación muy baja favorecen el ahilamiento de las plántulas en los semilleros afectando negativamente su desarrollo. Por el contrario una iluminación intensa incrementa en términos generales el número de flores y favorece la precocidad en la maduración de los frutos contribuyendo a una mejor productividad del cultivo (Reche 2000).

Suelos

La sandía es un cultivo que no presenta altas exigencias edáficas; sin embargo alcanza un mejor desarrollo y productividad en suelos bien drenados fértiles y con adecuado contenido de materia orgánica. El suelo más idóneo para su cultivo es el franco arenoso debido a su buena capacidad de drenaje ya que la planta es susceptible al encharcamiento y a problemas fitosanitarios como Fusarium. Se recomienda un contenido de materia orgánica entre 25 y 3 % y un pH ligeramente ácido comprendido entre 50 y 68. La sandía presenta una tolerancia moderada a la salinidad; no obstante niveles elevados de sales afectan negativamente el crecimiento vegetativo y el tamaño del fruto. Los suelos pesados no son recomendables pues prolongan el ciclo del cultivo y reducen el rendimiento y la calidad de los frutos mientras que los suelos de textura arenosa tienden a acortar la etapa fenológica. Adicionalmente se sugiere realizar la rotación del cultivo cada dos a tres años con especies transitorias como medida para mantener la sanidad y productividad del sistema (Chemonics International Inc. s. f.; Chumo

2017 como se citó en Morocho 2022).

6.4.6 Fisiología

El ciclo fenológico de la sandía (*Citrullus lanatus*) se desarrolla en términos generales en un período aproximado de 92 a 100 días desde la siembra hasta el final de la cosecha. Este proceso comprende una serie de etapas claramente definidas cuyo conocimiento resulta fundamental para la adecuada planificación y manejo agronómico del cultivo (Panta 2015 como se citó en Morocho 2022).

Tabla 48. Fisiología de la sandía (Citrullus lanatus).

Etapa fenológica	Días transcurridos desde la siembra
Emergencia o germinación	**5 – 6**
Inicio de la emisión de guías	**18 – 23**
Inicio de la floración	**25 – 28**
Pico de floración	**35 – 40**
Inicio de cosecha	**71 – 80**
Fin de cosecha	**92 – 100**

Fuente: Cadena Hortofrutícola de Córdoba (2008) como se citó en Morocho (2022).

Adicionalmente el desarrollo fenológico de la sandía depende de la variedad cultivada ya sea diploide o triploide presentando variaciones que deben ser consideradas para un manejo eficiente del cultivo. En este sentido se distinguen tres fases principales: fase vegetativa fase reproductiva y fase de maduración.

La fase vegetativa se extiende aproximadamente desde la siembra hasta los 23 días periodo en el cual ocurre la emergencia o germinación el desarrollo de la plántula y la elongación de hojas y tallos formándose

los órganos vegetativos destinados al crecimiento. La fase reproductiva comprende aproximadamente de los 24 a 45 días iniciándose con la aparición de yemas florales primero masculinas y posteriormente femeninas. Finalmente la fase de maduración se desarrolla desde los 46 hasta los 85 días etapa que inicia con la fecundación de la flor femenina seguida del cuajado crecimiento y maduración del fruto procesos determinantes para el rendimiento y calidad de la producción (Osorio 2010 como se citó en Morocho 2022).

6.4.7 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

La sandía requiere una fertilización adecuada a lo largo de todo su desarrollo fenológico siendo especialmente crítica durante las etapas de floración y amarre del fruto. Un manejo nutricional equilibrado permite optimizar el crecimiento la productividad y la calidad del fruto mientras que aplicaciones inadecuadas pueden afectar negativamente el cuajado y el rendimiento del cultivo (Jiménez 2010 como se citó en Morocho 2022).

Importancia del análisis de suelo

Antes de iniciar cualquier programa de fertilización es indispensable realizar un análisis de suelo con el fin de identificar los nutrientes disponibles y aquellos que presentan deficiencias. Esta información permite realizar los ajustes necesarios y garantizar que se cubran los requerimientos nutricionales del cultivo durante todas sus etapas fisiológicas. Asimismo, es fundamental considerar el estado fenológico

de la planta al momento de aplicar los fertilizantes ya que esto optimiza la eficiencia en la absorción y aprovechamiento de los nutrientes (FAO 2013 como se citó en Morocho 2022).

Nitrógeno

El nitrógeno influye directamente en la productividad del cultivo ya que favorece el crecimiento vegetativo y el desarrollo de la planta. No obstante aplicaciones excesivas durante las etapas de floración y amarre resultan contraproducentes ya que afectan negativamente el cuajado del fruto. Se recomienda fraccionar su aplicación en tres momentos: una dosis al trasplante una antes de la floración y una tercera al inicio de la producción de frutos (Jiménez 2010; Cantos & Giler 2012 como se citó en Morocho 2022).

Las necesidades totales de nitrógeno para el cultivo de sandía se estiman en aproximadamente 165 kg/ha pudiendo aplicarse 12 kg/ha cerca de la línea de trasplante y entre 90 y 110 kg/ha cuando la planta alcanza una altura de 7 a 12 cm (Casaca 2005 como se citó en Morocho 2022).

Fosforo

El fósforo desempeña un papel clave durante la primera etapa fisiológica del cultivo acelerando la tasa de crecimiento inicial y favoreciendo la floración y la fructificación. Este nutriente se recomienda aplicar principalmente al momento de la siembra. En suelos pobres en fósforo (menos de 8 ppm) se sugiere una aplicación de 135 kg/ha de P_2O_5 mientras que en suelos con altos contenidos (mayores a 15 ppm) la dosis puede reducirse a 110 kg/ha (Jiménez 2010; Casaca 2005 como se citó en Morocho 2022).

Potasio

El potasio es indispensable para incrementar el número de frutos por planta mejorar el contenido de sólidos solubles (°Brix) y aumentar la resistencia del cultivo frente a enfermedades. Su aplicación puede realizarse al momento de la siembra y al inicio de la floración. Las necesidades totales de potasio en sandía se estiman en aproximadamente 250 kg/ha aunque su dosis final depende del contenido del nutriente en el suelo pudiendo variar entre 110 y 220 kg/ha (Jiménez 2010; Cantos & Giler 2012; Casaca 2005 como se citó en Morocho 2022).

Calcio y Magnesio

El calcio y el magnesio son nutrientes secundarios esenciales para el desarrollo estructural y fisiológico de la planta. La sandía requiere aproximadamente 50 kg/ha de calcio y 20 kg/ha de magnesio siendo estos elementos importantes para la estabilidad celular la fotosíntesis y la calidad del fruto (Cantos & Giler 2012 como se citó en Morocho 2022).

Micronutrientes

Además de los macronutrientes el cultivo de sandía necesita la disponibilidad adecuada de micronutrientes los cuales aunque requeridos en menores cantidades cumplen funciones esenciales en los procesos metabólicos y fisiológicos de la planta (Jiménez 2010 como se citó en Morocho 2022).

Distribución de nutrientes según la etapa fisiológica

Con base en la cantidad total de nutrientes requeridos por el cultivo el

porcentaje de aplicación debe ajustarse de acuerdo con la etapa fenológica de la planta. Esto permite asegurar una mayor disponibilidad de los elementos en los períodos de mayor demanda y evitar pérdidas por lixiviación o baja eficiencia de absorción (INIA 2017 como se citó en Morocho 2022).

Tabla 49. Aporte nutricional en el cultivo de sandía (Citrullus lanatus) según su fisiología.

ESTADO FENOLÓGICO	CARACTERÍSTICAS	N (%)	P_2O_5 (%)	K_2O (%)	CaO (%)
Estado vegetativo (45 días)	Desarrollo de raíces Desarrollo vegetativo	15	25	5	**10**
Floración y cuajado de frutos (18 días)	Floración masculina Floración femenina Cuajado de frutos	10	25	5	**40**
Rápido crecimiento de frutos (17 días)	Alargamiento exponencial del fruto Alto desarrollo vegetativo Segunda cuaja de frutos	25	20	15	**20**
Lento crecimiento de frutos (20 días)	Llenado de frutos Tercera cuaja de frutos Lento desarrollo	35	15	25	**20**

	vegetativo				
Maduración de los frutos (25 días)	Acumulación de azúcares Inicio de declinación del sistema radical	10	10	25	**10**
60 % de cosecha (depende de la variedad)	Acumulación de azúcares Inicio de declinación de guías Etapa media de declinación de raíces	5	5	20	**0**
Final de cosecha (depende de la variedad)	**Última acumulación de azúcares Declinación de guías** **Alta declinación de raíces**	**0**	**0**	**5**	**0**

Fuente: INIA (2017) como se citó en Morocho (2022).

6.4.8 Variedades comerciales

La Sandia es planta diploide (2n = 22). El uso de algunas fitohormonas (giberelina ethrel) han alterado la relación de flores estaminíferas y pistilíferas facilitando la producción de híbridos (Guo *et al.* 2013).

En algunos países se producen variedades híbridas cultivando en el campo en gran escala líneas consanguíneas tetraploides y diploides. Las

líneas castradas producen semilla híbrida triploide F1 que da plantas estériles con frutos sin semillas (FAO).

Lo más significativo se observa en sus frutos de forma cilíndrica y alargada que pueden alcanzar una longitud de 40-60 cm y un diámetro de 18-20 cm. Regularmente su peso no rebasa los 10 kg. aunque se han logrado melones de 15-20 kg.

Variedades más cultivadas

En Ecuador se cultivan diversas variedades de sandía entre las que destacan la "Charleston Gray" "American Sweet" "Quetzali" "Esmeralda" "Canaguay Star" y "Royalton". También se pueden encontrar variedades como "Crimson Sweet" "Sugar Baby" y sandías sin semillas (triploides) así como opciones amarillas y mini sandías. Además se cultivan híbridos como la "Royal sweet F-1" y la "Sandia Hibrida Ghalina".

Entre las variedades más cultivadas tenemos:

Charleston Gray. Este melón se originó en Charleston Carolina del Sur alrededor de 1954. El melón Charleston Gray tiene pulpa roja brillante un interior dulce y crujiente forma oblonga y una cáscara exterior verde grisácea. Su cáscara gruesa se usa a menudo para hacer sandía encurtida. Tiene guías largas y fuertemente desarrolladas. Las hojas son grandes y profundamente hendidas. Los frutos presentan forma cilíndrica y alargada con 18-20 cm de diámetro y 40-60 cm de longitud. Su peso promedio fluctúa entre 8-10 kg pero algunos pueden llegar hasta 20 kg. La cascara es de color verde blanquecino con una red de malla fina de

un verde más intenso; su grosor es de 15 cm pero en caso de condiciones ambientales desfavorables (alta humedad del suelo etc.) puede llegar hasta 3 cm. La pulpa es rosada compacta pero un poco áspera. Las semillas son de color casi castaño de tamaño regular y con una malla más oscura. Desde la germinación hasta la recogida desde transcurrir un lapso de 85 días (Alaska S. A. s. f.-a).

Sugar Baby. Una variedad más pequeña ideal para quienes buscan sandías individuales. Las guías son cortas de 140 – 150 m. las hojas tienen tamaño regular y color verde azulado. Los frutos ovalados relativamente pequeños (3-5kg) con cáscara muy fina (1cm) polvo blanquecino que parece cera. La pulpa es de color rojo intenso jugosa suelta de muy buena palatabilidad con un contenido aproximado de 88-95 de azúcares. Es una variedad temprana de germinación hasta la primera recogida deben pesar aproximadamente 75-78 días. Los frutos maduran simultáneamente (PortalFrutícola 2019).

American Sweet. Otra variedad popular en Ecuador apreciada por su sabor y textura.

Quetzali. Una variedad que se cultiva en algunas zonas del país. amaño de fruta de 3-5 Kg. fruta redonda y muy uniforme (baja densidad 5.000 a 6000 plantas/ha) (2-3 kg alta densidad 12000 plantas/ha) cosecha aproximada a los 80 - 85 días. Buen amarre de fruto y excelente potencial de rendimiento 16 t/ha. Color de la cáscara verde intenso con estrías clara aspecto elegante pulpa atractiva firme de color rojo con pepitas muy pequeñas y un excelente sabor. alto contenido de azucares (Brix). Tiene potencial para ser utilizado en la industria de las frutas recién

cosechadas y como polinizador resistencia intermedia a raza de antracnosis 1 (Alaska S. A. s. f.-a).

Esmeralda Canaguay Star Royalton: Estas son variedades específicas ofrecidas por Terra Semillas S.A.

Crimson Sweet. Una variedad común con frutos grandes y rayas verdes oscuras. Aspecto: forma redonda piel verde clara con franjas oscuras Pulpa: roja intensa Sabor: muy dulce y jugosa Observaciones: es una de las más cultivadas y vendidas en supermercados

Otras variedades mencionadas en el contexto ecuatoriano:

Royal sweet F-1. Un híbrido vigoroso con frutos grandes y oblongos resistente a enfermedades. híbrido vigoroso con precocidad uniformidad y gran tamaño produce frutos grandes y oblongos que pesan de 9 a 11 kilogramos 35 cm de largo y 20 cm de ancho; resistente a Fusarium y Antracnosis. Corteza de color verde con rayas color verde claro pulpa firme y brillante.

Sandia Hibrida Ghalina. Un híbrido de buen rendimiento con frutos de color verde intenso y pulpa roja crujiente. Sandia tipo Glory presenta una planta vigorosa con un ciclo de 68-70 días después de la siembra con frutos de color verde intenso y pulpa de color rojo crujiente de muy buen sabor. Los frutos son de un peso medio de 10-12 kg. Muy buena tolerancia a enfermedades del suelo y de las hojas.

Jubilee: Es una variedad que se destaca por su pulpa roja brillante y alto contenido de azúcar. El fruto tiene forma alargada (oblonga) 45 cm de largo por 25 cm de diámetro. Peso aproximado 12 a 14 Kg. El color de

la corteza es verde oscuro liso.

Carolina Cross: Aunque no es común en Ecuador se menciona como la sandía más grande del mundo y puede ser interesante para productores (AgroSad s. f.).

Es importante destacar que la disponibilidad de estas variedades puede variar según la zona geográfica y los distribuidores locales. Si estás interesado en cultivar sandías en Ecuador te recomiendo contactar a distribuidores de semillas como Terra Semillas S.A. o consultar con agencias de extensión agrícola locales para obtener información más precisa sobre las variedades recomendadas para tu zona y las técnicas de cultivo específicas.

6.5 El cultivo de zapallo (Cucúrbita máxima D.)



Figura 33.Cultivo de zapallo.

6.5.1 Características

El zapallo (Foto 33) es una hortaliza ampliamente cultivada en el cantón Zapotillo donde es altamente valorado por su aporte nutricional y su aceptación en la alimentación local. Tradicionalmente su cultivo se ha realizado de forma orgánica desde tiempos ancestrales sembrándose principalmente durante la época invernal en asociación con el maíz. Esta

especie corresponde a una planta rastrera perteneciente a la familia Cucurbitaceae característica de los sistemas agrícolas tradicionales de la zona. Las plantas pueden alcanzar longitudes de hasta 10 m y se distinguen por la presencia de hojas grandes y sedosas así como por flores amarillas que resultan atractivas para las abejas debido a su abundante polen. Los frutos presentan variaciones en tamaño y color según la variedad cultivada oscilando entre tonalidades verdes y amarillas intensas y poseen una cavidad interna que alberga numerosas semillas ovaladas y aplanadas. El zapallo es una hortaliza de fácil establecimiento ya sea mediante siembra directa o en semillero y destaca por ser digestiva nutritiva y de amplio uso tanto en la cocina tradicional como en la gastronomía moderna (Crónica 2023).

6.5.2 Origen y evolución

El cultivo del zapallo tiene un origen ancestral en el territorio americano y se remonta a los primeros asentamientos humanos vinculándose estrechamente con el surgimiento de la agricultura. Evidencias arqueológicas indican que el zapallo junto con el maíz y el frejol formó parte fundamental de la dieta de civilizaciones prehispánicas como la inca y la azteca antes de la llegada de los españoles. En las regiones donde se estableció el Imperio Inca se han encontrado restos asociados al cultivo de zapallo que datan entre 300 y 500 años de antigüedad lo que confirma su importancia histórica y cultural en la alimentación ancestral (Suquilanda s. f. como se citó en Puga & Coronel 2018).

Desde el punto de vista botánico el zapallo pertenece a la familia Cucurbitaceae la cual agrupa aproximadamente 120 géneros y cerca de

800 especies. Esta especie desarrolla largas ramas provistas de zarcillos que facilitan la captación de la luz solar. El género Cucurbita es originario de América y comprende alrededor de 27 especies las cuales pueden ser anuales o perennes y se cultivan principalmente para el consumo del fruto tanto en estado inmaduro como maduro. Además otras partes de la planta como hojas flores y semillas también son aprovechadas en diversas preparaciones culinarias (Della 2013 como se citó en Puga & Coronel 2018).

6.5.3 Importancia alimenticia

En el Ecuador existe una demanda constante de zapallo debido a su amplio uso en la gastronomía tradicional y cotidiana de la población. Este producto se emplea en diversas preparaciones culinarias tales como cremas compotas purés y sopas que forman parte del consumo regular. No obstante la demanda de zapallo se incrementa significativamente durante determinadas festividades como la Semana Santa periodo en el cual se elabora la tradicional fanesca. De esta manera el consumo de zapallo se encuentra profundamente arraigado en la dieta ecuatoriana; sin embargo a pesar de su importancia alimentaria continúa siendo una materia prima poco industrializada y se utiliza mayoritariamente en estado fresco (Suquilanda s. f. como se citó en Puga & Coronel 2018).

Desde el punto de vista nutricional el fruto del zapallo presenta un elevado contenido de betacarotenos lo que le confiere un alto aporte de vitamina A con valores que oscilan entre 3.000 y 4.000 UI por porción nutriente esencial para el crecimiento y desarrollo adecuado de niños y niñas. Asimismo este cultivo constituye una fuente relevante de

compuestos nutricionales que contribuyen a mejorar la calidad de la dieta razón por la cual ha sido considerado de interés para el desarrollo de productos alimenticios con fines nutricionales (Puga & Coronel 2018).

6.5.4 Clasificación y descripción botánica.

Taxonomía

La taxonomía del zapallo que es el nombre común para varias especies del género Cucurbita se organiza de la siguiente manera:

Tabla 50. Clasificación taxonómica de (Cucúrbita máxima D.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae**
Subreino	**Tracheobionta**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Subclase	**Dilleniidae**
Orden	**Cucurbitales**
Familia	**Cucurbitaceae**
Subfamilia	**Cucurbitoideae**
Tribu	**Cucurbiteae**
Género	***Cucurbita***

Nota. Información adaptada de Della (2013) como se citó en Puga y Coronel (2018).

De acuerdo con el manual de cultivo del zapallo el ser humano ha

domesticado y cultivado principalmente cinco especies del género *Cucurbita* destinadas al consumo de sus frutos. Entre ellas se encuentran *Cucurbita maxima C. moschata C. pepo y C. argyrosperma* las cuales corresponden a especies de ciclo anual así como *C. ficifolia* que se caracteriza por su hábito perenne y por su amplio uso en la elaboración de productos de repostería (Gaspera 2013 como se citó en Puga & Coronel 2018).

Asimismo las especies mencionadas presentan dos centros de origen claramente diferenciados.

Cucurbita pepo C. moschata C. argyrosperma y C. ficifolia son originarias de México mientras que

C. maxima tiene su origen en regiones del sur de Perú Bolivia y Argentina lo que evidencia la amplia distribución geográfica y diversidad genética del género Cucurbita en el continente americano (Gaspera 2013 como se citó en Puga & Coronel 2018).

Sistema radical: La planta de zapallo presenta un hábito de crecimiento rastrero y posee un sistema radical conformado por una raíz pivotante acompañada de numerosas raíces adventicias lo que le permite una adecuada absorción de agua y nutrientes (Puga & Coronel 2018).

Tallos

El zapallo presenta tallos de sección angulosa y una superficie densamente pubescente. Además desarrolla zarcillos apicales que le permiten fijarse y extenderse sobre la superficie del suelo o sobre la vegetación circundante facilitando así su crecimiento y estabilidad

durante el desarrollo de la planta (Castro 2013).

Hojas

Las hojas del zapallo son de gran tamaño con forma cordiforme y pentalobulada presentan nervaduras bien definidas y una abundante pilosidad en su superficie características que contribuyen a su protección y adaptación al ambiente (Castro 2013).

Flores

Las flores masculinas en pedicelos de 10-20 cm; cáliz campanulado de 5-20 x 8-25 mm sépalos linear lanceolados a raramente foliáceos de 10-35 mm de largo; corola tubular-campanulada amarilla a anaranjada de 6-12 cm de largo con 5 lóbulos hasta un tercio de su longitud total; 3 estambres. Flores. femeninas sobre pedúnculos robustos de 2-35 cm; ovario globoso ovoide-elíptico botuliforme o piriforme multilocular; cáliz reducido y corola algo más grande que en las masculinas; 3 estigmas (Orellana 2012).

Frutos

Son piriforme cortos o largos y rectos o encorvados en la parte más delgada de 11-50 cm de largo; cáscara rígida lisa a levemente costada blanca con franjas verdes longitudinales reticuladas a totalmente blancas pulpa blanca amarilla a anaranjada semillas elípticas ligeramente infladas de 15-30 x 8-16 mm de testa blanca lisa y suave (Orellana 2012).

Características detalladas del fruto:

- Forma: Puede ser esférica achatada ovalada o alargada dependiendo de la variedad.
- Tamaño: Varía considerablemente desde frutos pequeños hasta algunos muy grandes llegando a pesar varios kilogramos.
- Cáscara: Dura y resistente con colores que van desde el naranja hasta el verde pasando por el amarillo.
- Pulpa: De color naranja o amarillento con una textura que puede ser fibrosa o más cremosa.
- Sabor: Dulce y suave especialmente en variedades como el zapallo Anco.
- Nutrientes: Rico en vitaminas (A B C E) fibra minerales (fósforo calcio potasio magnesio) y antioxidantes (Eroski Consumer s. f.).

Semillas

Planas y de color blanco pueden consumirse tostadas o utilizadas para la siembra (Castro 2013).

6.5.5 Exigencias ecológicas.

Factores Ambientales:

- **Temperatura:** La calabaza (Cucurbita maxima) presenta requerimientos térmicos moderados en comparación con otros cultivos hortícolas como el melón y la sandía siendo ligeramente

menos exigente en cuanto a calor aunque sensible a las bajas temperaturas. Su desarrollo óptimo se alcanza cuando la temperatura media oscila entre 32 y 37 °C; sin embargo cuando las temperaturas descienden por debajo de los 10 °C el crecimiento del cultivo se detiene. Asimismo se ha determinado que la temperatura máxima a la cual la vegetación puede desarrollarse adecuadamente es de aproximadamente 44 °C (Quintero 1981).

- **Luz:** La planta necesita abundante luz solar directa para un desarrollo óptimo.

- **Humedad:** El zapallo es moderadamente tolerante a la sequía debido a sus raíces profundas pero un riego adecuado es importante durante el crecimiento vegetativo y la fructificación.

- **Suelo:** La calabaza y la cidra se caracterizan por ser cultivos con baja exigencia edáfica ya que pueden desarrollarse en una amplia variedad de suelos. No obstante los suelos más adecuados para su cultivo son aquellos de textura franca profundos frescos y con alto contenido de materia orgánica. Los suelos arcilloarenosos también resultan favorables siempre que presenten niveles aceptables de materia orgánica mientras que en suelos francos se observa una maduración más temprana de los frutos. En el caso de la cidra no se recomienda el establecimiento en suelos excesivamente pesados debido a que estos favorecen la asfixia radicular; asimismo el exceso de humedad resulta perjudicial para su desarrollo. En general ambos cultivos muestran buena adaptación a terrenos secos y de baja fertilidad siendo común la siembra de

cidra en suelos arenosos recientemente roturados como aquellos procedentes de áreas con pinos o eucaliptos. El pH óptimo para el desarrollo de la calabaza y la cidra se encuentra entre 55 y 65 lo que evidencia su tolerancia a suelos más ácidos en comparación con cultivos como el melón y el pepino (Quintero 1981).

La fenología del zapallo es un proceso dinámico influenciado por la genética de la planta y las condiciones ambientales. Comprender estas etapas y factores ayuda a optimizar el cultivo y obtener una buena cosecha.

6.5.6 Fisiología

Cada etapa del desarrollo del zapallo está influenciada por factores ambientales como la temperatura, la luz y la humedad. A continuación se describen las principales fases fenológicas:

1. Germinación: la semilla germina cuando encuentra condiciones óptimas de temperatura y humedad en el suelo, siendo ideal un rango entre 25 °C y 35 °C.

2. Desarrollo vegetativo: la planta desarrolla raíces, tallos y hojas. El crecimiento de los tallos es rápido y, en condiciones favorables, pueden alcanzar longitudes considerables. Las hojas son redondeadas y presentan manchas grises en la cara superior.

3. Floración: las flores son solitarias y axilares. La planta es monoica, es decir, produce flores masculinas y femeninas en la misma planta, aunque las masculinas suelen ser más numerosas.

4. Fructificación: tras la polinización, comienza el desarrollo de los frutos. El crecimiento continúa hasta alcanzar el tamaño completo, lo cual puede tomar entre 45 y 55 días después de la polinización.

5. Maduración: el fruto madura cambiando de color y aumentando la firmeza de la cáscara. Las semillas también completan su desarrollo en esta etapa.

6. Cosecha: el momento de la cosecha depende de la variedad y del destino del fruto, pudiendo realizarse antes de la madurez completa, a mitad de camino o en plena madurez. Entre los indicadores de madurez se incluyen el color de la cáscara, el color del pedúnculo y los grados Brix o sólidos solubles (Fornaris, 2012).

6.5.7 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

Para una adecuada conducción del cultivo de zapallo es fundamental que el agricultor o responsable del predio cuente con material técnico actualizado sobre el manejo agronómico del cultivo y participe en procesos de capacitación relacionados. En los casos en que se disponga de asesoría externa el profesional encargado debe demostrar su competencia mediante cursos de formación títulos académicos o certificaciones oficiales. La base para la elaboración de un plan de fertilización debe partir necesariamente de un análisis de suelo el cual permite determinar la disponibilidad de nutrientes y ajustar las dosis de fertilizantes según las necesidades del cultivo y las características edáficas y climáticas de la zona (SENASA 2020).

Requerimientos de materia orgánica

Las calabazas son cultivos exigentes en materia orgánica y responden de manera muy favorable a aplicaciones intensivas de estiércol lo que se traduce en frutos de gran tamaño y peso que pueden alcanzar entre 15 y 20 kg. Sin embargo debido a su carácter rústico en muchos sistemas tradicionales no se aplica este tipo de abonado de forma directa. En huertos familiares es frecuente que el zapallo se establezca después de otros cultivos que han recibido fuertes estercolados aprovechando el remanente de materia orgánica presente en el suelo (Quintero 1981).

Fertilización nitrogenada (N)

En explotaciones de pequeña escala o huertos familiares el abonado del zapallo suele basarse principalmente en la aplicación de fertilizantes nitrogenados. No obstante un manejo inadecuado del nitrógeno puede generar efectos negativos en el cultivo. En suelos fértiles el nitrógeno debe fraccionarse en dos aplicaciones: una tercera parte al momento de la siembra y el resto durante la formación de flores femeninas. En suelos arenosos con alta percolación se recomienda fraccionar la dosis en tres momentos: al momento de la siembra durante la formación de yemas vegetativas y al inicio del desarrollo de los frutos (SENASA 2020).

El exceso de fertilización nitrogenada durante la fase de maduración de los frutos provoca un crecimiento vegetativo excesivo lo que afecta negativamente la floración y el rendimiento del cultivo (SENASA 2020).

Fertilización fosfatada (P)

El fósforo desempeña un papel clave durante las etapas iniciales del desarrollo del zapallo. La deficiencia de este nutriente en fases tempranas del cultivo ocasiona daños en el crecimiento de la planta y afecta la formación y producción de frutos. Por esta razón el fósforo debe incorporarse desde el establecimiento del cultivo tomando en cuenta los resultados del análisis de suelo y las necesidades nutricionales de la planta (SENASA 2020).

Fertilización potásica (K)

El potasio está estrechamente relacionado con la translocación de nutrientes desde las hojas hacia los frutos influyendo directamente en su desarrollo y calidad. Generalmente este nutriente se incorpora al momento de la siembra junto con el fósforo.

Sin embargo en suelos con baja fertilidad se recomienda fraccionar la aplicación incorporando aproximadamente el 75 % en la siembra y el resto junto con la última dosis de nitrógeno con el fin de asegurar una adecuada disponibilidad durante el llenado del fruto (SENASA 2020).

Fertilización en cultivos extensivos

En sistemas de cultivo extensivo cuya práctica ha aumentado debido a la elevada demanda del zapallo por parte de la industria confitera se recomienda fertilizar el terreno de asiento mediante la aplicación de abonos complejos como formulaciones 15-15-15 u 8-12-24 a dosis aproximadas de 500 kg/ha.

Esta fertilización puede realizarse de manera generalizada o localizada alrededor de los golpes de siembra. Posteriormente y tras un riego o una

precipitación en condiciones de secano se suele complementar con una aplicación adicional de fertilizante nitrogenado (Quintero 1981).

6.5.8 Variedades comerciales

Variedades cultivadas y de mayor uso

Entre las variedades de zapallo más recomendadas y comúnmente cultivadas se encuentran el zapallo inglés (Hubbard) Angola zapallo criollo Tetzukabuto o "casco de acero" Verde de España Dulce de horno Cabello de ángel Totanera y Buttercup. Estas variedades se diferencian principalmente por la forma tamaño color del fruto y características organolépticas lo que determina su uso tanto en consumo fresco como en la agroindustria alimentaria (Castro 2013).

Variedades de zapallo en el Ecuador

En el Ecuador el género Cucurbita presenta una importante diversidad genética. Se reporta la existencia de 19 especies de las cuales únicamente siete variedades se encuentran registradas en el banco de germoplasma nacional. Entre estas variedades se incluyen zapallo zapallo cacao Nanonal Uña papelillo Dos de mate y Limeño las cuales representan un recurso fitogenético relevante para la conservación y el mejoramiento del cultivo en el país (INIAP 2009 como se citó en Castro 2013).

Variedades de zapallo más comunes en el Ecuador

- **Zapallo Anco o coreano:** presenta un peso aproximado entre 3 y 5 kg. Se caracteriza por su buen sabor color atractivo y adecuada consistencia de la pulpa lo que lo hace apropiado para diversas

preparaciones culinarias.

- **Zapallo Tetsukabuto:** alcanza pesos entre 75 y 10 kg. Es apreciado por su sabor y se utiliza principalmente en la elaboración de sopas en preparaciones en trozos y en buñuelos.

- **Zapallo Cucurbita pepo:** produce frutos con un peso que varía entre 10 y 15 kg. Se distingue por su versatilidad culinaria siendo utilizado en una amplia variedad de platos tanto en combinación con carnes como en preparaciones tradicionales.

- **Zapallo Cucurbita maxima:** puede alcanzar hasta 20 kg de peso. En algunas regiones del país es conocido como "chumucos" y se emplea principalmente para la elaboración de mieles y dulces tradicionales (Crónica 2023).

6.6 El cultivo del melon (*Cucumis melo L.*)



Figura 34.Cultivo de melón.

Fuente: https://www.dasaelfer.com/storage/crops/images/3/cultivo-melon-dasa-elfer1_550x380.jpg

6.6.1 Características

El melón *(Cucumis melo L.)* (Foto 34) es una planta herbácea monoica

cuyo origen se presume en Asia meridional la India y África. Cultivo de amplia difusión en el país a escala comercial. El mercado internacional consume diversos tipos de melón en función de la época del año y los gustos de los consumidores de cada país. En las últimas décadas el melón ha pasado de ser un cultivo estacional más a ser una de las especies importantes entre los cultivos hortícolas (INIA 2017).

En el litoral ecuatoriano el cultivo de melón se establece principalmente entre los meses de diciembre y marzo. Durante este periodo las provincias que registran mayores niveles de producción son Guayas y Manabí lo cual se atribuye a la rentabilidad del cultivo y a la elevada demanda del producto en el mercado nacional (Chew *et al.* 2018 como se citó en Prado 2022). Durante las fases de establecimiento y manejo del cultivo de melón se presentan diversos factores limitantes entre los que destacan las enfermedades fitosanitarias. Estas ocasionan pérdidas económicas significativas al reducir los rendimientos e incrementar los costos de producción debido a las medidas de control necesarias. Además el uso intensivo de productos fitosanitarios puede generar impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud del productor (Macías 2021 como se citó en Prado 2022).

En el Ecuador se han reportado diversas enfermedades de importancia económica que afectan al cultivo de melón. Entre las enfermedades fúngicas más relevantes se encuentran la cenicilla (*Oidium sp*.) la antracnosis (*Colletotrichum lagenarium*) la *alternariosis* (*Alternaria cucumerina*) la mancha foliar (*Cercospora citrullina*) y el mildiu de las cucurbitáceas (Pseudoperonospora cubensis). Asimismo se han identificado enfermedades virales de gran impacto tales como el virus del

mosaico del pepino (CMV) el virus del cribado del melón (MNSV) y el virus del amarilleo y enanismo de las cucurbitáceas (CYSDV) las cuales afectan severamente el desarrollo y productividad del cultivo (Ortega *et al.* 2020 como se citó en Prado 2022).

6.6.2 Origen y evolución

El origen del melón todavía no se ha determinado. Como regiones más probables de su antiguo origen y expansión se consideran el Asia Menor el Asia Central y China.

El melón es una planta hortícola muy antigua. Ya en el siglo XY había sido introducida en Europa. Actualmente se siembra en muchos países de todos los continentes pero principalmente su producción está centralizada en las regiones de climas más caluroso. Debido a su gran plasticidad el melón se siembra en mayor proporción que la sandía. En Asia Central se logra la mayor producción y las mejores variedades de melón.

En el Ecuador existen regiones con alto potencial para el desarrollo del cultivo de melón especialmente aquellas que presentan elevada luminosidad y temperaturas favorables. Entre estas zonas se destacan el valle del río Portoviejo en la provincia de Manabí así como el cantón Santa Elena en la provincia del mismo nombre las cuales reúnen condiciones agroclimáticas adecuadas para el establecimiento del cultivo (Orrala *et al.* 2013 como se citó en Ortega *et al.* 2020).

6.6.3 Importancia alimenticia

El melón es una fruta importante desde el punto de vista alimenticio

debido a su alto contenido de agua vitaminas (A C B9) y minerales como el potasio. Además es bajo en calorías El melón es una fruta rica en agua lo que ayuda a mantener el cuerpo hidratado especialmente en climas cálidos como los de Ecuador. Los beneficios del melón para la salud son muchos pues 100 gramos de esta fruta aportan diferentes nutrientes: 14.8 g de carbohidratos 0.5 g de grasa 1.5 g de proteína 5.706 mg de vitamina A 546.94 mg de potasio y 74.7 mg de vitamina C.

- Vitaminas y minerales: Aporta vitaminas esenciales como la A (importante para la visión y la piel) la C (antioxidante y ayuda a la cicatrización) y la B9 (ácido fólico). También contiene potasio que es clave para la función muscular y nerviosa.

- Bajo en calorías: Es una opción saludable para incluir en dietas de pérdida de peso o para mantener un peso saludable ya que es bajo en calorías grasas y colesterol.

- Propiedades antioxidantes: El melón contiene antioxidantes que pueden ayudar a proteger el cuerpo contra el daño de los radicales libres.

- Efecto diurético: Se considera que el melón tiene propiedades diuréticas lo que puede ayudar a eliminar toxinas del cuerpo.

- Mejora la digestión: Algunas personas lo consideran beneficioso para el sistema digestivo ayudando a prevenir el estreñimiento. Contribuir a la hidratación y a una dieta equilibrada (Corbin 2017).

Importancia del cultivo en Ecuador

El melón (*Cucumis melo* L.) constituye un cultivo de gran importancia en la región Costa del Ecuador debido a su elevada demanda tanto en el mercado nacional como en el de exportación. De acuerdo con estadísticas internacionales el país registró una exportación aproximada de 647 toneladas de melón en el año 2009. Asimismo para el año 2010 se reportó una producción cercana a las 16.000 toneladas con un área cultivada de alrededor de 1.500 hectáreas. El cultivo de melón en el Ecuador se destina tanto al consumo interno como a la exportación alcanzando rendimientos promedio de aproximadamente 25.000 kg/ha (FAO 2009–2010 como se citó en Arreaga 2014).

6.6.4 Clasificación y descripción botánica.

Taxonomía

Tabla 51. Clasificación taxonómica de (Cucúrbita máxima D.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Reino	**Plantae (Plantas)**
División	**Magnoliophyta (Plantas con flores)**
Clase	**Magnoliopsida (Dicotiledóneas)**
Orden	**Cucurbitales**
Familia	**Cucurbitaceae (Cucurbitáceas)**
Género	***Cucumis***
Especie	***melo***
Nombre binomial	***Cucumis melo* L.**

Nota. Información adaptada de Rodríguez (2022) como se citó en Pacheco (2024).

Morfología de la planta de melón

El melón (*Cucumis melo* L.) es una planta de ciclo anual perteneciente a la familia Cucurbitaceae. Presenta un sistema radicular abundante altamente ramificado y de rápido desarrollo lo que favorece una eficiente absorción de agua y nutrientes. Sus tallos son herbáceos y de crecimiento rastrero generalmente vellosos y poseen nudos a partir de los cuales se originan hojas zarcillos y flores. Asimismo a nivel de las axilas foliares se produce la emisión de nuevos tallos lo que contribuye a la expansión vegetativa de la planta (Reche 2015 como se citó en Chilan 2023).

Sistema radical

El sistema radicular del melón (*Cucumis melo* L.) está conformado por una raíz principal de tipo pivotante la cual puede alcanzar profundidades aproximadas de entre 120 y 150 cm; sin embargo la mayor concentración de raíces se localiza generalmente entre los 30 y 50 cm del perfil del suelo. De manera simultánea la planta desarrolla raíces adventicias y numerosas ramificaciones laterales formando una masa radicular densa que favorece la absorción de agua y nutrientes. Este sistema radicular se origina a partir de semillas y puede ser modificado mediante prácticas culturales especialmente a través del manejo del riego el cual influye significativamente en el desarrollo horizontal de las raíces (Alarcón 2017 como se citó en Prado 2022).

Tallo

Los tallos del melón (*Cucumis melo* L.) presentan un crecimiento

rastrero y postrado con la presencia de zarcillos que facilitan su expansión y fijación. La planta desarrolla un eje principal del cual se originan varias ramas laterales principalmente en la zona basal comprendida entre los primeros 20 y 30 cm del tallo. Asimismo los tallos poseen hábito trepador y bajo condiciones normales de cultivo pueden alcanzar longitudes de hasta 35 m lo que favorece la cobertura del suelo y el desarrollo vegetativo del cultivo (Ruiz 2011 como se citó en Chilan 2023).

Hojas

Las hojas del melón (*Cucumis melo* L.) presentan un pecíolo largo y un limbo de gran tamaño con forma acorazonada y generalmente trilobulada. El lóbulo central suele ser más pronunciado y termina en una punta bien definida. Estas hojas se caracterizan por su color verde oscuro y por estar cubiertas por una fina pilosidad rasgo que contribuye a la protección de la superficie foliar (Aguirre 2014 como se citó en Chilan 2023).

Flores

La planta de melón (*Cucumis melo* L.) presenta flores unisexuales en un mismo individuo desarrollando flores masculinas y femeninas. Las flores masculinas son de menor tamaño aparecen en grupos de tres a cinco y son las primeras en emerger durante el ciclo del cultivo. En contraste las flores femeninas son de mayor tamaño se presentan de forma solitaria y se localizan en el extremo de pedúnculos cortos y vigorosos generalmente sobre los brotes terciarios. Asimismo las flores del melón son de color amarillo y pueden clasificarse como estaminadas pistiladas

o perfectas; las flores estaminadas suelen disponerse en racimos mientras que las pistiladas se presentan de forma aislada y se diferencian claramente de las masculinas por la presencia de un ovario abultado ubicado bajo los pétalos (Quintero 1981 como se citó en UTN s. f.).

Fruto

El fruto del melón corresponde a un pepónide que puede presentar una superficie áspera o lisa dependiendo de la variedad cultivada. Durante su desarrollo el color del fruto varía desde verde claro hasta verde oscuro alcanzando tonalidades amarillentas cuando llega a su madurez completa. No obstante la cosecha del melón se realiza generalmente antes de que el fruto alcance su madurez fisiológica total con el fin de garantizar una mejor calidad comercial y postcosecha (Casaca 2015 como se citó en Chilan 2023).

Semillas

La semilla de melón presenta características físicas y fisiológicas que favorecen su establecimiento en campo. Se ha reportado que un litro de semilla tiene un peso aproximado de 400 g y contiene en promedio cerca de 20 semillas por gramo. Asimismo la semilla presenta una germinación rápida y elevada alcanzando porcentajes del 85 % o superiores bajo condiciones adecuadas de suelo. Para obtener mejores resultados se recomienda el uso de semillas con una edad aproximada de dos años (Giaconi 1955 como se citó en UTN s. f.).

En cuanto a la densidad de siembra se indica que la cantidad de semilla utilizada por hectárea oscila entre 2.000 y 2.500 g dependiendo del

sistema de siembra y las condiciones del cultivo (Frigerio 2002 como se citó en UTN s. f.).

6.6.5 Exigencias ecológicas

Los factores climáticos desempeñan un papel fundamental en el adecuado funcionamiento del cultivo de melón debido a que se encuentran estrechamente interrelacionados. La variación o incidencia de uno de estos factores influye directamente sobre los demás condicionando el crecimiento desarrollo y productividad del cultivo (Aguirre 2014 como se citó en Chilan 2023).

Factores Ambientales:

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo de origen tropical que requiere temperaturas elevadas y alta radiación solar para lograr una adecuada germinación y fructificación. En regiones de clima templado la mayoría de las variedades deben cultivarse bajo condiciones protegidas para alcanzar una correcta maduración salvo en situaciones donde se presenten veranos excepcionalmente cálidos que permitan su desarrollo a campo abierto (Peel 2005 como se citó en UTN s. f.).

Temperatura

El melón (*Cucumis melo* L.) al igual que otras cucurbitáceas y en mayor medida que la sandía es un cultivo que presenta altas exigencias térmicas tanto a nivel del suelo como del aire. Se ha determinado que el desarrollo óptimo del cultivo se alcanza cuando las temperaturas medias oscilan entre 18 y 26 °C. La temperatura del suelo influye directamente en el proceso de germinación de las semillas mientras que la temperatura del

aire condiciona el crecimiento y el desarrollo vegetativo de la planta (Heredia & Vieira 2002 como se citó en UTN s. f.).

Temperaturas críticas para melón en las distintas fases de desarrollo: Según (InfoAgro s. f.-e)

- Germinación: mínima 15 ºC óptima 22-28 ºC máxima 39 ºC
- Floración óptima 20-23 ºC
- Desarrollo óptimo 25-30 ºC
- Maduración del fruto mínima 25 ºC

Humedad

Durante el desarrollo del cultivo de melón la humedad relativa cumple un papel determinante en el crecimiento y la calidad del fruto. En las etapas iniciales del desarrollo vegetativo se recomienda mantener una humedad relativa entre 65 y 75 % mientras que durante la floración los valores óptimos oscilan entre 60 y 70 %. En la fase de fructificación la humedad relativa debe situarse entre 55 y 65 % para favorecer un adecuado desarrollo de los frutos. Asimismo el cultivo de melón requiere un suministro suficiente de agua durante el periodo de crecimiento vegetativo y durante la maduración de los frutos con el fin de alcanzar buenos rendimientos y calidad comercial (InfoAgro 2005 como se citó en UTN s. f.).

Por otra parte se ha señalado que niveles elevados de humedad relativa pueden provocar un deterioro en las cualidades químicas y organolépticas de los frutos además de favorecer una mayor incidencia de enfermedades criptogámicas lo que repercute negativamente en la

producción y sanidad del cultivo (Heredia & Vieira 2002 como se citó en UTN s. f.).

Luminosidad

La luminosidad en interacción con la temperatura influye de manera directa en el crecimiento del melón y en procesos fisiológicos clave como la inducción floral la fecundación de las flores y el ritmo de absorción de nutrientes. Asimismo el desarrollo de los tejidos del ovario floral se encuentra estrechamente condicionado por la duración de la iluminación diaria y los niveles térmicos. En este sentido se ha observado que días largos acompañados de temperaturas elevadas favorecen la formación de flores masculinas mientras que condiciones de días cortos y temperaturas más bajas estimulan el desarrollo de flores con ovario lo cual incide en la productividad del cultivo (InfoAgro 2005 como se citó en UTN s. f.).

Suelo

El melón (*Cucumis melo* L.) es un cultivo exigente en cuanto a las condiciones del suelo mostrando mejor desarrollo en suelos de textura franca con adecuada fertilidad y buen drenaje tanto interno como superficial. Los suelos con deficiente drenaje o excesivamente arenosos no resultan adecuados debido al riesgo de encharcamientos o sequías prolongadas que afectan negativamente al cultivo. El rango óptimo de pH para el desarrollo del melón se sitúa entre 6 y 7; sin embargo el cultivo puede adaptarse a suelos ligeramente ácidos condición que debe corregirse mediante encalado previo. Esta práctica debe realizarse con una anticipación de uno a dos meses antes de la siembra ya que la

aplicación simultánea de cal y la siembra puede generar problemas de toxicidad en la planta (Enciclopedia Agropecuaria Terranova 2001 como se citó en UTN s. f.).

Por otra parte se ha señalado que los suelos arenosos que presentan un rápido calentamiento son más apropiados para el cultivo de sandía; en el caso del melón estas condiciones favorecen una fructificación y maduración aceleradas lo que da lugar a frutos de menor tamaño y calidad inferior (Quintero 1981 como se citó en UTN s. f.).

6.6.6 Fisiología

El melón (*Cucumis melo* L.) es una planta herbácea anual rastrera y dioica-monosexual caracterizada por frutos (bayas) de alto contenido hídrico (90%) y rápido crecimiento (30-40 días postcuajado). Se clasifica fisiológicamente en cultivares climatéricos (ablandamiento rápido aroma intenso) y no climatéricos siendo su maduración acumulación de azúcares y cambios de color independientes del etileno.

Crecimiento y desarrollo La germinación comienza con la absorción de agua en la semilla. El aumento inicial de peso fresco (absorción de agua) es relativamente rápido (casi un 50%) durante las primeras 10 horas de absorción (25 °C en la oscuridad). La tasa de renovación de agua disminuye después de que la semilla haya absorbido el 70 % de su peso original en humedad. La temperatura es quizás el factor ambiental más importante que afecta la germinación de las semillas de melón. El rango óptimo de temperatura se encuentra entre 25 °C y 30 °C en la mayoría de los casos.

Las temperaturas inferiores a 20 °C retrasarán la germinación para la mayoría de los genotipos mientras que la germinación por encima de 45 °C la inhibiría casi por completo. Algunos genotipos pueden germinar a temperaturas entre 30 °C y 40 °C pero no es el caso de la mayoría de los cultivares comerciales. Además la temperatura óptima para la germinación es diferente de la temperatura requerida para el crecimiento óptimo de la planta. Edelstein y Nerson (2005) explican muchos otros factores que afectan la germinación de las semillas de melón. La mayoría de los cultivares de melón son vides indeterminadas en algunos casos capaces de crecer hasta 50 pies de largo aunque los cultivares modernos presentan entrenudos acortados estructuras arbustivas y un rendimiento concentrado. Todos los cultivares se consideran sensibles a las heladas con diferentes niveles de tolerancia a bajas y altas temperaturas (Nunez *et al.* 2008 como se citó en Torres s.f.) Las bajas temperaturas pueden causar anomalías en el crecimiento y un cuajado deficiente de flores y frutos. Los insectos en particular las abejas son importantes para facilitar la polinización y el cuajado de los frutos (Torres s.f.).

El desarrollo del melón se puede dividir en cuatro etapas: 1-fruto joven 2-expansión 3-prematura y 4-madurez. Las flores femeninas abiertas están listas para la polinización solo durante aproximadamente un día. De ahí la importancia de contar con suficientes y numerosos polinizadores en las zonas de producción. Tras la polinización la división celular en el ovario aumentó. Diez días después de la floración las células epidérmicas del ovario detienen su división dando lugar al estado de fruto joven. Posteriormente tras un rápido aumento del volumen del fruto joven el diámetro celular del mesocarpio el

endocarpio y la placenta aumenta rápidamente lo que resulta en el agrandamiento del fruto. Veinte días después de la floración el melón entra en la etapa de expansión con un volumen y un contenido de azúcar aún bajos. Posteriormente la longitud del fruto aumenta continuamente con un rápido aumento del contenido de sacarosa. Aproximadamente treinta días después de la floración el melón entra en una etapa prematura en la que la expansión celular se detiene alcanzando el máximo volumen y la pulpa alcanzando su firmeza.

El contenido de sacarosa aumenta constantemente hasta alcanzar su máximo (60 % del azúcar total) con la pulpa adquiriendo una textura blanda. Cuarenta días después de la floración el melón se considera completamente maduro. En esta etapa el contenido de sacarosa alcanza su nivel máximo junto con otros componentes nutricionales (Zhang *et al.* 2016 se citó en Torres s. f.).

6.6.7 Nutrición.

Extracción de nutrientes

Las plantas de melón extraen nutrientes en diferentes etapas de su desarrollo. Las mayores extracciones se producen en los frutos maduros, seguidos por las hojas y, en menor medida, por el resto de la planta. La cantidad de nutrientes extraídos puede variar según las condiciones de cultivo y la variedad de melón.

Etapas de desarrollo y requerimientos nutricionales:

- Germinación a floración: alta demanda de nitrógeno para el crecimiento de la planta y de fósforo para la formación de flores

femeninas.

- Floración a fructificación: continúa la necesidad de fósforo y potasio para el desarrollo del fruto.

- Engrosamiento del fruto: el potasio es fundamental para la calidad y para evitar rajaduras.

- Maduración: el potasio sigue siendo importante para la maduración y la calidad final.

Fertilización empleada

Recomendaciones de fertilización por sitio de siembra:

En estudios realizados en São Paulo, Brasil, se recomienda la aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos por sitio de siembra, incluyendo 1.500 g de torta oleaginosa, 350 g de superfosfato simple, 30 g de cloruro de potasio y 75 g de sulfato de amonio. La torta oleaginosa puede ser sustituida por 45 kg de estiércol de gallina o 15 kg de estiércol de ganado, los cuales deben incorporarse al suelo al menos 20 días antes de la siembra para evitar efectos adversos sobre el cultivo. El sulfato de amonio se aplica posteriormente en cobertura a los 15, 30 y 45 días después de la siembra, en dosis de 25 g por sitio (Heredia & Vieira, 2002, como se citó en UTN, s. f.).

Importancia del micronutriente molibdeno

Existen evidencias de que el cultivo de melón presenta requerimientos específicos de molibdeno ya que se han observado respuestas positivas a la aplicación foliar de molibdato de amonio a una concentración de

002 %. Estas aplicaciones se realizan en tres momentos: durante la aparición de la segunda hoja verdadera al inicio de la formación de la primera rama o guía y después de la aparición de la primera flor femenina lo que contribuye a un mejor desarrollo fisiológico de la planta (Heredia & Vieira 2002 como se citó en UTN s. f.).

Requerimientos de fósforo y potasio

El melón al ser una hortaliza de fruto presenta mayores exigencias de fósforo y potasio en comparación con el nitrógeno. Se recomienda aplicar la mitad de la dosis total de fertilizante al momento de la siembra. Posteriormente cuando las guías alcancen entre 30 y 50 cm de longitud se debe aplicar una cuarta parte de la dosis colocando el fertilizante a una distancia de 15 a 20 cm del cuello de la raíz. El cuarto restante se incorpora cuando inicie la formación de los primeros frutos aplicándolo en bandas de aproximadamente 40 cm de longitud también a 15–20 cm del tallo principal (Heredia & Vieira 2002 como se citó en UTN s. f.).

Fertilización nitrogenada y uso de abonos orgánicos

Debido a que el ciclo del cultivo de melón es relativamente corto con una duración aproximada de 60 a 80 días se recomienda aplicar el fertilizante completo al momento de la siembra a una profundidad de entre 4 y 8 cm cerca de las semillas evitando el contacto directo con ellas. El nitrógeno debe fraccionarse en dos aplicaciones: la primera al momento de la siembra y la segunda cuando la planta inicia la formación de guías.

En caso de utilizar abonos orgánicos estos deben encontrarse bien descompuestos y mezclarse adecuadamente con el suelo antes de la

siembra (Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] 1962 como se citó en UTN s. f.).

Uso de gallinaza en el cultivo de melón

Cuando se emplea gallinaza como fuente de fertilización orgánica se recomienda aplicar dosis comprendidas entre 6 y 8 toneladas por hectárea con el fin de evitar excesos nutricionales que puedan afectar negativamente el desarrollo del cultivo (Quintero 1981 como se citó en UTN s. f.).

6.6.8 Variedades comerciales

El melón (*Cucumis melo* L.) presenta una amplia diversidad de variedades botánicas las cuales se diferencian entre sí por características como la capacidad de conservación la sensibilidad a las bajas temperaturas y principalmente por aspectos morfológicos relacionados con la forma el tamaño y la estructura de la cáscara del fruto.

A nivel del mercado internacional las variedades más representativas pueden agruparse en diferentes tipos botánicos de acuerdo con sus características comerciales y agronómicas (Ferrucci 1995 como se citó en UTN s. f.).

Melones de Miel

Los denominados melones de tipo “miel” se caracterizan generalmente por presentar una forma ovalada y un aroma distintivo. Su cáscara es lisa y su actividad metabólica es relativamente lenta lo que les confiere una buena capacidad de conservación y almacenamiento. Dentro de este

grupo se incluyen variedades ampliamente reconocidas en el mercado internacional como “Honey Dew” y “Amarillo”.

La variedad Honey Dew es una de las más difundidas a nivel comercial. Se distingue por su buen sabor y por producir frutos de tamaño medio a grande con pesos que oscilan entre 18 y 36 kg. Sus frutos presentan forma ovalada o esférica con piel lisa y suave de color blanco cremoso a amarillo crema. Además, esta variedad posee buena resistencia al transporte lo que permite su envío por vía marítima.

Por su parte la variedad Tendral presenta frutos de forma ovalada y se caracteriza por su resistencia al almacenamiento. Alcanza un peso promedio cercano a los 2 kg y posee una piel de color verde oscuro con surcos longitudinales poco profundos. La pulpa es de color verde claro lo que la diferencia de otras variedades del mismo grupo (Ferrucci 1995 como se citó en UTN s. f.).

Melones Reticulados

Las frutas pertenecientes a este grupo se caracterizan por presentar un tamaño mediano y un color externo generalmente oscuro. La cáscara es de tipo labrada o reticulada y los frutos se distinguen por su aroma intenso. Sin embargo, estas variedades poseen una limitada aptitud para el almacenamiento prolongado.

En cuanto a la sensibilidad al frío los frutos maduros presentan baja susceptibilidad a las bajas temperaturas. Dentro de esta clasificación se incluyen variedades como el melón tipo Rock entre otros (UTN s. f.).

Melones Cantaloupes

El tamaño de las frutas se encuentra entre mediano y pequeño la cáscara es generalmente lisa. Son melones de poco tiempo de conservación. Entre las principales variedades del grupo se clasifican el "Ogen" "Charentais" y el "Galia". El melón "Charentais" es de forma esférica con costados poco marcados piel lisa de color gris. La pulpa color naranja es dulce y jugosa. Es un tipo de melón ampliamente difundido en Francia donde se cultiva un gran número de variedades como Vechantais Doublon Orlivabel y Diamex utilizadas en cultivos al aire.

En cultivos bajo invernadero se utilizan híbridos como Cantor Pharo Alpha Hermes Jivaro Athor y Savor. El melón Tharentais" es muy perecedero y puede ser transportado entre América del Sur y Francia solo por vía aérea. Un segundo grupo es el melón Ogen. Sus frutos son pequeños (0.5 - 1-2 kg) por lo que el marketing ha desarrollado el concepto de un melón por persona. El fruto es redondo su corteza suave y delgada es de color naranjo y amarillo con marcas verdes.

La pulpa es dulce aromática y de color verde. El Galia es derivado de la variedad Ogen y se ha introducido fuertemente en Europa.

Los frutos son redondos de 1 kg de peso aproximadamente piel amarilla y reticulada. Pulpa color verde claro y aromática. La cavidad interior del fruto es pequeña (UTN s. f.).

Híbridos

La Dirección General De Educación Tecnológica Agropecuaria (1979) menciona que las variedades híbridas son las que se crean por cruzamientos entre dos tres o cuatro tipos de una especie con caracteres

bien definidos y de líneas puras.

El resultado de este cruzamiento es la progenie. La progenie tiene la capacidad del vigor híbrido o sea que tendrá mayor rendimiento que sus padres por lo menos durante el primer año.

Según Mendonca tomado de Heredia y Vieira (2002) los melones híbridos son más sabrosos las plantas dan frutos más homogéneos y son más productivos.

Existen dos métodos para la producción de semillas híbridas sin contar las hibridaciones naturales y manuales basados en la manipulación química y genética de la expresión del sexo (UTN s. f.).

- **Híbrido Edisto:** La empresa de semillas Magna C.A. (2005) indica que el melón Edisto es un melón redondo 13x14 cm. tipo Cantaloupe buen reticulado grande firme y uniforme. Pulpa de color salmón y cavidad de semilla pequeña. Peso aproximado de fruto: 1.8-2.3 kg planta vigorosa y muy productiva. R/T a Mildiú Polvoriento Azufre y Fusarium raza 0. Ciclo: 82-90 días a cosecha las plantas son resistentes a enfermedades y poseen una corteza reticulada (UTN s. f.).

- **Híbrido Piel de Sapo:** Navarro (1977) manifiesta que el Piel de sapo que es más interesante que el verdadero Piñonet ya que es de más calidad. Se caracteriza por el color de la piel que asemeja al color de la piel animal que le da el nombre. Jardiver (2007) explica que el melón piel de sapo es de ciclo semiprecoz y conservación media. Los frutos son de forma oval con un peso de 2- 25 kg de

piel casi lisa y color verde medio con manchas oscuras.

La carne es de color blanco amarillento compacto y muy dulce.

Es una planta de estación cálida y ambiente soleado. Previo a la siembra conviene poner las semillas en remojo durante 8-10 horas. En siembra directa las filas se disponen a 15 m de separación. Posteriormente es necesario aclarar las plantas dejando 1-2 por golpe (UTN s. f.).

- **Híbrido Voyager-F1:** En CEBA (2006) menciona que el híbrido Voyager-F1 es un híbrido para mercado fresco (tipo Cantaloupe). El fruto es de tamaño mediano forma ovalado-redonda malla completa con la cualidad única de larga vida en almacenamiento. La pulpa es firme color naranja brillante con alto contenido de azúcar. Cavidad pequeña y apretada. Para climas cálidos (UTN s. f.).

Variedades más específicas:

- **Cantaloupe:** Esta variedad se caracteriza por su carne anaranjada y sabor dulce.
- **Melón Amarillo o Canario:** Con piel amarilla intensa y pulpa blanca similar a la pera suave y jugosa.
- **Piel de Sapo:** Una variedad con piel verdosa y carne blanca también apreciada por su sabor.
- **Melón de Oro:** Una variedad de melón de sabor dulce y pulpa amarilla.
- **Melones Criollos:** Existendiversas variedades de

melones criolloscon diferentes características en cuanto a forma tamaño color de pulpa textura dulzor y aroma.

- **Ovation:** Un melón híbrido tipo Cantaloupe con buen rendimiento y calidad frutos redondos de color crema y buen enmallado pulpa naranja suave y muy aromática.
- **Honey dew:** Es una de las principales variedades que se siembran. Tiene follaje bien desarrollado y las guías alcanzan 15 m de longitud. Las hojas son relativamente grandes algo dentadas o redondas. Su fruto es de forma oblicua con peso promedio de 700-88 g. La cáscara es de color blanco- amarillento y comparativamente gruesa. La pulpa presenta color verde pálido.

Llegado el momento de la recolección es crujiente y dura pero posteriormente se torna muy jugosa dulce tierna casi sin aroma la cavidad del fruto es muy pequeña.

Esta variedad es resistente al mildiu pero su propagación es prácticamente imposible sin la aplicación de productos químicos mediante aspersión.

Hale best: Esta variedad (Foto 35) tiene sus frutos son moderadamente alargados con cáscara de color anaranjado pardo frecuentemente agrietada con franjas algo destacadas.

La pulpa es gruesa de 25 cm aproximadamente anaranjada aunque en la zona cercana a la cáscara presenta un color algo verdoso. Es jugosa y dulce pero un poco dura. Su peso promedio es de 500-600 g. Esta variedad es relativamente resistente (Baker Creek Heirloom Seeds s.

f.).



Figura 35.Variedad Hale best.

Fuente: https://www.rareseeds.com/melon-hale-s-best-45#:~:text=Hale's%20Best%2045%20melons%20arer etain%20moisture%20and%20control%20weeds.

6.7 El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena L.*)



Figura 36.Cultivo de berenjena.

6.7.1 Características

La berenjena (*Solanum melongena* L.) (Foto 36) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia Solanaceae grupo botánico que incluye especies agrícolas de importancia como el tomate el pimiento la papa y el tabaco. Se trata de una planta herbácea y perenne de vida corta

aunque comúnmente se cultiva como anual. Presenta un crecimiento vigoroso durante su primer ciclo productivo; sin embargo cuando la planta se mantiene para un segundo año la producción de frutos disminuye considerablemente y la calidad comercial se ve reducida (Martínez 2016 como se citó en García 2023).

6.7.2 Origen y evolución

La berenjena es originaria de las zonas tropicales y subtropicales asiáticas. Se cultivó desde muy antiguo en la India Birmania y China. Hacia el año 1.200 ya se cultivaba en Egipto desde donde fue introducida en la Edad Media a través de la Península Ibérica y Turquía para posteriormente extenderse por el Mediterráneo y resto de Europa. Tiene una larga historia de cultivo y consumo que se remonta a más de 4000 años. Desde allí se extendió a China Persia y eventualmente llegó a Europa a través de la España musulmana. Los árabes la introdujeron en la Península Ibérica donde inicialmente fue recibida con escepticismo pero con el tiempo se integró en la gastronomía local. Fue en el siglo XVII cuando se introdujo en la alimentación tras ser utilizada en medicina para combatir inflamaciones cutáneas y quemaduras. La berenjena es muy importante ya que es una hortaliza muy versátil que admite varias formas de cocción ofreciendo una amplia gama de sabores y platos culinarios.

La historia de la berenjena ha sido oscura durante mucho tiempo. Los documentos históricos y los datos genéticos muestran que la berenjena fue domesticada por primera vez en Asia pero la mayoría de sus parientes silvestres son de África. Investigadores de los Museos de

Historia Natural de Londres (NHM) y la Universidad de Helsinki (Finlandia) han descrito el origen de la berenjena y sus parientes directos (Antama 2018).

La historia de la berenjena ha sido oscura durante mucho tiempo. Los documentos históricos y los datos genéticos muestran que la berenjena fue domesticada por primera vez en Asia pero la mayoría de sus parientes silvestres son de África. Investigadores de los Museos de Historia Natural de Londres (NHM) y la Universidad de Helsinki (Finlandia) han descrito el origen de la berenjena y sus parientes directos.

Los investigadores secuenciaron los plastos de berenjena y de 22 especies directamente relacionadas con la berenjena. La berenjena es un miembro del género Solanum dentro de la familia de las solanáceas (Solanaceae). Solanum también es responsable de otros dos cultivos alimenticios de importancia mundial el tomate y la papa. Pero a diferencia de estos cultivos del Nuevo Mundo la berenjena proviene de Asia donde fue domesticada por primera vez en algún lugar de la región de China e India. Los taxonomistas respondieron recientemente la pregunta de por qué muchos parientes silvestres de la berenjena cultivada se encuentran en las sabanas de África.

El equipo descubrió que el grupo que contenía parientes de la berenjena se originó en el noreste de África hace unos dos millones de años. Las plantas luego se dispersaron tanto hacia el este como hacia el Asia tropical y hacia el sur y el oeste de África. En Asia tropical el evento de dispersión dio lugar a una especie que los científicos llaman Solanum

insanum que es de donde provienen las poblaciones de berenjenas domesticadas. Lo que realmente sorprendió a los investigadores fue el hecho de que la dispersión del grupo a Asia parecía ser el resultado de un único evento de dispersión desde el norte de África hasta el Asia tropical en lugar de una expansión lineal paso a paso desde África a Asia.

En el Ecuador se suele cultivar en pequeñas zonas o huertos caseros (Arguedas & Monge 2017). La siembra de berenjena está concentrada principalmente en la sierra sus cultivos se desenvuelven en huertas para los pequeños y medianos productores Agrícolas su productividad está encaminada para la agroindustria y mercados nacionales (Condoy & Macías 2016).

Propiedades nutricionales de la berenjena

Las propiedades nutricionales de la berenjena (*Solanum melongena* L.) están asociadas en gran medida a la presencia de compuestos antioxidantes los cuales le confieren un ligero sabor amargo. Estos compuestos contribuyen a diversas funciones beneficiosas para la salud humana entre ellas su acción diurética que favorece la eliminación de líquidos y apoya la función renal siendo útil en casos de retención de líquidos hipertensión afecciones cardiovasculares y cálculos renales. Asimismo la berenjena actúa como un tónico digestivo estimulando la función biliar y la secreción de jugos pancreáticos lo que facilita la digestión en personas con trastornos digestivos leves. Adicionalmente su contenido de fibra vegetal ejerce un efecto laxante suave (Chavarría 2018 como se citó en García 2023).

Diversos estudios señalan que la berenjena y otros frutos pertenecientes

a la familia Solanaceae contienen fitoquímicos con potencial efecto preventivo frente al desarrollo de ciertos tipos de cáncer. Estos compuestos también presentan actividad antiinflamatoria y pueden contribuir a la inhibición del crecimiento vascular asociado a procesos tumorales y a la reducción de la inflamación relacionada con la aterosclerosis (Pamplona 2018; Boulekbache 2018 como se citó en García 2023).

Por otra parte se ha reportado que el consumo regular de fitoquímicos presentes en frutas y hortalizas especialmente compuestos fenólicos se asocia con una disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares trastornos neurodegenerativos y algunos tipos de cáncer (Luthria 2019 como se citó en García 2023).

Finalmente se destaca que los principales compuestos bioactivos de la berenjena se concentran tanto en la cáscara como en las semillas. Entre ellos la nasunina contribuye a la reducción de los niveles de colesterol posee efectos antioxidantes y ayuda a la protección del sistema nervioso. Asimismo los compuestos fenólicos presentes en el fruto exhiben propiedades antivirales y antimicrobianas además de favorecer la digestión contribuir a la prevención de la diabetes y apoyar la función renal (Reardon 2017 como se citó en García 2023).

Importancia en la cocina ecuatoriana

- **Versatilidad:** La berenjena se utiliza en una amplia variedad de platos como guisos ensaladas salsas y rellenos e incluso como sustituto de la carne en preparaciones vegetarianas y veganas (Gastronomía Vegana s. f.).

- **Cultivo:** Aunque se cultiva principalmente en la sierra la berenjena está presente en los mercados de todo el país durante todo el año gracias al cultivo en invernaderos.

- **Tradición:** La berenjena forma parte de la gastronomía ecuatoriana con recetas tradicionales que se transmiten de generación en generación.

Consideraciones: Se recomienda consumir la berenjena cocida ya que contiene solanina en estado crudo una sustancia que se elimina al cocinarla. La piel de la berenjena contiene nutrientes importantes por lo que se recomienda consumirla con piel aunque es importante elegir berenjenas frescas y sin manchas (Directo al Paladar s. f.).

6.7.3 Clasificación y descripción botánica

Tabla 52. Clasificación taxonómica de (Solanum melongena L.).

Categoría taxonómica	Clasificación
Nombre común	**Berenjena**
Reino	**Plantae**
Subreino	**Viridaeplantae**
Superdivisión	**Streptophyta**
División	**Magnoliosida**
Orden	**Solanales**
Familia	**Solanaceae**
Género	***Solanum* L.**
Especie	***Solanum melongena* L.**

Nota. Información adaptada de Terreros (2014) como se citó en Peña

(2021).

Sistema radical

Para tener un sistema radicular con buen desarrollo se debe implementar a una altura de 25 a 40 cm. sus raíces son muy potente por lo permite soportar periodos de sequía y alcanzan grandes profundidades El ministerio de agricultura cita por (Terreros 2014 como se citó en Peña 2021)

Tallo

El tallo lignificado puede alcanzar una altura de 1.5-2.0 m con tallos secundarios y sus tallos suelen ser subleñoso por lo que le da esa apariencia a la planta de aspecto arbustivo (Zaro 2014).

Hojas

Según Terreros (2014) como se citó en Peña (2021) menciona que las hojas tienen una apariencia ovalada y que pueden medir 15 a 25 cm de longitud presenta nervaduras con espina exhibe vellosidades de color grisáceas.

Flores

Son solitarias de tamaño mediano con cáliz de 5 o más sépalos espinosos con corola de 5 o más pétalos de color violáceo y con estambres que encierran el ovario que después de autofecundación dará el fruto o baya (Terreros 2014 como se citó en Peña 2021).

Frutos

Los frutos de la berenjena tienen diferentes formas ya que depende de la variedad son redonda a alargada con un tamaño muy pequeño (2 cm) a grandes (30 cm de largo). Es una fruta redondeada de apariencia negro morado blanco blanco jaspeado de morado o verde (Terreros 2014 como se citó en Peña 2021).

Semillas

Las semillas de la berenjena tienen un poder germinativo de 4 a 6 años y se presenta de un color amarillo un gramo de semillas suele tener 250 y 300 unidades son tamaño aproximadamente de 2 mm (Terreros 2014 como se citó en Peña 2021).

6.7.4 Exigencias ecológicas

Para que las plantas de berenjena crezcan adecuadamente y alcancen rendimientos satisfactorios las condiciones medioambientales deben aproximarse lo más posible a los requerimientos óptimos del cultivo o al menos no generar situaciones de estrés especialmente durante las fases críticas del ciclo productivo. Entre los principales factores climáticos que influyen en el desarrollo del cultivo se consideran la temperatura la humedad relativa la radiación solar y la disponibilidad hídrica (InfoAgro s. f.-f).

Temperatura:

El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.) se adapta favorablemente a climas cálidos y secos considerándose una de las hortalizas más exigentes en cuanto a temperaturas elevadas incluso por encima del tomate y el pimiento. Cuando existe una adecuada

disponibilidad de humedad en el suelo la planta puede tolerar temperaturas altas que oscilan entre 35 y 40 °C. No obstante la temperatura media óptima para su desarrollo se sitúa entre 23 y 25 °C. Por el contrario condiciones de humedad ambiental excesivamente elevadas afectan negativamente al cultivo ya que favorecen la aparición de enfermedades y la proliferación de insectos perjudiciales para la planta (Prohens 2015 como se citó en Valero 2022).

Luz:

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es un cultivo altamente exigente en cuanto a luminosidad requiriendo entre 10 y 12 horas diarias de luz para un adecuado crecimiento y desarrollo. En condiciones de días cortos como las que se presentan durante las estaciones de otoño e invierno es fundamental optimizar el aprovechamiento de la radiación solar disponible ya que una insuficiencia lumínica puede provocar aborto floral y un crecimiento vegetativo excesivamente exuberante en detrimento de la producción de frutos (Burgos 2019 como se citó en Roche 2022).

Suelo:

El cultivo de la berenjena (*Solanum melongena* L.) no es altamente exigente en cuanto al tipo de suelo debido a que posee un sistema radicular fuerte y profundo. No obstante los mejores resultados productivos se obtienen en suelos francos profundos y bien drenados. En suelos arcillosos por sus características físicas y estructurales pueden presentarse problemas en el desarrollo radicular lo que favorece la aparición temprana de síntomas de marchitez y posteriormente la muerte

de la planta principalmente por deficiencias en el drenaje. El rango óptimo de pH para el cultivo se sitúa entre 6 y 7; sin embargo en suelos no excesivamente densos la berenjena puede desarrollarse en valores de pH entre 7 y 85. Durante las etapas iniciales del cultivo la berenjena es sensible a suelos ácidos lo que puede ocasionar limitaciones en el crecimiento y la producción (Martínez 2021 como se citó en Valero 2022).

Humedad:

La berenjena es sensible a niveles elevados y continuos de humedad ambiental ya que estas condiciones pueden provocar amarillamiento de la planta reducción del cuajado de frutos y aumento de problemas fisiológicos. Para un desarrollo adecuado del cultivo el rango de humedad relativa recomendado se sitúa entre el 60 % y el 80 % evitando ambientes excesivamente húmedos que favorezcan el desarrollo de enfermedades (Baixauli 2003).

6.7.5 Fisiología

- **Floración y fructificación:** La berenjena necesita temperaturas elevadas durante la floración y cuajado de frutos para un desarrollo óptimo.
- **Desarrollo vegetativo:** La baja luminosidad puede afectar negativamente el desarrollo vegetativo provocando deformaciones en hojas y flores.
- **Absorción de nutrientes:** La acidez del suelo puede afectar la absorción de nutrientes como calcio fósforo magnesio y

molibdeno además de causar toxicidad por aluminio y manganeso.

- **Resistencia a la salinidad:** La berenjena tiene una tolerancia moderada a la salinidad siendo más resistente que el pimiento pero menos que el tomate.

- **Consumo de agua:** El consumo de agua de la berenjena varía a lo largo de su ciclo de cultivo siendo mayor durante la floración y fructificación (Morales 1994).

6.7.6 Nutrición

Exigencias y extracción de nutrientes

La berenjena requiere una adecuada disponibilidad de macro y micronutrientes en el suelo; en caso de presentarse deficiencias estas deben ser corregidas mediante un programa de fertilización técnicamente planificado. Para ello es indispensable considerar un análisis de suelo y la curva de absorción de nutrientes a lo largo del ciclo productivo con el fin de garantizar un desarrollo óptimo del cultivo (Vargas 2017 como se citó en Valero 2022).

Exigencias nutricionales de la berenjena

Macronutrientes:

- **Nitrógeno (N):** Esencial para el crecimiento vegetativo hojas y tallos.
- **Fósforo (P):** Importante para el desarrollo de raíces floración y fructificación.

- **Potasio (K):** Fundamental para la formación de frutos calidad y resistencia a enfermedades (Herogra Fertilizantes s. f.).

Micronutrientes:

- **Calcio (Ca):** Importante para la estructura celular y la prevención de problemas como la pudrición apical.
- **Magnesio (Mg):** Componente de la clorofila esencial para la fotosíntesis.
- **Boro (B) Zinc (Zn) Hierro (Fe) Manganeso (Mn) Cobre (Cu):** Intervienen en diversos procesos metabólicos de la planta (Herogra Fertilizantes s. f.).

La berenjena es especialmente sensible a las deficiencias de **magnesio (Mg)**; sin embargo se desarrolla adecuadamente en suelos con alto contenido de calcio en forma de carbonato acumulando grandes cantidades de magnesio sin manifestar síntomas de toxicidad.

Asimismo responde positivamente a la aplicación de boro (B) en suelos deficientes recomendándose:

- 5 onzas de boro por tarea o
- 035 ppm de boro y
- 25 onzas del elemento en suelos con concentraciones entre 036 y 070 ppm lo cual contribuye a un mejor desarrollo floral y productivo (Morales 1994).

Necesidades en diferentes etapas:

- **Fase inicial (siembra y crecimiento vegetativo):** Se requiere nitrógeno y fósforo para un buen desarrollo.
- **Floración y fructificación:** Aumenta la demanda de potasio y fósforo para promover la formación de frutos de calidad.

Se ha demostrado que el cultivo de berenjena responde favorablemente a la aplicación de fertilizantes minerales (químicos) especialmente en suelos con deficiencias nutricionales. En suelos pobres se recomienda la incorporación de materia orgánica bien descompuesta en cantidades de hasta 30 toneladas por hectárea (aproximadamente 38 quintales por tarea) aplicada varias semanas antes de la siembra o del trasplante con el fin de mejorar la fertilidad y la estructura del suelo (Morales 1994).

Efecto de la nutrición en el crecimiento y la producción.

Las plantas de berenjena que presentan deficiencias nutricionales muestran un crecimiento débil floración tardía y una producción reducida tanto en cantidad como en duración. Por el contrario aquellas que reciben una nutrición adecuada y se desarrollan bajo condiciones óptimas de temperatura florecen más rápidamente producen un mayor número de flores y frutos y mantienen la producción durante un período más prolongado (Morales 1994).

6.7.7 Variedades comerciales

Clasificación de las variedades de berenjena según características morfológicas.

En una investigación realizada por Otero (2020) citada en García (2023)

se presenta una clasificación detallada de las variedades de berenjena que se cultivan a nivel internacional organizándolas de acuerdo con sus principales características morfológicas.

Berenjena redonda

Este tipo de berenjena se caracteriza por su buena adaptación a climas templados y por su alta productividad. Los frutos presentan forma redonda y un peso que varía entre 250 y 400 g aunque algunas variedades pueden alcanzar hasta 1 kg. Asimismo, muestran contenidos variables de semilla diferentes niveles de amargor tallos con escasa presencia de espinas y una amplia gama de colores que va desde el morado claro hasta el negro intenso (Gómez 2021 como se citó en García 2023).

Berenjena larga

Las berenjenas largas presentan frutos alargados generalmente con una curvatura pronunciada. Su peso promedio oscila entre 150 y 250 g con una coloración predominantemente púrpura oscura. Dentro de este grupo destaca la variedad 'Morella' que alcanza entre 22 y 24 cm de longitud y aproximadamente 6 cm de ancho. Asimismo la variedad 'Mary' puede llegar a medir hasta 80 cm de longitud (Gómez 2021 como se citó en García 2023).

Berenjena intermedia

Este grupo comprende berenjenas de tamaño medio caracterizadas por una piel de color negro brillante. Constituye el tipo más cultivado tanto en sistemas de invernadero como en campo abierto debido a su buena adaptación y aceptación comercial (Gómez 2021 como se citó en García

2023).

Berenjena listada o rayada

Las berenjenas listadas o rayadas presentan una combinación de colores púrpura y blanco en la superficie del fruto. Tienen un tamaño intermedio con pesos que oscilan entre 250 y 300 g y una forma generalmente globular. Son comunes en producciones tardías lo que se asocia con una mayor productividad (Gómez 2021 como se citó en García 2023).

Variedades comunes en Ecuador

- **Berenjena negra:** Es la variedad más cultivada y conocida con frutos de piel brillante y color púrpura oscuro o negro.
- **Berenjena blanca:** También llamada berenjena Casper o de huevo de Pascua se distingue por su color blanco marfil o verde pálido.
- **Berenjena rayada:** Una variedad popular que combina características de las berenjenas blancas y negras con un color grisáceo.
- **Berenjena alargada:** Se caracteriza por su forma alargada y puede ser de color morado oscuro o negro.
- **Berenjena redonda:** Estas berenjenas tienen forma redonda y pueden ser de diferentes colores como morado claro o negro.
- **Variedad C029:** Una variedad colombiana pero que se cultiva también en Ecuador con frutos alargados de color morado a negro

de alta productividad y calidad (Agrosavia s. f.).

Consideraciones:

- La elección de la variedad depende de factores como el clima local el tipo de suelo las preferencias del mercado y el uso culinario.
- El manejo adecuado de factores climáticos como la temperatura y la humedad es fundamental para el buen desarrollo del cultivo de berenjena.
- Las berenjenas se adaptan bien a climas cálidos y secos pero también pueden cultivarse en zonas de clima templado.
- En Ecuador el cultivo de berenjena se concentra principalmente en la sierra y se destina a huertas agroindustria y mercados nacionales (García 2023).

6.8 El Cultivo de la vainita (*Phaseolus vulgaris L.*)



Figura 37.Cultivo de vainita.

Fuente: https://i0.wp.com/suyari.org/wp-content/uploads/2022/06/vainita-1.jpg?fit=474%2C474&ssl=1

6.8.1 Características

La vainita (Foto 37) conocida también como frijol ejotero vainica habichuela o chaucha es una hortaliza de fácil cultivo y amplio reconocimiento que pertenece a la familia Fabaceae; su parte comestible es la vaina en estado verde y fresco aunque las semillas tiernas también presentan un alto valor nutritivo y constituyen una forma adicional de aprovechamiento del cultivo (Toledo 1995 como se citó en Chuga 2021). Este cultivo destaca por su importancia nutricional y económica principalmente por ser una fuente proteica su buena calidad precio y compatibilidad con los alimentos básicos de la dieta lo que le otorga una jerarquía relevante dentro del grupo de las hortalizas (Argumedo & Guardia 2011 como se citó en Chuga 2021; Casseres 1980 como se citó en Chuga 2021). Además la vainita aporta beneficios agronómicos al mejorar la fertilidad del suelo mediante la fijación biológica de nitrógeno atmosférico en simbiosis con bacterias del género Rhizobium incrementando el contenido proteico de la planta y mejorando la estructura del suelo tras la incorporación de residuos vegetales luego de la cosecha (Almonte 2017 como se citó en Chuga 2021). El cultivo se propaga fácilmente por semillas se maneja con densidades de siembra entre 200 000 y 250 000 plantas por hectárea presenta un ciclo vegetativo corto que permite obtener hasta dos cosechas al año y se adapta favorablemente a los valles abrigados de la Sierra ecuatoriana a altitudes de 1 400 a 2 400 m s. n. m. con precipitaciones entre 400 y 700 mm temperaturas promedio de 16 a 20 °C y suelos de textura franca o franco-arenosa bien drenados y con pH entre 56 y 75; entre las variedades comúnmente cultivadas en el país se encuentran Jade Bush Blue Lake INIAP 473 – Boliche e INIAP 474 – Doralisa (INIAP 1987

como se citó en Chuga 2021).

Cuidados del cultivo

- **Riego:** Las plantas de vainita necesitan humedad constante por lo que no se debe dejar que los suelos se sequen. Es importante no regar en exceso durante la primera floración para evitar la caída de las flores.

- **Protección:** Las vainitas son plantas frágiles y deben protegerse de los vientos fuertes.

- **Rotación de cultivos:** Para evitar plagas y enfermedades se recomienda rotar el cultivo de vainita con otros cultivos que no sean leguminosas cada 3 a 5 años.

- **Control de plagas y enfermedades:** Es importante controlar plagas como el trips la mosca blanca y el minador de la hoja. También se debe vigilar la aparición de roya un hongo que se desarrolla bien con calor. Las virosis pueden manifestarse con moteados y deformaciones en las hojas controlándose mediante la rotación de cultivos y el control de áfidos y mosca blanca.

- **Cosecha:** La cosecha es escalonada y debe realizarse manualmente extrayendo las vainas con cuidado de no dañar la planta. Es importante cosechar en el punto óptimo ya que las vainas pueden sobre madurarse (Toledo 2003).

6.8.2 Clasificación y descripción botánica.

Taxonomía

El nombre científico de la vainita es *Phaseolus vulgaris* L. especie descrita por Linneo en 1753. El género Phaseolus comprende aproximadamente 35 especies de las cuales solo cuatro son cultivadas siendo estas *Phaseolus vulgaris* L. *Phaseolus coccineus* L. *Phaseolus acutifolius* L. y *Phaseolus lunatus* L. las cuales presentan importancia agrícola y alimentaria a nivel mundial (Ulloa *et al.* 2011 como se citó en Chuga 2021).

Tabla 53. Clasificación taxonómica de (Phaseolus vulgaris L.).

Categoría taxonómica	**Clasificación**
Reino	**Plantae**
División	**Magnoliophyta**
Clase	**Magnoliopsida**
Subclase	**Rosidae**
Orden	**Fabales**
Familia	**Fabaceae**
Subfamilia	**Faboideae**
Tribu	**Phaseoleae**
Género	***Phaseolus***
Especie	***vulgaris***
Nombre científico	***Phaseolus vulgaris* L.**
Nombre común	**Vainita**

Nota. Información adaptada de Chuga (2021).

Descripción botánica

La vainita (*Phaseolus vulgaris* L.) su morfología o estudio de las

características externas que componen cada uno de los órganos de la planta de vainita ayudan a comprender el comportamiento de la planta de manera integral. Por esta razón se describe la morfología de cada uno de los órganos a continuación (Toledo, 2003).

Raíz: El sistema radicular de la vainita se inicia con la radícula la cual posteriormente se transforma en la raíz principal o primaria fácilmente identificable por su mayor diámetro y posición central. A partir de esta raíz primaria se desarrollan las raíces secundarias en la parte superior dispuestas en forma de corona generalmente en un número que oscila entre tres y siete con un diámetro menor al de la raíz principal; adicionalmente otras raíces secundarias y terciarias emergen en zonas más profundas de la raíz primaria. En las regiones más jóvenes del sistema radicular se localizan los pelos absorbentes responsables de la absorción de agua y nutrientes. En conjunto el sistema radicular presenta un crecimiento predominantemente superficial cerca de la base del tallo con una conformación fasciculada y fibrosa y con nódulos distribuidos principalmente en las raíces laterales de la parte superior y media lo que contribuye a la fijación biológica de nitrógeno (Toledo, 2003 como se citó en Chuga, 2021).

Tallo Principal El tallo principal de la vainita es el eje sobre el cual se insertan las hojas principales y los complejos axilares. Está conformado por una sucesión de nudos y entrenudos. Un nudo es el punto de inserción de una hoja (incluyendo los cotiledones) y de un grupo de yemas axilares. Las yemas se encuentran en la axila de cada hoja. El entrenudo es la parte del tallo comprendido entre dos nudos. El tallo de la vainita es herbáceo de sección cilíndrica o levemente angular. El

diámetro del tallo principal es mayor que el de las ramas laterales. El tallo tiende a ser vertical con variaciones según el hábito de crecimiento del cultivar. El tallo empieza en la zona de inserción de las raíces. El primer nudo en la base del tallo es el de los cotiledones los cuales se insertan en él de forma opuesta. La parte del tallo comprendida desde su inicio hasta el nudo de los cotiledones se llama hipocótilo. El hipocótilo en la vainita es de longitud apreciable porque esta especie es de germinación epigea. En el segundo nudo en forma ascendente se encuentran las hojas primarias; las cuales son opuestas. El entrenudo formado entre el primero y segundo nudo se conoce como epicótilo. Los dos primeros nudos el de los cotiledones y el de las hojas primarias se forman durante la embriogénesis; por lo tanto existen ya en la semilla.

Solamente en los dos primeros nudos las ramas están dispuestas en forma opuesta. En los nudos superiores la disposición de las ramas es alterna.

El aspecto terminal del tallo varía con el hábito de crecimiento según sea éste determinado o indeterminado. En el caso de las plantas de hábito de crecimiento indeterminado el ápice del tallo termina en un meristema vegetativo que permite que la planta continúe creciendo y formando nudos y entrenudos. El hábito de crecimiento determinado implica que el número de nudos existentes en el tallo principal sea limitado; el último nudo es el que se forma en el punto de inserción de la última hoja trifoliada. En las plantas de crecimiento indeterminado el número de nudos es teóricamente ilimitado. En condiciones ambientales similares el número de nudos en el tallo es considerado como un carácter poco variable dentro de una determinada variedad o cultivar. Cuando las

condiciones ambientales son diferentes el número de nudos puede cambiar para un mismo material genético (Toledo 2003).

Ramas Axilares y Complejos Axilares: Los componentes de la ramificación son el número de ramas y el número de nudos en cada rama. La ramificación se inicia en un nudo generalmente en la axila de una hoja trifoliada; si bien puede existir también en los dos primeros nudos del tallo principal. Las ramas provienen de yemas localizadas entre el tallo y la inserción de la hoja es decir el pulvínulo del pecíolo. También puede haber inflorescencias en la zona de inserción de las hojas en el tallo o sobre las ramas laterales del tallo. Generalmente las ramas e inflorescencias se encuentran en grupos de tres. Estas tres yemas forman un complejo axilar llamado tríada. La yema central es la más visible.

El desarrollo de estas yemas puede ser de tres tipos: completamente vegetativo floral y vegetativo o completamente floral. El tipo de desarrollo depende especialmente de la posición del complejo axilar sobre la planta y también del hábito de crecimiento. Las yemas de desarrollo completamente vegetativo generalmente ocurren en la parte baja del tallo principal y de las ramas axilares cualquiera que sea el hábito de crecimiento. Este tipo de yemas da origen a tres ramas axilares cuyo desarrollo es inicialmente vegetativo y luego floral. Cada una de las ramas produce por lo menos un nudo con una hoja trifoliada. En el caso de las yemas de desarrollo mixto (vegetativo y floral) la yema central es de naturaleza floral y desarrolla primero formando una inflorescencia. Posteriormente las yemas laterales forman ramas de comportamiento inicialmente vegetativo y luego floral. Este tipo de desarrollo se encuentra en la parte posterior de los tallos principales o de

las ramas laterales en los cultivares de hábito de crecimiento indeterminado.

El tercer tipo de desarrollo de la tríada es completamente floral y se presenta únicamente en las partes terminales del tallo y ramas laterales en la axila de la última hoja trifoliada en plantas de crecimiento determinado (Toledo 2003).

Hojas: Las hojas de la vainita son de dos tipos: simples y compuestas. Están insertadas en los nudos de los tallos y ramas laterales mediante sus pecíolos. Las hojas primarias son simples aparecen en el segundo nudo del tallo principal y se forman en la semilla durante la embriogénesis. Estas hojas son opuestas cordiformes unifoliadas auriculadas simples y acuminadas. Poseen estípulas bífidas. Las hojas compuestas son trifoliadas; existen a partir del tercer nudo del tallo principal y en las ramas laterales y son las hojas típicas de la vainita. Tienen tres folíolos un pecíolo y un raquis. El folíolo central o terminal es simétrico y acuminado. Los dos folíolos laterales son asimétricos y también acuminados. Los folíolos son enteros y su forma tiende a ser ovalada y triangular. Los folíolos tienen peciolos que pueden ser considerados pulvínulos. También poseen estipelos; dos en el folíolo terminal y uno en cada folíolo lateral colocados en la base de los peciolos. En la base del pecíolo está el pulvínulo principal órgano relacionado con los movimientos nictinásticos (son los movimientos del sueño de las plantas donde las hojas o flores se abren y cierran en respuesta al ciclo día-noche) de las hojas. A cada lado de las hojas trifoliadas hay una estípula de forma triangular y visible (Toledo 2003).

Flores e Inflorescencias: La flor de la vainita es una típica papilionácea de simetría bilateral. Posee un pedicelo glabro o subglabro con pelos uncinados (forman un gancho en el ápice) en cuya base se encuentra la bráctea pedicular. El cáliz es gamosépalo campanulado con cinco dientes triangulares. La corola es pentámera y papilionácea. El androceo está formado por nueve estambres soldados en su base y un estambre libre. El gineceo es súpero con un ovario un estilo y un estigma. La morfología floral de la vainita favorece el mecanismo de autopolinización. Las inflorescencias son racimos en posición lateral o terminal. En cada inflorescencia se pueden distinguir tres componentes principales: el eje de la inflorescencia que se compone del pedúnculo y del raquis las brácteas y los botones florales (Toledo 2003).

Fruto: El fruto de la vainita es de tipo vaina y presenta una amplia variabilidad en cuanto a tamaño color y forma pudiendo ser ancho o largo aplanado o cilíndrico según la variedad. Su superficie puede ser glabra o subglabra con presencia de tricomas muy pequeños y está constituido por dos valvas unidas por fibras las cuales le confieren una textura que puede ser pergaminosa coriácea o carnosa. Las vainas se consumen principalmente en estado inmaduro cuando aún no presentan fibras desarrolladas característica que determina su calidad comercial. Un criterio práctico de calidad para el consumo fresco es el sonido característico que emiten al partirse con los dedos lo cual indica buena textura y frescura siendo destinadas tanto al mercado de exportación como a la industria de conservas (Camarena *et al.* 2012 como se citó en Chuga 2021).

Semilla: Las semillas de la vainita presentan variaciones morfológicas

de acuerdo con la variedad diferenciándose principalmente por su color que puede ser blanco rojo crema marrón o negro, así como por su tamaño y forma las cuales pueden ser arriñonadas elípticas u ovaladas. El brillo de la semilla también es variable y está relacionado con su contenido proteico el cual depende directamente de la diversidad genética existente entre las especies y variedades cultivadas (Solano *et al.* 2009 como se citó en Chuga 2021).

6.8.3 Exigencias ecológicas. Características de la planta y cultivo.

Las principales zonas productoras de vainita en Ecuador incluyen la Región Costa con énfasis en la parte alta de la Cuenca del Río Guayas (Quevedo Valencia Buena Fe) y las provincias de Manabí y Los Ríos. También se cultiva en la Sierra ecuatoriana de forma más localizada aunque su producción en esta región es menos destacada en la información disponible.

Zonas productoras destacadas:

- **Región Costa:** Se considera la región con mayor producción agrícola.
- **Cuenca del Río Guayas:** Específicamente se mencionan la parte alta (Quevedo Valencia Buena Fe) y la parte baja (Ventanas Babahoyo).
- **Provincia de Manabí:** Se ha reportado su cultivo en la provincia incluso bajo invernadero como en el cantón Paján. Provincia de Los Ríos: Se menciona como una de las provincias con mayor superficie agropecuaria.

- **Región Sierra:** Aunque se cultiva se identifica más como una zona de producción típica y localizada no con la misma intensidad que la Costa.

Clima: La vainita es un cultivo que se desarrolla adecuadamente en climas tropicales y subtropicales con temperaturas óptimas comprendidas entre 16 y 20 °C y a altitudes que oscilan entre 1 400 y 2 400 m s. n. m. condiciones que favorecen su crecimiento y rendimiento productivo (Tarabata 2020; Torres 2017 como se citó en Ulcuango Arévalo 2023). No obstante cuando la temperatura ambiental se incrementa por encima de 32 °C se produce la caída de flores y frutos mientras que temperaturas inferiores a 15 °C reducen significativamente el desarrollo del cultivo; además la vainita no tolera condiciones de heladas lo que limita su establecimiento en zonas con climas fríos extremos (Rojas 2001; Toledo 2003 como se citó en Ulcuango 2023).

Suelo: La vainita se adapta bien a distintos tipos de suelo, aunque muestra mejores resultados en suelos franco-arenosos y franco-arcillosos, gracias a sus adecuadas condiciones de aireación y drenaje. En contraste, los suelos arcillosos generan resultados negativos, ya que presentan problemas de compactación y drenaje que afectan el desarrollo del sistema radicular; por su parte, los suelos excesivamente arenosos suelen presentar deficiencias nutricionales que limitan el crecimiento del cultivo. Por ello, la vainita requiere una adecuada preparación del suelo para garantizar un alto porcentaje de germinación de la semilla y un óptimo desarrollo de la planta (Box, 1981, como se citó en Chuga, 2021).

Siembra: La siembra de la vainita se realiza de forma directa y puede efectuarse de manera mecanizada o manual. En la siembra mecanizada se requiere una preparación óptima del terreno el cual debe encontrarse debidamente mullido y nivelado; la semilla se coloca a ambos lados del surco a una profundidad de 3 a 5 cm en terreno seco y en línea continua. Estudios realizados en la Universidad Nacional Agraria La Molina determinaron como distanciamiento óptimo 07 m entre surcos con dos hileras de plantas por surco y 01 m entre plantas en la hilera para cultivares de crecimiento determinado. El desahije debe efectuarse cuando las plantas alcanzan entre 10 y 12 cm de altura. Por su parte la siembra manual se realiza en terreno húmedo generalmente con riego de enseño colocando la semilla por golpes distanciados entre 20 y 25 cm lo que limita la densidad de plantas en comparación con la siembra mecanizada. Mientras la siembra mecanizada permite alcanzar densidades aproximadas de 142 850 plantas por hectárea la siembra manual alcanza alrededor de 63 488 plantas por hectárea; en cuanto al uso de semilla en siembras mecanizadas de alta densidad se emplean entre 100 y 120 kg de semilla por hectárea mientras que en la siembra manual por golpes el requerimiento se reduce a 60–70 kg por hectárea (Toledo 2003).

Riego: Una adecuada disponibilidad de humedad en el suelo durante el desarrollo y la cosecha del cultivo de vainita es indispensable para obtener un producto de calidad exportable ya que la cantidad de agua requerida varía en función del sistema de riego tipo de suelo época de plantación sistema y densidad de siembra. En sistemas de riego por surcos se reportan consumos de agua entre 7 000 y 10 000 m^3/ha por campaña; sin embargo cuando la siembra se realiza en terreno húmedo

generalmente no es necesario aplicar riego durante la germinación mientras que en siembras en terreno seco los primeros riegos deben ejecutarse con precaución debido a que el exceso de humedad favorece la pudrición de semillas y la chupadera de plántulas causada por patógenos del suelo. Durante el crecimiento y desarrollo del cultivo se debe evitar el contacto directo del agua con las plantas para prevenir pudriciones radiculares. La deficiencia hídrica durante la floración y el desarrollo de las vainas provoca fallas en el cuajado incremento de vainas deformes y una reducción significativa de la calidad y del rendimiento exportable. Por ello se recomienda aplicar riegos ligeros y frecuentes en lugar de riegos pesados y espaciados especialmente en las etapas iniciales del cultivo considerando que el sistema radicular es superficial; en épocas de calor la frecuencia de riego puede ser de 5 a 10 días en suelos sueltos mientras que en invierno o en suelos más pesados puede espaciarse entre 10 y 14 días (Toledo 2003).

6.8.4 Fisiología

Crecimiento y desarrollo de la planta

Distintas etapas en el crecimiento y desarrollo de la planta de vainita pueden ser definidas en base a la presencia de estructuras vegetativas y reproductivas que aparecen en el cultivo desde su inicio y hasta la etapa de madurez (Toledo 2003).

Fase Vegetativa. La fase vegetativa se puede dividir en cinco etapas de desarrollo: germinación emergencia hojas primarias primera hoja trifoliada y tercera hoja trifoliada.

El primer signo externo que evidencia el inicio del proceso de germinación de la vainita lo constituye el aumento del tamaño de la semilla como resultado de la absorción de agua. Luego emerge la radícula futura raíz primaria a partir de la cual se generan las raíces secundarias y terciarias. Posteriormente aparece el hipocótilo futuro tallo. El proceso germinativo se considera terminado cuando los cotiledones alcanzan el nivel del suelo. La emergencia de la plántula se inicia con la aparición de los cotiledones por encima de la superficie del suelo conjuntamente con el hipocótilo que se encuentra doblado de manera característica. Luego el hipocótilo se endereza y continúa creciendo hasta su máximo tamaño. Asimismo los cotiledones empiezan a separarse dando paso al epicotíleo. En ese momento se inicia el despliegue y separación de las hojas primarias que se encuentran en el interior de los cotiledones. El crecimiento de las hojas primarias continúa hasta quedar completamente expandidas. Las hojas primarias son unifoliadas y opuestas. Todas las hojas restantes son trifoliadas y largamente pecioladas. El aporte de los cotiledones en términos de reservas y actividad fotosintética es definitivo para el normal crecimiento y desarrollo de la plántula de vainita en la etapa de emergencia.

Una vez que las hojas primarias están completamente desplegadas los cotiledones pierden su forma arqueándose y arrugándose. La siguiente etapa del desarrollo de la planta se caracteriza por la apertura y expansión de la primera hoja trifoliada. Durante este período los cotiledones se desecan y caen. La expansión de la tercera hoja trifoliada se considera como una etapa que presenta características similares a las de los siguientes estados con que continúa el desarrollo vegetativo de esta hortaliza (Toledo 2003).

Fase Reproductiva La fase reproductiva se inicia con la aparición del primer botón o racimo floral. Esta primera parte de la fase reproductiva se conoce como de prefloración. La apertura de la primera flor indica el comienzo de la etapa de floración. En los cultivares de hábito determinado la floración empieza en el último nudo del tallo principal continuando de forma descendente hacia los nudos inferiores. Por el contrario en los cultivares indeterminados la floración comienza en la parte media del tallo principal y ramas continuando en forma ascendente. La fecundación en la mayoría de los casos ocurre antes que abra la flor; siendo ésta autogámica y con un porcentaje muy bajo de cruzamiento. Luego que la flor ha sido fecundada se inicia el crecimiento de la vaina. La corola marchita permanece por unos días en el extremo de la vaina en desarrollo desprendiéndose luego. Durante los primeros 15-20 días luego de la fecundación se observa un crecimiento longitudinal de la vaina sin que el desarrollo de las semillas se haga evidente. Esta característica permite obtener el producto comercial conocido como vainita (Toledo 2003).

6.8.5 Nutrición

Como leguminosa la vainita fija el nitrógeno atmosférico y no requiere mucho abonado, aunque un abono orgánico descompuesto puede ser beneficioso en suelos pobres**.**

Un adecuado abastecimiento de nutrientes es indispensable para lograr una buena cosecha de calidad exportable. En tal sentido la determinación de la dosis de fertilización más conveniente para el cultivo debe basarse en los resultados de un análisis de suelo. La vainita

puede considerarse como un cultivo de poca respuesta a la fertilización; sin embargo, produce bien en suelos fértiles. Una parte importante del abastecimiento del nitrógeno requerido por este cultivo (60-70 %) se obtiene a través de la fijación simbiótica de este elemento realizada por las bacterias nitrificantes Rhizobium phaseoli.

La extracción total de nitrógeno fósforo y potasio por hectárea para un rendimiento de 11 000 kg de vainita es de alrededor de 190 kg 18 kg y 120 kg respectivamente (Lorenz and Maynard 1980). De este total la cosecha extrae 135 kg de nitrógeno 11 kg de fósforo y 54 kg de potasio aproximadamente. El potasio es mayormente absorbido en la etapa previa a la floración mientras que la extracción del fósforo es más o menos constante durante el desarrollo del cultivo. La aplicación excesiva de nitrógeno retarda la maduración del cultivo favoreciendo el desarrollo excesivo del follaje en desmedro del crecimiento reproductivo todo lo cual afecta el rendimiento de esta hortaliza. Asimismo, deficiencias de nitrógeno limitan el normal crecimiento de las plantas restringiendo también la cantidad de producto cosechado y su calidad (Lorenz y Maynard 1980 como se citó en Chávez s. f.).

Fertilización

En suelos medianamente fértiles o cuando este cultivo se siembra luego de otros que han sido intensamente fertilizados puede ser suficiente sólo la aplicación de 60 kg de N/ha. Adicionalmente hay que asegurar un adecuado abastecimiento de micronutrientes algunos de los cuales como el manganeso y el zinc son abastecidos mediante la aplicación de fungicidas. La vainita es particularmente sensible a la carencia del zinc

molibdeno manganeso y cobre; siendo además muy afectada por el exceso de boro y cloro (Toledo 2003).

6.8.6 Variedades comerciales principales características

Variedades populares en Ecuador Se siembran cultivares de vainita como:

- **Jade:** Vaina verde oscuro redonda lisa y sin hilachas tolerante a enfermedades comunes como la roya y el mosaico del fréjol.
- **Bush Blue Lake:** Otra variedad de vainita verde conocida por su buen rendimiento.
- **INIAP 473 – Boliche e INIAP 474–Doralisa:** Son cultivares desarrollados por el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y son populares entre los agricultores ecuatorianos.
- **Colter:** Una variedad de alto rendimiento con vainas verdes intensas y derechas recomendada para alta producción (Bonifaz 2020).

Otras variedades mencionadas

- **Boca de dragón:** Vaina plana de color amarillo que adquiere un jaspeado violeta al madurar pero pierde esta tonalidad al cocinarse.
- **Demeter:** Vaina de color verde claro y cilíndrica.
- **Bina:** Vaina plana de color verde.

- **Vainita de mantequilla:** Vaina cilíndrica de color amarillo (Nestlé Ecuador s. f.).

CAPÍTULO VII

7 PLANTAS NEDICINALES Y AROMÁTICAS



Figura 38.Flor de jamaica.

Fuente: https://www.picturethisai.com/image-handle/website_cmsname/image/1080/154253716118044688.jpeg?x-oss-process=image/formatwebp/resizes_300&v=1.0

Las plantas son una parte esencial de la vida de los pueblos indígenas y se utilizan con fines medicinales alimenticios rituales y otros usos. Entonces Ecuador siempre ha tenido un respeto saludable por la madre naturaleza (Pachamama) y la creencia de que todo en la naturaleza está conectado. Si alguien se enferma la naturaleza proporciona la medicina curativa solo es cuestión de saber dónde buscar. Antes de la medicina moderna nuestros antepasados tenían que depender de las plantas que los rodeaban para su curación. La mayoría de los descubrimientos medicinales se realizaron originalmente por ensayo y error. Este conocimiento se transmitió luego a través de cientos de generaciones a medida que se hicieron más y más descubrimientos con el paso del tiempo (Happy Gringo 2025).

En Ecuador las plantas medicinales se consumen en infusiones, tés y otros preparados. Estas son utilizadas para tratar una amplia gama de

afecciones. Entre ellas, problemas respiratorios y digestivas e inflamaciones y afecciones nerviosas. Este conocimeinto ancestral se ha transmitido de generación en generación. El uso de estas plantas es parte de la vida cotidiana y en los mercados es posible encontrarlas. En los puestos de ventas se encuentran diversas plantas como el matico, la valeriana y el eucalipto las que se utlizan tanto de forma casera como para elaborar productos de la industria farmacéutica.

El cultivo de plantas medicinales y aromáticas en el país se puede catalogar que es aún incipiente siendo la poca producción a nivel comercial el desconocimiento de la forma de producción y la falta de capacitación en el manejo del cultivo por los productores y los técnicos que otorgan asistencia técnica del sector público y privado las causas. El consumo de medicinas alternativas va en aumento en el país y en muchos países de la región de ahí la importancia de prestar atención a su desarrollo sin embargo esto no se aprecia y es prácticamente nulo por lo que la ausencia de investigación agrícola la entrega de créditos oportunos y blandos y el establecimiento de canales de comercialización van a constituir obstáculos para el desarrollo y la difusión de las plantas medicinales y aromáticas en el país. Siendo Ecuador el hogar de más de 500 tipos diferentes de plantas medicinales y se estima que 7 de cada 10 ecuatorianos las usan para obtener beneficios para la salud. Las plantas a base de hierbas siempre han sido una parte esencial de la vida de los pueblos indígenas en la selva amazónica pero cada vez más también juegan un papel importante en el día a día de la vida moderna de todos los ecuatorianos.

Aproximadamente el 25% de la medicina occidental moderna se deriva de las plantas amazónicas. Al mismo tiempo solo alrededor del 1% de las plantas amazónicas han sido probadas hasta ahora por la ciencia moderna. Por lo tanto existe un gran potencial para muchos más descubrimientos medicinales en la selva amazónica de Ecuador (Happy Gringo 2025).

7.1 Antecedentes y origen

Con la llegada de los conquistadores españoles algunos de estos conocimientos comenzaron a documentarse formalmente. Hoy en día muchas empresas farmacéuticas utilizan estos mismos componentes vegetales como base para medicamentos modernos. Por ejemplo ¿sabías que la aspirina se usó durante miles de años en forma de corteza de sauce antes de su descubrimiento moderno en forma de ácido salicílico en 1897. De manera similar el importante fármaco antipalúdico quinina se descubrió de hecho en la corteza del Árbol Chinchona que es común en Ecuador y Perú. Estos son solo dos ejemplos de cómo las plantas medicinales han pasado de ser un uso ancestral a ser utilizadas en la medicina moderna en la actualidad (Happy Gringo 2025). La historia del hombre está estrechamente ligada con las plantas medicinales y aromáticas. Antes de conocer el fuego y domesticar a los animales su subsistencia dependía en gran parte de las hierbas los frutos la miel y los jugos que extraía de las plantas. En el periodo neolítico el hombre se vuelve sedentario y aparece la agricultura se cultivan granos y plantas como el hinojo y el cilantro las que se utilizaban como condimentos. También se inicia la fermentación de ciertos cereales con la ayuda de semillas aromáticas

como el comino y el anís se intenta realzar el sabor con hierbas aromáticas y se descubren sabores como el de la angélica y los frutos de la uva.

Los griegos usaban plantas aromáticas en su medicina y las incorporaron a su mitología tejiendo leyendas como la de Dafne convertida en laurel y la de la hechicera Medea y sus encantamientos a base de plantas aromáticas. Homero menciona en su Odisea jardines compuestos de plantas aromáticas y especias.

El siglo XVII marcó el apogeo de las plantas medicinales y aromáticas que hasta entonces se emplearon de manera limitada como medicina; su número había aumentado pues aparecieron otras como la manigueta de Guinea y el anís estrellado de China. A finales del siglo XVIII su valor principal era el curativo.

En la actualidad se estima que alrededor del 80% de la población mundial recurre a la medicina tradicional herbolaria para la atención primaria de la salud. Es reconocido que las plantas medicinales y aromáticas constituyen un mercado cada vez más promisorio para los países iberoamericanos en parte por el surgimiento en el ámbito mundial del consumo verde que reconoce la unidad del hombre con la naturaleza y busca fuentes terapéuticas en ésta; y en gran medida por la necesidad creciente de recuperar nuestras raíces nuestra cultura y nuestra identidad (Fretes 2010).

7.2 Clasificación de las plantas según sus efectos sobre la salud

humana

Los vegetales según sus efectos sobre la salud humana por ingestión absorción o contacto se clasifican en medicinales oficinal aromáticas y especias.

Plantas medicinales. Son aquellos vegetales que elaboran unos metabolitos secundarios llamados “principios activos” sustancias que ejercen una acción farmacológica beneficiosa o perjudicial sobre el organismo vivo. Su utilidad primordial a veces específica es servir como droga o medicamento que alivie las enfermedades o restablezca la salud perdida. Constituyen aproximadamente la séptima parte de las especies existentes. El contenido en principios activos es muy importante para valorar una planta medicinal cosa que depende tanto de la variedad como de las condiciones donde ha crecido la planta. Cada una de las plantas medicinales puede tener más de una aplicación que varía de una cultura a otra pudiéndose emplear solas o bien mezcladas con otras. Las plantas medicinales se utilizan mucho en las sociedades no industrializadas principalmente porque están fácilmente disponibles y son más baratas que las medicinas modernas.

Planta oficinal. Es la que por sus propiedades farmacológicas está recogida en la farmacopea o que forma parte de un medicamento preparado conforme a las reglas de aquella. Una "planta oficinal" (del latín officinalis) es una especie vegetal que se emplea en la medicina la herboristería y la farmacología a menudo por sus propiedades curativas medicinales o beneficiosas para la salud y se indica en nombres científicos como *Melissa officinalis* o *Caléndula officinalis*.

Plantas aromáticas. Son aquellas plantas medicinales cuyos principios activos están constituidos total o parcialmente por esencias. Representan alrededor de un 07% del total de las plantas medicinales. Se consideran plantas aromáticas aquellas que aparte de tener aptitudes medicinales sus principios activos desprenden olor correspondiendo a unas sustancias químicas conocidas como aceites esenciales cuyos componentes mayoritarios son los terpenos.

Plantas condimentarías o especias. Existe un cierto número de plantas aromáticas por tanto medicinales que el hombre utiliza por sus características organolépticas que comunican a los alimentos y bebidas ciertos aromas colores y sabores que los hacen más apetitosos gratos y sabrosos al olfato vista y paladar.

7.3 Formas de preparación y usos para aprovechar las bondades de las plantas medicinales y aromáticas

Según Fretes (2010) hay una variada manera de usar y aprovechar las bondades de las plantas medicinales y aromáticas entre las que se encuentran las siguientes:

- Infusiones: verter en una taza una a dos hojas o alguna parte de planta agua hervida y dejar reposar por lo menos 5 minutos. Beber tibia al menos tres veces al día después de las comidas.
- Cocimiento: se realiza vertiendo las infusiones sobre agua hirviendo por lo menos 30 min. Sobre partes leñosas y raíces.
- Extractos: maceraciones acuosas o alcohólicas.

- Tinturas: maceraciones frescas en alcohol de 70% de 10 días a seis semanas.
- Jarabes: disoluciones de 150 a 200 gramos de azúcar en 100 gramos de agua añadiéndoles las partes de plantas.
- Polvo: partes de plantas secas y pulverizadas.
- Tinturas madres: maceración en alcohol de la planta entera o sus partes por tres semanas.
- Gotas: provienen de infusiones vía oral.
- Jugo o zumo: se corta en pedazos pequeños que se machacan hasta obtener la savia.
- Maceración: se desmenuzan y machacan hojas flores frutos y semillas en agua alcohol vino aceite y/o aguardiente.
- Baños: se preparan con un cocimiento o infusión concentrada de plantas que se mezclan con el agua tibia de la tina.
- Cataplasma: aplicación directa de la hierba machacada sobre la zona que se desea tratar.
- Compresas: aplicación directa en compresas calientes de infusión o cocimiento.
- Inhalación: aspiración de los vapores que se obtienen en un cocimiento.

7.4 Principales especies características morfológicas y usos

7.4.1 Manzanilla (Matricaria chamomilla L.)



Figura 39.Flor de manzanilla.

Fuente: https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/111945636/large.jpeg

La manzanilla (Foto 39) una de las hierbas medicinales más antiguas de la historia conocida en gran parte del mundo. Según investigaciones la principal forma de utilizar esta flor es mediante la preparación de infusiones a partir de sus flores las cuales tienen un aroma y sabor muy agradable. Sin embargo también es común usarla para realizar compresas frías o tibias según sea la necesidad con el objetivo de tratar áreas inflamadas como los párpados después de una noche sin sueño reparador o algún área del cuerpo en el que haya sufrido un golpe. La manzanilla sirve para calmar la ansiedad y el estrés mejorar la calidad del sueño aliviar problemas digestivos como la indigestión y la acidez estomacal y reducir la inflamación. También puede usarse para tratar irritaciones de la piel afecciones respiratorias y en aplicaciones cosméticas para aclarar el cabello y limpiar la piel.

7.4.2 Diente de león (Taraxacum officinale Weber)



Figura 40.Flor de diente de león.

Fuente:
https://www.bupasalud.com.ec/sites/default/files/styles/640_x_400/public/articulos/2024- 07/fotos/diente-de-leon-beneficios1.jpeg?itok=ZX6hYhdO

El diente de león (Foto 40) es una planta que se ha utilizado históricamente para una amplia variedad de propósitos medicinales y culinarios en muchas culturas de todo el mundo. Sin embargo, no todos conocen cuáles son estos beneficios. Es una excelente fuente de vitaminas. Mejora la digestión y la salud gastrointestinal Es una planta rica en antioxidantes. Tiene propiedades antiinflamatorias. Ayuda a desintoxicar el hígado. Puede ser útil para controlar los niveles de azúcar en la sangre Disminuye el colesterol y Mejora la salud de la piel.

7.4.3 Albahaca (Ocimum bacilicum)



Figura 41. Hoja de albahaca.

Fuente: https://image.tuasaude.com/media/article/zg/be/para-que-sirve-la-albahaca_57823.jpg?width=1372&height=974

La albahaca (Foto 41) es una planta herbácea anual de tallo ramificado. Puede llegar a medir hasta medio metro de altura con hojas opuestas ovales y apuntadas de color verde con flores blancas. La planta se puede cultivar al aire libre o en maceta en suelos ricos. Se seca después de su floración por lo que conviene cortar las flores apenas aparecen de esta manera se las puede utilizar hasta dos años. La albahaca sirve como condimento en la cocina aportando sabor a una variedad de platos pero también tiene propiedades medicinales como ser antiinflamatoria y antioxidante que ayudan a reducir el estrés y la ansiedad mejorar la digestión y fortalecer el sistema inmunitario. Además es una buena fuente de nutrientes como la vitamina K y contribuye a la salud de la piel. Otros usos de la albahaca sagrada son: Reducción de la ansiedad y el estrés Disminución del azúcar en sangre en personas con diabetes Tener niveles bajos de colesterol Protección contra las infecciones bacterianas y víricas Favorecimiento de la curación de heridas y Reducción de la inflamación.

7.4.4 Alcaparra (Capparis spinosa L.)



Figura 42. Planta de alcaparra.

Fuente:
https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illustration_Capparis_spinosa0.jpg

La alcaparra (Foto 42) es un arbusto perenne de raíz leñosa y ramificaciones erguidas divididas en el par te superior con hojas circulares de color verde y flores rosadas. Crece en lugares soleados endémico de los países circunmediterráneos. Posee un reconocido valor nutricional especialmente en términos de vitaminas y antioxidantes relacionados con la presencia de flavonoides alcaloides y glucosinolatos como principales metabolitos secundarios. Los extractos de alcaparra también han demostrado mostrar efectos antibacterianos antifúngicos analgésicos antitumorales hepatoprotectores antioxidantes antiinflamatorios y neuro protectores que correlacionan los usos de la planta en la medicina popular contra enfermedades metabólicas e infecciosas. Se utiliza para cocinar siendo los capullos encurtidos un condimento popular en ensaladas y salsas y también como remedio tradicional para diversas afecciones medicinales como mejorar la circulación sanguínea suprimir la inflamación reducir el azúcar en la sangre y como diurético y tónico para el hígado.

7.4.5 Anís dulce (Pimpinella anisum)



Figura 43.Flor de anís dulce.

Fuente: https://www.gardenia.net/wp-content/uploads/2025/06/shutterstock_2186291789.jpg

El anís dulce (Foto 43) es una planta anual originaria del suroeste de Asia y la región mediterránea cultivada por sus semillas aromáticas de sabor dulce similar al regaliz. Se utiliza como aromatizante en alimentos y bebidas especialmente licores productos horneados y postres. Sus usos también incluyen la medicina tradicional para la digestión los cólicos y los síntomas de la menopausia gracias a compuestos con efectos estrogénicos y sedantes.

7.4.6 Llantén (Plantago major)



Figura 44. Planta de llantén.

Fuente: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/8228442/1189740-foto.jpeg

El llantén (Foto 44) es una planta medicinal ampliamente utilizada hierba con propiedades antiinflamatorias cicatrizantes antibacterianas antivirales antidiarreicas antidiabéticas y antioxidantes. Se utiliza tradicionalmente para tratar heridas quemaduras picaduras de insectos afecciones respiratorias y oculares y para calmar la diarrea. Sus principales componentes son flavonoides alcaloides compuestos

fenólicos y mucílagos que le confieren sus propiedades medicinales.

7.4.7 Cola de caballo (Equisetum arvense. L)



Figura 45.Planta de cola de caballo.

Fuente:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.elespectador.com%2Fla- huerta%2Fcola-de-caballo-propiedades-medicinales-y-caracteristicas-de-esta-planta%2F&psig=AOvVaw0unvY9I0IfxYYC7_VK59Y0&ust=1760122513791000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQj RxqFwoTCOjxsMHll5ADFQAAAAAdAAAAABAE

La cola de caballo (Foto 45) sirve para mejorar la salud ósea como diurético natural y para fortalecer el cabello y las uñas gracias a su alto contenido en silicio y sus propiedades remineralizantes. También se usa para el cuidado de la piel tratar ciertas afecciones urinarias y como coadyuvante en la cicatrización de heridas. Otros posibles usos de la cola de caballo: Alivio de dolores articulares: su acción antiinflamatoria puede contribuir a aliviar molestias leves en articulaciones Recuperación de tejidos: su contenido en silicio ayuda en la regeneración de tejidos conectivos tras lesiones y Cuidado bucal: utilizada como

enjuague natural para encías inflamadas o aftas bucales.



Figura 46. Planta de ortiga.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Illustration_Urtica_dioica0.jpg

7.4.8 Ortiga (Urtica dioica)

La ortiga (Foto 46) es una planta herbácea perenne silvestre con flores comúnmente conocida como ortiga mayor. Es un cultivo común y multipropósito que a veces se pasa por alto. Europa Asia África del Norte y América del Norte son el hogar de la ortiga mayor. Es una planta comestible con propiedades nutricionales y medicinales. Las hojas jóvenes se pueden usar para hacer curry sopas de hierbas y sopas agrias. La raíz de la ortiga mayor se usa para tratar dificultades miccionales asociadas con la hiperplasia prostática benigna mientras que las hojas se usan para tratar la artritis el reumatismo y la rinitis alérgica. Sus hojas son ricas en fibra minerales vitaminas y compuestos antioxidantes como polifenoles y carotenoides. La ortiga posee propiedades antiproliferativas antiinflamatorias antioxidantes analgésicas antiinfecciosas hipotensoras y antiulcerosas además de la capacidad de

prevenir enfermedades cardiovasculares en todas las partes de la planta (hojas tallos raíces y semillas). Mejora el rendimiento reproductivo de los peces lo que la convierte en una planta acuícola rentable. Se pueden elaborar fertilizantes e insecticidas a partir de la planta.

Se usa para tratar síntomas de la hiperplasia prostática benigna (agrandamiento de la próstata) afecciones alérgicas como la rinitis alérgica problemas de la piel dolores articulares y reumáticos y como diurético para favorecer la salud renal. Es una hierba rica en vitaminas minerales y antioxidantes que también aporta nutrientes esenciales.

7.4.9 Sabila (Aloe vera L)



Figura 47.Planta de sábila.

Fuente: https://www.maga.gob.gt/wp-content/uploads/2024/12/El-aloe-vera-o-sabila-una-planta-muy-apreciada1- 1200x800.jpg

La sábila o aloe vera (Foto 47) sirve para hidratar y regenerar la piel curar heridas y quemaduras aliviar la digestión combatir el estreñimiento reducir el azúcar en sangre y fortalecer el sistema inmunológico gracias a sus propiedades antiinflamatorias antimicrobianas y ricas en vitaminas

y minerales.

Es una planta reconocida por sus múltiples beneficios para la salud y la piel. Su gel contiene vitaminas minerales aminoácidos y antioxidantes que ayudan a hidratar reparar y rejuvenecer la piel siendo útil para tratar quemaduras heridas y problemas como el acné.

Además, su capacidad para aliviar la inflamación y promover la regeneración celular es otra de sus cualidades muy apreciada. En el ámbito de la salud la sábila es conocida por favorecer la digestión aliviar problemas gástricos como la acidez y el estreñimiento y fortalecer el sistema inmunológico gracias a sus propiedades antimicrobianas y desinfectantes. También se utiliza en bebidas y suplementos por su capacidad para regular los niveles de azúcar en sangre y mejorar la salud cardiovascular convirtiéndose en un aliado.

7.4.10 Tilo (Tilia platyphyllos)



Figura 48.Hoja de tilo.

Fuente: https://www.arbolapp.es/imagenes/especies/especie_094_01.jpg

Este árbol (Foto 48) puede llegar a los 30 m de altura su tronco es recto y la corteza grisácea con la copa amplia y bien desarrollada. Las hojas

de 5-12 cm de largo son acorazonadas algo asimétricas y serradas en su margen. Son casi lampiñas o con algunos pelos blanquecinos en el haz mientras que en el envés aparecen sólo en las axilas de los nervios. Las flores son colgantes van acompañadas por una hoja modificada (bráctea) con forma de lengüeta salen habitualmente en grupos de 2 a 6 en el verano y son blancas o cremas. Los frutos maduros poseen 5 costillas longitudinales carácter que lo diferencia del tilo de hojas pequeñas (Tilia cordata Mill.). No obstante ambos tilos se pueden hibridar y dan ejemplares con caracteres intermedios. Son conocidas sus propiedades calmantes en infusión, pero además es el árbol sagrado de los pueblos germánicos y bálticos.

7.4.11 Alfalfa (Medicago sativa L.)



Figura 49. Hoja de alfalfa.

Fuente: https://cofepasa.com/wp-content/uploads/2020/02/cultvo-alfalfa.jpg

La Alfalfa (Foto 49) es una planta herbácea perenne con pequeñas flores púrpura que crecen en racimo. Es originaria de Asia y se adapta muy bien a climas fríos y calurosos. Esta planta se usa tanto en medicina o como producto alimentario. Si el fin es medicinal se pueden utilizan todas sus partes: raíces tallo hojas flores y semillas para realizar

infusiones. Si por el contrario queremos utilizarla como alimento es una de las plantas comestibles más nutritivas y la podemos consumir en brotes de alfalfa o germinados incluyendo también las semillas y hojas.

La alfalfa sirve como alimento principal para el ganado siendo un forraje nutritivo y también tiene usos como complemento alimenticio para humanos debido a su riqueza en vitaminas (como la C D K) y minerales (calcio) además de antioxidantes con propiedades que benefician la salud digestiva el control del azúcar en sangre la reducción del colesterol y la desintoxicación del organismo.

7.4.12 Stevia (Stevia rebaudiana)



Figura 50.Flor de stevia.

Fuente: https://www.utep.edu/herbal-safety/_Files/images/Stevia-300x228.jpg

Esta pequeña planta arbustiva perenne (Foto 50) es nativa de Sudamérica principalmente de Brasil y Paraguay que sirve principalmente como un edulcorante natural bajo en calorías alternativa al azúcar que no eleva los niveles de glucosa en sangre siendo ideal para diabéticos y para quienes buscan controlar el peso. Además se le atribuyen propiedades medicinales como efectos antiinflamatorios

diuréticos y su capacidad para regular el sistema inmunológico y la presión arterial. El jugo de las hojas sirve para disminuir la presión arterial. Una infusión con las hojas se usa para tratar la diabetes y también como anticonceptivo. Las hojas de Stevia son una fuente natural de un edulcorante no calórico ni tampoco promueve la caries dental.

7.4.13 Toronjil (Melissa officinalis)



Figura 51.Hoja de toronjil.

Fuente: https://jardines.ec/media/k2/items/cache/f60a47f7792630a3a86bc14c0657e89c_XL.jpg

El toronjil (Foto 51) es una planta aromática medicinal perenne de tallos largos y frondosa al amasar sus hojas libera un olor a cedro y limón que crece hasta 90 cm de alto se utiliza en la medicina por su gran poder calmante sedante relajante catalogado como un analgésico natural. Es una hierba perenne hemicriptófita con los tallos herbáceos rastreros ligeramente lignificados en la base de sección cuadrangular y hasta casi un metro de altura. Presenta hojas opuestas claramente pecioladas de

hasta 9 × 7 cm con el limbo ovado y el margen dentado de color verde intenso con la superficie pilosa. Es una hierba mediterránea con un aroma a limón utilizada en infusión y medicina popular para calmar la ansiedad y el estrés mejorar la digestión y el sueño y como aromatizante. Contiene ácido rosmarínico y otros compuestos con propiedades relajantes antiespasmódicas y antioxidantes.

7.4.14 Eucalipto (Eucaliptus globulus L'Hér.)



Figura 52. Árbol de eucalipto.

Fuente: http://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2012/10/eucalipto-taxonomia1.jpg

El árbol de eucalipto (Foto 15) es conocido por su rápido crecimiento y su característico aroma a aceite esencial. Se utilizan para obtener madera para carpintería y celulosa como fuente de leña y por sus hojas para la producción de aceites con propiedades medicinales antisépticas y descongestionantes especialmente para afecciones respiratorias. Originario de Australia y Tasmania es un grupo de rápido crecimiento en el que se cuentan cerca de 700 especies de Eucalipto distribuidas en regiones especialmente de climas mediterráneos tropicales o

subtropicales. En el Ecuador el Eucalyptus urograndis se encuentra plantado en la provincia de Esmeraldas en una superficie inicial de 1.000 ha en la zona de Muisne Tonchigüe y Sua.

7.4.15 Hierba luisa (Cymbopogon citratus)



Figura 53.Planta de hierba luisa.

Fuente:
https://imagenes.elpais.com/resizer/v2/DZBONTHEQJFZJH7CPOCMQOUGRE.png?auth=71168a4ef81550804285cd1bda75609420009f0ed9d444554017fff7e8badd2f&width=1960

La hierba luisa (Foto 53) ofrece beneficios digestivos ayudando con gases y dolor estomacal; es relajante reduciendo el estrés y la ansiedad y promoviendo un mejor sueño; tiene propiedades antiinflamatorias y antioxidantes protegiendo contra el daño celular; y es útil en el sistema respiratorio para aliviar síntomas leves de resfriados y bronquitis. También se usa como repelente de insectos y en cosmética para la piel y el cabello. Algunos de los beneficios más destacados asociados con esta planta son: Repelente de insectos. Su aroma actúa como un repelente natural especialmente contra mosquitos. Relajante. La

fragancia de esta planta es muy agradable por lo que promueve el bienestar. Mejora de la calidad del sueño. Sus efectos relajantes y sedantes ayudan a reducir el estrés y la ansiedad. Tomar una taza antes de dormir puede promover un descanso reparador. Es importante recordar que si bien la hierbaluisa tiene estas propiedades su efectividad puede variar de una persona a otra.

7.4.16 Hojas de guanabana (Annona muricata)



Figura 54. Planta de guanábana.

Fuente: https://es.dreamstime.com/fotos-de-archivo-%C3%A1rbol-de-guanabana-o-de-guan%C3%A1bana- fruta-tropical-image29938503

La guanábana (Foto 54) es una fruta tropical de Centro y Sudamérica con pulpa blanca jugosa y dulce de sabor y aroma únicos y cáscara verde con espinas suaves. Es rica en vitaminas C y del complejo B y minerales como potasio y es consumida en jugos postres y en fresco además de usarse en infusiones. Históricamente ha sido empleada en medicina tradicional por sus propiedades antioxidantes antiinflamatorias y su uso potencial contra el cáncer, aunque se recomienda precaución con su consumo prolongado.

Ha presentado diferentes beneficios a la salud humana. Se han empleado diversas porciones de la planta en medicina tradicional para disminución de inflamación fiebre tos y asma. Entre los principios activos mayormente presentes en la guanábana están las acetogeninas anonáceas; estos fitoquímicos naturales producidos en las raíces corteza tallos y hojas del árbol así como en las semillas de los frutos se ha demostrado diversos efectos benéficos. Hojas frutos raíces y semillas han sido considerados componentes con efectos antidiabéticos; ciertas investigaciones demostraron que la administración diaria de extracto de hojas en ratas disminuyó los niveles sanguíneos de glucosa triglicéridos y colesterol; otros estudios suministraron por treinta días un extracto de guanábana con jengibre con una disminución en el daño hepático causado por diabetes mellitus. Las acetogeninas presentes en la guanábana han sido estudiadas por su actividad antitumoral ya que estos compuestos pueden inhibir selectivamente el crecimiento de las células cancerígenas.

7.4.17 Cualagala (Polypodium feuillei Bertero)



Figura 55.Hoja de cualagala.

Fuente: https://www.casapia.com/blog/wp-content/uploads/2014/02/Calaguala-1.jpg

La planta de cualagala (Foto 55) tiene un nombre quechua para una planta helecho (Polipodio) que se distingue por sus rizomas cubiertos de escamas que se asemejan a lagartos. Esta planta se ha utilizado tradicionalmente por sus propiedades para tratar afecciones de la piel como el vitíligo el eccema y la psoriasis debido a su efecto beneficioso sobre la síntesis del colágeno.

7.4.18 Espinaca (Spinacia oleracea)



Figura 56.Hoja de espinaca.

Fuente: https://cdn-prod.medicalnewstoday.com/content/images/articles/270/270609/spinach.jpg

La espinaca (Foto 56) es una planta de hoja de color verde oscuro que pertenece a la familia de las amarantáceas. Es conocida tanto por su sabor característico como por sus propiedades nutricionales. La espinaca es un superalimento rico en vitaminas (K A C ácido fólico) y minerales (hierro magnesio calcio) que benefician la salud ósea la coagulación de la sangre la visión y la piel. Su fibra promueve la saciedad y la salud digestiva mientras que sus antioxidantes protegen las células del daño y

el envejecimiento. La espinaca es rica en vitaminas y minerales es una verdura que contiene principalmente hierro pero también antioxidantes como flavonoides y carotenoides. Su alto contenido en hierro hace que sea una buena opción para las personas con una deficiencia de hierro los vegetarianos y las mujeres embarazadas.

7.4.19 Berro de agua (Nasturtium officinalis)



Figura 57. Hoja de berro de agua.

Fuente:
https://www.micomprafavorita.com.ec/kioskos/sites/default/files/styles/skm_imagestyles_extra/public/productos/berro.jpg?itok= Mz07xM7h&timestamp=1375803164

El berro de agua (Foto 57) es una hortaliza acuática muy nutritiva apreciada en la cocina tradicional y moderna por su alto contenido de vitaminas hierro y antioxidantes. El berro de agua crece en lugares húmedos tanto en la llanura como en montañas es una planta herbácea perenne con tallo rastrero de hasta 80 cm de altura y hojas de color verde claro acorazonadas con flores de color blanco en forma de racimo. El berro de agua sirve para mejorar la salud ósea (por su vitamina K calcio y magnesio) fortalecer el sistema inmunológico (por su vitamina C) proteger la vista (gracias a la luteína y zeaxantina) y prevenir

enfermedades como el cáncer y las cardiovasculares debido a sus antioxidantes y fitoquímicos como los isotiocianatos. Además ayuda a controlar la presión arterial y el colesterol y su bajo contenido calórico lo hace útil para el control de peso.

7.4.20 Mejorana (Majorana hortensis)



Figura 58. Hoja de mejorana.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Origanum_majorana.jpg

La mejorana (Foto 58) es una planta herbácea anual de tallo erguido y ramificado puede medir unos 40 o 50 cm posee hojas opuestas y ovaladas y pequeñas flores en forma de racimos. Despide un fuerte y agradable perfume. es una hierba aromática perenne originaria del Mediterráneo valorada en gastronomía por su sabor dulce y aroma similar al pino y cítricos usándose en carnes sopas y aderezos. También es utilizada en la medicina popular por sus posibles propiedades digestivas antiinflamatorias y relajantes.

7.4.21 Mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón.)



Figura 59.Flor de mashua.

Fuente:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fschram.ie%2Fproduct%2Ftropaeolum- tuberosum-ken-aslet%2F&psig=AOvVaw3idxFKUEfDGE9NFy17FkVX&ust=1760408155064000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBEQjRxqFwoTCJjS8suNoJADFQAAAAAdAAAAABAE

La mashua (Foto 22) es cultivada en las zonas altoandinas de Sudamérica es una planta rústica poco demandante de fertilizantes y resistente a nematodos y varias plagas este tubérculo tiene importante como super food y en la nutracéutica así como diversos usos industriales. A pesar de ello es un cultivo subutilizado en los países y las mismas regiones donde se produce. Este tubérculo andino se puede consumir sancochado como sustituto de la papa e incluso se recomienda beber el agua de su cocción. Se usa contra afecciones en riñones y próstata sirve para aprovechar sus propiedades antiinflamatorias antifúngicas y para la cicatrización siendo útil en la hiperplasia prostática benigna.

7.4.22 Menta (Mentha piperita)



Figura 60. Hoja de menta.

Fuente: https://segurossura.com/content/webp-express/webp-images/doc-root/content/uploads/sites/10/2020/12/hojas-de-mentas.jpg.webp

De agradable aroma la menta (Foto 60) es una planta perenne de unos 30 cm de altura posee numerosos tallos con hojas pequeñas lanceoladas opuestas apenas dentadas y flores agrupadas en espigas terminales de color violeta. La menta tiene usos culinarios (infusiones postres platos salados) medicinales (alivio de indigestión náuseas gases dolor menstrual y de cabeza problemas respiratorios) de salud bucal (aliento fresco y combate bacterias) y para el bienestar (aromaterapia para estrés y ansiedad). El mentol su componente clave es responsable de muchas de sus propiedades refrescantes y expectorantes.

7.4.23 Orégano (Origanum vulgare)



Figura 61.Hoja de orégano.

Fuente: https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ0rRVzyklwkCXB6hlRGSA7spAD3FwIk_jZIIf3a0XmNIBf7fl7Req6Xk5RvS04HdGIMPaxYxY91H KsTiOVOdTaojc6uomjvA

El orégano (Foto 61) es una planta perenne de tallo erguido de hasta 40 cm de altura cubierto de hojas opuestas y ovales de pequeño tamaño. Las hojas más grandes se encuentran en la parte inferior de la planta. Cada rama superior termina en pequeñas flores violáceas. Sirve como condimento en la cocina pero también para aliviar afecciones respiratorias y digestivas como dolores de cabeza cólicos y resfriados. Se usa por sus propiedades antioxidantes antiinflamatorias antimicrobianas y antibacterianas que provienen de compuestos como el timol y el carvacrol.

7.4.24 Comino (Cuminum syminum)



Figura 62. Semilla de comino.

Fuente: https://sitopia.com.ar/wp-content/uploads/2023/04/comino2.jpeg

El comino (Foto 62) crece mejor en suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. Es importante que el suelo tenga un pH entre 65 y 75. Es una planta medianamente exigente en nutrientes por lo que es bueno

garantizar un suelo rico agregando compost y enmiendas minerales requiere mucha luz solar para crecer y desarrollarse bien. Es recomendable plantar el comino en un lugar soleado con un mínimo de 6 horas de luz solar directa al día. Este no requiere riego frecuente ya que es una planta resistente a la sequía. De un intenso aroma el comino es una planta anual de 30 cm a 1 m de altura con hojas lancinadas que sostiene un número reducido de flores de pétalos blancos o rosados. Esta es una planta que se ha utilizado durante muchos años como un saborizante en las comidas y por su peculiar olor como un aromatizante natural. Beneficios: Sus minerales ricos en hierro dan fuerza al sistema inmunológico lo cual aumenta las defensas y ayuda a combatir enfermedades como la anemia ferropénica. Es un sedante natural que ayuda a disminuir el insomnio. Es un adelgazante natural y ayuda a mejorar la digestión disminuyendo las flatulencias y reduciendo la inflamación abdominal.

7.4.25 Eneldo (Enethum graveolens)



Figura 63. Planta de eneldo.

Fuente: https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_2X_853943-MEC88808399788_082025-F.webp

El eneldo (Foto 63) es apreciado por su sabor y aroma distintivos utilizándose en la cocina como hierba aromática y para potenciar el sabor de diversos platos. El eneldo es una planta herbácea anual aromática y de tallo hueco que mide de 30 a 45 cm de altura y puede alcanzar más de un metro si se deja florecer. Las hojas están formadas por una gran cantidad de filamentos delgados y el conjunto de tallos y hojas es de color azul verdoso. Las flores son pequeñas y amarillas crecen en grandes umbelas y los frutos se forman en grupos de dos aquenios unidos.

7.4.26 Hierba buena (Mentha spicata)



Figura 64. Hoja de hierba buena.

Fuente: https://elpoderdelconsumidor.org/wp-content/uploads/2024/04/hierbabuena-1.jpg

Es una planta que desprende un fuer te aroma es anual perenne y algunos ejemplares suelen llegar a medir hasta 60 cm de altura posee un conjunto de rizomas entrelazados subterráneos de los que nacen numerosos tallos con hojas lanceoladas dentadas y de color verde además de flores de color violeta. La hierbabuena (Foto 64) es rica en fibra vitamina A magnesio hierro y folatos por lo que contribuye al buen funcionamiento de la vista

mantiene los pulmones sanos ayuda a mantener un sistema inmune saludable y colabora en la formación de glóbulos rojos.

Tiene propiedades antiinflamatorias antisépticas y analgésicas. Ancestralmente se ha utilizado para aliviar dolores de cabeza y musculares. Favorece el tránsito intestinal reduce las flatulencias combate el mal aliento es útil para descongestionar las vías respiratorias y puede utilizarse en forma de té o infusión para combatir el estrés y la ansiedad. También puede utilizarse como repelente de mosquitos y hormigas.

7.4.27 Hisopo (Hyssopus officinalis)



Figura 65.Flor de hisopo.

Fuente: https://www.fitoterapia.net/vademecum/plantas/hisopo.html#modal-gallery

El hisopo (Foto 65) puede alcanzar unos 50 o 60 centímetros de altura es una planta herbácea perenne posee un tallo ramificado y leñoso con numerosos vástagos de hojas lanceoladas y flores azules. se usa principalmente como hierba medicinal para aliviar afecciones respiratorias digestivas y para desinfectar heridas. Tiene propiedades antitusivas (calma la tos) expectorantes antisépticas y carminativas

(ayuda con los gases). También se usa en la industria alimentaria para dar sabor a ensaladas y licores y en perfumería.

7.4.28 Ruibarbo (Rheum rhabarbarum)



Figura 66.Planta de ruibarbo.

Fuente: https://static.inaturalist.org/photos/117044857/medium.jpeg

Es una planta que se desarrolla en primavera llega a medir hasta 1 metro dotada de una raíz principal que forma prolongaciones laterales con hojas muy grandes y acorazonadas. A principios de junio forman una gran inflorescencia con flores de color crema. El ruibarbo (Foto 66) sirve para la salud digestiva (como laxante suave y para aliviar el estreñimiento) y como fuente de nutrientes como fibra vitamina K1 y antioxidantes que apoyan la salud ósea la coagulación sanguínea y la protección celular. Además se le atribuyen propiedades antiinflamatorias y para la salud del hígado y es un ingrediente popular en gastronomía.

7.4.29 Salvia (Salvia officinalis)



Figura 67. Planta de salvia.

Fuente:
https://cdn.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/blobs/f5f0/5634728/98b0a8a8cefc/gr1.jpg

La salvia (Foto 67) es un semiarbusto vivaz de tallo ramificado cubierto de hojas perennes opuestas ovales rugosas y de color verde. Alcanza hasta 80 cm de altura con flores de color violeta rojo violáceo o blanco. Es muy aromática. La salvia sirve para aliviar la sudoración excesiva mejorar la digestión calmar dolores de garganta y aftas y apoyar el equilibrio hormonal en mujeres especialmente durante la menopausia. También se utiliza para reducir el colesterol LDL mejorar la memoria y la función cognitiva y tiene propiedades antioxidantes antiinflamatorias antimicrobianas y cicatrizantes. Se puede consumir en té o gárgaras o aplicar de forma tópica para llagas.

7.4.30 Tomillo (Thymus vulgaris)



Figura 68.Planta de tomillo.

Fuente: https://jardines.ec/media/k2/items/cache/8da476f72f06a276b1f930cdb28c21f1_XL.jpg

Este pequeño arbusto rastrero (Foto 68) es vivaz muy ramificado de tallos herbáceos cubiertos de hojas opuestas y de forma lineal alcanza los 30 cm de altura. Las ramas rectas y leñosas reúnen en su extremidad pequeñas flores blancas dispuestas en espiga. tiene diversos usos medicinales principalmente como antiinflamatorio antioxidante antimicrobiano y expectorante. Se emplea tradicionalmente para tratar afecciones respiratorias como la tos y la gripe aliviar dolores reumáticos y menstruales fortalecer el sistema inmunológico y mejorar la salud de la piel y el cabello.

7.4.31 Verdolaga (Portulaca oleracea)



Figura 69.Flor de verdolaga.

Fuente: https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/157729445/medium.jpeg

La verdolaga (Foto 69) tiene tallos de 30 cm de largo. Es una planta anual rastrera. En los suelos húmedos puede alcanzar 1 m de diámetro. Sus hojas son alargadas y flores de color blanco amarillento o rojo. La verdolaga tiene usos medicinales para el tratamiento de afecciones gastrointestinales como astringente o laxante suave así como diurético y para problemas hepáticos y renales. También se usa para cicatrización y problemas de la piel y es valiosa por su alto contenido de antioxidantes y ácidos grasos omega-3.

7.4.32 Romero (Rosmarinus officinallis L)



Figura 70. Planta de romero.

Fuente: https://fichas.infojardin.com/foto-arbusto/rosmarinus-officinalis.jpg

El romero (Foto 70) es un arbusto leñoso perenne de por te rastrero ascendente con hojas lineales opuestas de color verde en la parte superior y blancas en la inferior. Tiene un fuerte aroma penetrante. Recomendado para mejorar la Circulación antiséptico relajante estomacal.

7.4.33 Ruda (Ruta graveolens)



Figura 71.Planta de ruda.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ruta_graveolens_-_K%C3%B6hler%E2%80%93s_Medizinal- Pflanzen-259.jpg

Planta leñosa perenne (Foto 71) de tallo ramificado con hojas alternas y lisas con flores de color amarillo. Toda la planta posee abundantes glándulas y desprende un fuer te olor característico. Se recomienda su uso para combatir Malas energías dolencias estomacales.

7.4.34 Arándano (Oxycoccus spp.)



Figura 72. Fruto de arándano.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cranberries20101210.jpg

Los arándanos (Foto 72) también tienen propiedades medicinales. Su fruto no solo es comestible sino que también es un potente antioxidante que además es diurético y beneficioso en la prevención de problemas urinarios y renales. Antibacteriano contribuye a tratar infecciones. Es también astringente.

Tiene efectos positivos sobre la vista y favorece la reparación de las células de la retina. Asimismo es bueno para la circulación y para el tratamiento de úlceras y eczemas. Y no solo sus frutos sino que también sus hojas pueden emplearse: se ha observado que tienen una acción hipoglucemiante reduciendo el azúcar en sangre (algo útil para

diabéticos).

Los arándanos son frutos ricos en antioxidantes vitaminas C y B6 fibra y minerales con beneficios para la salud cardiovascular urinaria y ocular. Son versátiles en la cocina se consumen frescos en jugos postres mermeladas o como acompañamiento en platos salados y dulces. Se cultivan en varias partes del mundo incluyendo partes de Ecuador y su producción se ha expandido significativamente.

Beneficios para la salud:

- Alto contenido de antioxidantes: Ayudan a combatir el estrés oxidativo y el daño celular lo que puede reducir el riesgo de enfermedades crónicas y contribuir a un envejecimiento saludable.

- Salud cardiovascular: Pueden ayudar a proteger contra enfermedades cardíacas al reducir la oxidación del colesterol LDL y ayudar a disminuir la presión arterial.

- Salud urinaria: El jugo de arándano rojo puede prevenir infecciones del tracto urinario al dificultar que las bacterias se adhieran a la vejiga.

- Salud ocular: Se asocian con la mejora de la visión nocturna y la protección contra la fatiga ocular.

- Salud digestiva: Su fibra dietética ayuda a regular la digestión mantener un tracto digestivo saludable y prevenir el estreñimiento.

- Sistema inmunológico: Fortalecen el sistema inmunológico y contribuyen a la coagulación correcta de la sangre.

Usos culinarios:

- Consumo directo: Se pueden comer frescos lavados simplemente.
- Bebidas: Se utilizan para hacer jugos que se pueden mezclar con otras frutas para equilibrar el dulzor o la acidez.
- Postres: Son ideales para pasteles tartas mermeladas gelatina y como topping para cremas y crumbles.
- Platos salados: Ofrecen un buen contraste de sabor en ensaladas con brotes tiernos y frutos secos o como acompañamiento para carnes y seitán.

En Ecuador aproximadamente 50 hectáreas están dedicadas al cultivo en Carchi Imbabura Pichincha Cotopaxi Tungurahua Azuay y Loja. En Santa Elena El Oro y Manabí se realizan ensayos y pruebas con distintas variedades. Ecuador tiene muchas oportunidades para convertirse en un destino de inversión agroexportadora; su tierra es fértil posee un clima favorable la posición geográfica permite el desarrollo de frutos competitivos y tiene mano de obra calificada (MAG 2022a).

7.4.35 Cedron (Alloysia triphylla L.)



Figura 73. Planta de cedrón.

Fuente:
https://media.admagazine.com/photos/68c4e455d658915ffc714b1a/master/w_1600c_limit/cedr%C3%B3n-qu%C3%A9-y-para- qu%C3%A9-sirve.jpg

Es una planta arbustiva (Foto 73) puede medir entre 1.50 metros de altura sus tallos son largos leñosos o angulosos ramificados en la parte superior las hojas son simples son simples rugosas de color verde pálido y al ser restregadas despiden un agradable olor a limón el fruto es una drupa que encierra dos granos que a veces no llegan a la madurez. Las partes utilizadas son los extremos de los tallos que contienen hojas. Usos: es principalmente considera da una planta digestiva antiespasmódica y carminativa puesto que ejerce una acción estomacal y facilita la digestión ayuda a combatir la pesadez del estómago evita los espasmos eficaces contra las migrañas el vértigo y palpitaciones cardiacas.

7.4.36 Jengibre (Zingiber officinale Roscoe)



Figura 74. Raíz de jengibre.

Fuente:
https://www.bupasalud.com/sites/default/files/styles/640_x_400/public/articulos/2024- 07/fotos/beneficios-jengibre-1.jpg?itok=sOzbCuWB

El jengibre (Foto 74) es una raíz que proviene del sudeste de Asia y es reconocida como uno de los alimentos naturales más saludables. Se puede consumir en zumos en forma de aceite en polvo seco o fresco cada una actúa de una forma distinta. Planta herbácea vivaz raíz gruesa carnosa rizomatosa y de tallos simples que alcanzan alturas de un metro vegeta espontáneamente hojas pecioladas lanceoladas oblongas lisas enteras y las caulinas dispuestas a lo largo del tallo en dos líneas paralelas; matiz verde oscuro sus flores pequeñas sésiles de color amarillo están reunidas en espiga densa al extremo del tallo florece en verano dando lugar a un fruto a un fruto seco Uso: se utiliza para los vértigos náuseas y mareos de viaje trastornos circulatorios y del riego sanguíneo dolores y espasmos musculares así como para los trastornos gástricos y digestivos. Desde la Antigüedad el jengibre también se considera un afrodisíaco.

7.4.37 Laurel (Laurus nobilis L.)



Figura 75.Planta de laurel.

Fuente: https://media.istockphoto.com/id/1249373496/photo/flowering-bay-laurel-laurus-nobilis-in-close-up.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=NDUNq3klqDpZXlIrDo0lPw3D-sAEy7pt_EVOhyw0nBU=

El *Laurus nobilis* (Foto 75) se define como un arbusto o árbol perenne multiramificado perteneciente a la familia de las Lauráceas. Se caracteriza por sus hojas lanceoladas de color verde oscuro y por producir flores masculinas y femeninas en plantas separadas durante la primavera que se transforman en bayas de color negro intenso. Es originario de la región mediterránea y se cultiva comúnmente en diversas partes de Europa y América. Su origen es la cuenca Mediterránea. Crece en barrancos umbríos y húmedos de la zona litoral de cara al sur. No resiste temperaturas muy bajas ni sequías pronunciadas.

Partes útiles: hojas y frutos las hojas se pueden recolectar durante todo el año pero en primavera contienen más esencia. Los frutos cuando están maduros a finales de primavera.

Usos: fitoterapia alimentación (aromatizar condimento) veterinaria.

7.4.38 Chancapiedra (Phyllanthus niruri)



Figura 76. Hoja de chancapiedra.

Fuente: https://image.tuasaude.com/media/article/cx/u5/quebra-pedra_713.jpg?width=1372&height=974

Esta planta (Foto 76) pertenece a la familia de la especie *Phyllanthus niruri* y las partes utilizadas son las hojas flor raíz y semillas de donde son extraídas sustancias activas para la preparación de tés y tintura en cápsulas encontradas en herbolarios tiendas naturales o farmacias.

La chanca piedra llamada también chanca piedra o flor escondida es una planta medicinal indicada para prevenir la formación de piedras en los riñones proteger el hígado y evitar enfermedades cardiovasculares pues es rica en compuestos alcaloides flavonoides triterpenos y ligninas con propiedades diuréticas hepatoprotectoras antioxidantes y antiespasmódicas.

7.4.39 Hoja de aire (Kalanchoe pinnata)



Figura 77.Hoja de aire.

Fuente:
https://imagenes.extra.ec/files/image_780_477/uploads/2023/05/09/645b0696ab73c.jpeg

Conocida como yerba de la bruja (Foto 77) esta planta de la familia de las suculentas no requiere de ningún cuidado especial. Incluso en muchos hogares es usada como ornamento por el color rojizo de sus hojas. El jugo de las hojas machacadas se usa en medicina tradicional para el tratamiento de la tos dolor de garganta úlceras heridas golpes quemaduras picaduras de insectos y otras enfermedades de la piel. Otra de sus propiedades es limpiar el aire de allí viene su nombre. Al contrario de muchas otras plantas puede estar en una habitación ya que no consume oxígeno sino que lo produce.

7.4.40 Limon (Citrus limón L.)



Figura 78. Fruto de limón.

Fuente: https://naturales.ues.edu.sv/subunidadambiental/wp-content/uploads/sites/2/2022/12/Sp7_-Limon3-1.jpg

Es un árbol pequeño y perenne (Foto 78) originario de Asia cultivado por su versatilidad en la cocina y por su alto contenido de vitamina C. Árbol perennifolio de 55 m de altura [hasta 7m erecto y de copa irregular con numerosas ramas erguidas las jóvenes con fuertes espinas duras y gruesas de 06-45 cm las viejas inermes o con espinas de menos de 1cm; corteza lisa de marrón a grisácea. Hojas simples alternas con pecíolo de 1 cm a veces anchamente alado; lámina de 6-

8 cm x 12-13 cm oblongo-lanceolada con borde aserrado-dentado coriácea de nervadura prominente y color verde que oscurece con el tiempo. Inflorescencias axilares formadas por pequeños grupos de flores o reducidas a flores solitarias. Flores hermafroditas actinomorfas; cáliz con 5 lóbulos o dientes; corola con 5 pétalos libres blancos o teñidos de púrpura con glándula nectarífera en la base; numerosos estambres de filamentos libres o soldados en grupos de tres con anteras amarillas;

ovario súpero plurilocular; estigma pegajoso. Fruto carnoso de tipo hesperidio de hasta 13 cm oblongo u ovoide amarillo de piel gruesa y rugosa.

Usos tienen una gran cantidad de aplicaciones y son considerados por mucha gente como un remedio universal con que curar todo tipo de dolencias. El zumo es rico en ácido cítrico y contiene una gran cantidad de vitaminas; es refrescante diurético facilita las digestiones y es muy empleado en dietética gracias a sus vitaminas por lo que se ha considerado un excelente antiescorbútico. Se ha precocinado también para tratar el reumatismo articular y la gota. De la corteza del fruto se obtiene la esencia de limón utilizada como aromatizante y en perfumería para fabricar colonias. Pero la principal aplicación del limón es la fabricación de limonadas y bebidas refrescantes así como para aderezar determinados platos.

7.4.41 Mastrante (Hyptis suaveolens)



Figura 79.Planta de mastrante.

Fuente: https://www.especiasvalmar.com/wp-content/uploads/2023/09/Tilo-Flores.jpg

El mastrante (Foto 79) es originario de América tropical es una planta perenne utilizada tradicionalmente en la medicina popular. Su comercialización es limitada centrada en mercados locales y tiendas de productos naturales en forma de hojas secas y extractos. En la agricultura se utiliza como planta medicinal y ornamental y tiene propiedades repelentes de insectos. Alimenticiamente no es muy utilizado pero tiene potencial en infusiones y tés. Medicinalmente se emplea por sus propiedades antisépticas antiinflamatorias y analgésicas siendo útil en el tratamiento de infecciones y dolores musculares. Es importante cosechar las hojas y flores antes de la floración completa para obtener el mejor sabor y contenido de aceite esencial. Cortar las hojas y tallos por la mañana después de que el rocío se haya evaporado.

7.5 Las 10 plantas más populares e importantes en Ecuador

Según Happy Gringo (2025) las 10 plantas más populares e importantes en Ecuador son las siguientes:

7.5.1 Sangre de drago (Dracaena draco)



Figura 80.Árbol de sangre de grado.

Fuente: https://lahora.com.ec/zamora/noticia/1102183345/conoce-sobre-la-leyenda-del-arbol-de-sangre- de-drago y https://strictlymedicinalseeds.com/wp-content/uploads/2022/11/20180403_1203150.jpg

Monocotiledónea arbórea (Foto 80) de hasta 76 metros de altura y la misma anchura. Originaria de las Islas Canarias Cabo Verde y Marruecos. Ampliamente cultivada como una curiosidad digna de los mejores jardines botánicos. Uno de los árboles más inusuales del mundo las flores son blancas y profundamente perfumadas. El drago es una de las varias fuentes de la aromática resina de color rojo granate conocida como "Sangre de Drago". Uso tradicional: apósitos para heridas diarrea ulceraciones y eccemas.

Es un árbol grande que se encuentra en la selva tropical y el bosque nuboso ecuatorianos. El nombre inusual proviene del color de la savia; cuando se corta con una cuchilla afilada sale una sustancia roja y parecida a la sangre. Si frotas la savia sobre una herida abierta se congela para formar una sustancia blanca pegajosa que es eficaz para formar una nueva piel para cerrar el corte. También se cree que tiene propiedades antibacterianas que conducen a una curación más rápida. Otros usos medicinales de la sangre de Drago incluyen mezclar unas gotas en un vaso de agua para tratar la diarrea un brebaje que un guía también me aseguró que curará la peor de las resacas.

7.5.2 Uña de gato (Uncaria tomentosa)



Figura 81.lanta de uña de gato.

Fuente: https://www.jardineriaon.com/una-de-gato.html

Esta planta (Foto 81) tiene un tallo leñoso delgado y trepador que puede sobrepasar los 40 metros de longitud y logra alcanzar los 20 metros de altura. Sus hojas son opuestas ovaladas y de margen entero con nerviación paralela. Se asientan en el tallo por un pecíolo corto. Por encima de su inserción crecen sendas espinas curvas dirigidas en sentido contrario al del crecimiento del tallo que sirven para anclarse. A esas espinas alude su nombre común como los de una treintena de especies vegetales. Tanto las raíces como la corteza de la vid Uña de Gato son valoradas en la medicina tradicional. Se usa más comúnmente como tratamiento para la artritis reumatoide pero también puede ayudar con las infecciones virales y el dolor o malestar general. La uña de gato se vende a menudo en los mercados locales de Quito o en forma de pastilla en polvo en las farmacias.

7.5.3 Valeriana (Valeriana officinalis)



Figura 82. Flor de valeriana.

Fuente: https://happygringo.com/wp-content/uploads/2021/01/valerian-plant.jpg

Capaz de alcanzar 15 m de altura de flores blancas o rojizas pequeñas la valeriana (Foto 82) es una planta herbácea vivaz de numerosas raíces con el interior hueco y una pequeña cepa de la que brota un tallo anguloso con hojas opuestas y pinnadas. Ecuador es el hogar de más de 35 especies de plantas de valeriana que se encuentran principalmente en las llanuras del páramo altoandino. La raíz de valeriana se puede tomar en forma de píldora o como aceite esencial. Se utiliza para promover la relajación y el sueño (tratar el insomnio) y aliviar los trastornos de ansiedad.

7.5.4 Matico (Piper aduncum)



Figura 83.Fruto de matico.

Fuente: https://okdiario.com/salud/propiedades-beneficios-matico-salud-2790690

Plantas de uso ancestral hay que mencionar al matico (Foto 83) una planta que ha sido empleada por siglos en la medicina tradicional de América Latina por sus incontables beneficios para la salud. El matico ecuatoriano (*Piper aduncum*) pertenece a la misma familia botánica que la planta del pimiento y está muy extendido en la región andina del país. Matico tiene propiedades antibacterianas naturales que lo hacen útil para limpiar y curar heridas abiertas en forma de hoja o jabón. Matico también se puede consumir en forma de té para aliviar los problemas digestivos y las úlceras de estómago y para combatir los resfriados la gripe la bronquitis y otras dolencias respiratorias.

7.5.5 Wasai (Euterpe precatoria)



Figura 84. Árbol Wasai.

Fuente: https://www.pinterest.com/pin/576601558516355315/?autologin=true

El árbol Wasai (Foto 84) (también conocido como Chilca) es fácil de identificar en la selva tropical gracias a sus distintivas raíces rojas "andantes". Esas mismas raíces se pueden cortar secar y moler en polvo para hacer té. La raíz de wasai se toma como diurético para mantener una buena salud renal. Uso: Tradicionalmente se utilizan las raíces y semillas Propiedades: Se usa el cocimiento de las raíces para el dolor muscular control de la fiebre se ingiere una infusión de las semillas tostadas y molidas control de hemorragias. Otros usos las raíces también se han utilizado para tratar mordeduras de serpiente y para promover el crecimiento del cabello.

7.5.6 Lapacho (Handroanthus impetiginosus)



Figura 85. Flor de lapacho.

Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Tabebuia_impetiginosa_inflorescencias.jpeg

El Lapacho rosado (Foto 85) (*Handroanthus impetiginosus*) también conocido como Tabebuia impetiginosa es uno de los árboles más emblemáticos y ornamentales de Sudamérica. Su principal atractivo es su floración abundante y espectacular de color rosado intenso que ocurre a fines del verano o comienzos del otoño cuando el árbol pierde sus hojas. De crecimiento medio a lento puede alcanzar entre 8 y 15 metros de altura con copa redondeada y elegante. Es perfecto para plazas parques avenidas y jardines amplios aportando belleza y sombra. El árbol de Lapacho se puede encontrar en el altiplano andino luciendo una hermosa flor rosa. La corteza interior se utiliza tradicionalmente en forma de té para aliviar la diarrea la fiebre y las infecciones. Más importante aún en la medicina moderna el Lapacho ahora se usa para tratar el cáncer y aliviar las molestias del tratamiento de quimioterapia.

7.5.7 Moringa (Moringa oleífera)



Figura 86. Hoja de moringa.

Fuente: https://www.infobae.com/america/mundo/2019/09/10/que-es-y-para-que-sirve-la-moringa-un- superalimento-con-historia-milenaria/

Moringa es un nombre ahora bien conocido en las tiendas de salud occidentales como un superalimento de la nueva era. La moringa (Foto 86) no solo es rica en vitaminas minerales y aminoácidos sino que también está repleta de antioxidantes que combaten los radicales libres en el cuerpo humano. La lista de beneficios nutricionales continúa incluida la reducción de la glucosa para ayudar a quienes padecen diabetes propiedades antiinflamatorias reducción del colesterol promoción de la función hepática saludable y prevención de la degeneración neuronal.

7.5.8 Achiote (Bixa orellana L.)



Figura 87. Arbusto de achiote.

Fuente: https://happygringo.com/wp-content/uploads/2021/01/achiote-plant.jpg

El achiote (Foto 87) es un arbusto de rápido crecimiento que se utiliza en medicina preparación de alimentos e incluso culturalmente como tinte. Su semilla proviene de un arbusto originario de América utilizada principalmente como especia para dar color y sabor a los alimentos especialmente en la gastronomía latinoamericana. También posee propiedades medicinales y se emplea en la industria textil y cosmética como colorante natural. En la ciudad de Santo Domingo el famoso grupo indígena Colorado se tiñe el cabello de un rojo brillante mientras que la tribu de la selva tropical Shuar usa achiote para pintarse la cara. En la cocina el achiote se usa como colorante alimentario y también por su sabor terroso natural. Medicinally Annatto es un antibacteriano para el cuidado de la piel y la limpieza de heridas un tratamiento para problemas digestivos y respiratorios y ayuda en todo desde la buena visión hasta la salud de los riñones. Rico en ácido fólico el achiote también puede ayudar a prevenir defectos de nacimiento durante el embarazo.

7.5.9 Ishpingo (Ocotea quixos)



Figura 88. Flor de ishpingo.

Fuente:
https://www.eluniverso.com/resizer/v2/FMBFUORCQ5ELHBCWXRSYFECTYE.jpg?auth=fc763ea6393104902168b81b2920059c731fc4f197ffd3190bf57776eb52556f &width=1500&height=843&quality=75&smart=true

El ishpingo (Foto 88) crece en el Amazonas y es la flor de un árbol de la misma familia que la canela asiática. Los conquistadores españoles se interesaron en el ishpingo después de que el emperador Inca Atahualpa se los contara. En el Viejo Mundo las especias eran muy valoradas lo que llevó a los conquistadores a buscar la Tierra de la Canela. Fue durante su búsqueda que se toparon con el río Amazonas. Ishpingo no solo es una especia deliciosa que se usa en la cocina ecuatoriana sino que también tiene propiedades antifúngicas para tratar las heridas de la carne y se puede consumir como té para aliviar el dolor de estómago. Entre las especias sin duda el ishpingo es uno de los más importantes porque le da un sabor característico a la famosa colada.

7.5.10 Curaré (Chondrodendron tomentosum Ruiz & Pav.)



Figura 89. Hoja de curaré.

Fuente: https://www.abc.es/sociedad/abci-verdadera-historia-curare-201801042129_noticia.html?ref=https:%2F%2Fwww.google.com%2F

El último en la lista es Curare (Foto 89) un veneno de la jungla muy fuerte derivado de una enredadera leñosa. Las tribus indígenas han utilizado durante mucho tiempo sus propiedades relajantes musculares como veneno en los dardos de golpe para paralizar presas pequeñas como los monos haciéndolas más fáciles de atrapar. Entonces ¿cómo se usa un veneno tan letal en la medicina moderna? El componente alcaloide de Curare D-Tubocurarina se usa en dosis suaves para tratar la enfermedad de Parkinson y la esclerosis múltiple al relajar los músculos. Actúa bloqueando los impulsos nerviosos en los músculos causando parálisis progresiva que puede llevar a la muerte por asfixia. Su principal componente activo es la d-tubocurarina y sus propiedades de relajante muscular se han utilizado en anestesia, aunque hoy en día se prefieren compuestos sintéticos.

7.6 Uso de plantas medicinales

Según Casamayor *et al.* (2014) como se citó en Gallegos (2017) la medicina herbaria se utiliza desde tiempos remotos para curar o aliviar las enfermedades dando lugar a los fitofármacos y es apreciada por su bajo costo y por los reducidos índices de toxicidad en comparación con los productos de síntesis.

Las plantas en el tratamiento y curación de las enfermedades en relación a los productos farmacéuticos y que tipo de enfermedades que pueden ser tratadas con plantas medicinales son las grandes interrogantes a responder. Si bien es cierto las poblaciones de los sectores rurales tratan de solucionar casi todos sus problemas de salud con extractos de plantas no se puede afirmar que los resultados sean totalmente favorables pero también es cierto que a través del tiempo ha sido la única forma que han encontrado para conseguir una vida saludable en sectores en donde el acceso a la medicina especializado es inalcanzable (Miranda *et al.* 2005).

Existen estudios realizados en regiones de Ecuador y en otros países en donde se han determinado las especies de plantas que se utilizan en la medicina tradicional pero no se ha analizado los efectos de éstas en la calidad de salud de la población. Estas investigaciones sirven como antecedente de otros estudios que buscan profundizar su análisis relacionado con los beneficios o riesgos que pueden haber generado el consumo de estas plantas en el tratamiento de las enfermedades más aún cuando desafortunadamente se conoce que en algunos casos el uso incorrecto de determinados remedios herbarios puede ser dañinos o

incluso mortales (Martínez *et al.* 2015).

En la actualidad existe gran interés por la medicina tradicional y dentro de esta la medicina herbaria que ha generado numerosos estudios divulgados en prestigiosas publicaciones pero el poco uso de los medicamentos de origen vegetal por pate de los profesionales de la salud también es hoy una problemática debido a que sus tratamientos están basados únicamente en fármacos sintéticos incluso en el tratamiento de problemas de salud diagnosticados como enfermedad leve (Martínez *et al.* 2013).

El uso de estas sustancias se conoce ya desde la antigüedad nombrándose ya en el papiro de Ebers (Egipto alrededor del 1550 a.C) más me medio millar de plantas medicinales. Y con el paso del tiempo y la observación de nuevas especies y variedades en realidad podemos encontrar muchas más.

El conocimiento respecto a para qué se utilizaban y cómo usarlas ha ido pasándose de generación en generación y ha ido modernizándose poco a poco hasta día de hoy. De hecho aunque el uso de plantas medicinales parece algo del pasado lo cierto es que según la OMS el porcentaje de población que utiliza algún tipo de hierba medicinal es bastante elevado. En muchos casos no nos damos ni cuenta como por ejemplo cuando tomamos manzanilla cuando nos duele la barriga o nos tomamos una tila para relajarnos. Por norma general el uso de estas plantas puede ser beneficiosas pero hay que tener en cuenta que tienen sus limitaciones a menudo la concentración de principios activos es muy baja y sus efectos son más limitados que otras alternativas. Asimismo debe tenerse

precaución con posibles interacciones cuando se consumen con fármacos (por ejemplo hay que consultar al médico si empleamos hipérico y antidepresivos). El uso de plantas medicinales tampoco está especialmente regulado con lo que pueden darse malos usos y no tenerse en cuenta posibles interacciones con medicamentos y otras contraindicaciones. no debe sustituir la consulta al médico ni la toma de medicación (Castillero 2018). Además las experiencias ancestrales acumuladas en el tiempo su accesibilidad sus bajos costos convierte a medicina herbaria en la alternativa principal para la atención primaria de su salud; hechos que han permitido que estas prácticas se mantengan hasta la actualidad.

En Ecuador se establece como política de estado el fortalecer y consolidar la salud intercultural incorporando la medicina ancestral y alternativa al Sistema Nacional de Salud que busca entre otras cosas diseñar y aplicar protocolos para facilitar la implementación progresiva de la medicina ancestral y alternativa con visión holística en los servicios de salud pública y privada (SENPLADES 2013).

Práctica de la medicina tradicional de la población rural del Ecuador

El Ecuador por ser un país multiétnico y pluricultural encontramos diversas prácticas producto de las costumbres y tradicionales que tiene cada grupo étnico que son muy evidentes en el tratamiento de enfermedades que haciendo uso de rituales y plantas medicinales realizan los tratamientos. La práctica de medicina tradicional en Ecuador es tan antigua aparece con las primeras civilizaciones aunque

el concepto como tal no es tan primitivo. Sus raíces pertenecen a un pasado de más de 10 mil años su vigencia ha continuado a lo largo del tiempo y ha sido muy practicada en los regímenes coloniales y republicanos sostenida por los pueblos de más bajos recursos: indios mestizos montubios y campesinos quienes utilizan la medicina tradicional por significarles menos costosa de fácil acceso y muy relacionadas con sus tradiciones y coherente con su cosmovisión.

Los pueblos han encatrado en las plantas las fuentes de medicamentos para tratar sus dolencias infestaciones y enfermedades las culturas utilizaron plantas que actuaron como medicinas además obtuvieron venenos para cazar pescar e incluso para matar a sus enemigos. Las poblaciones rurales ven en la naturaleza como fuente de riqueza pues han identificado las maderas utilizadas como combustible y las más óptimas para la construcción de embarcaciones y refugios que les brindan abrigo o defensa. El Estado ecuatoriano en la actualidad establece como política pública; fortalecer y consolidar la salud intercultural incorporando la medicina ancestral y alternativa al Sistema Nacional de Salud (PNV 2013 -2017 como se citó en Gallegos 2017).

Para lo cual se definen varios lineamientos entre los cuales citaremos los siguientes (PNV 2013 - 2017 como se citó en Gallegos 2017):

- Incentivar la investigación y generar normativa para la protección e incorporación del conocimiento y los saberes ancestrales comunitarios y populares al sistema de salud pública.

- Diseñar y aplicar protocolos que faciliten la

> implementación progresiva de la medicina ancestral y alternativa con visión holística en los servicios de salud pública y privada.

En este sentido el estado fomenta la práctica de la medicina tradicional como una alternativa de atención a la salud de la población y a la vez fomenta la implementación de procesos de investigación que conduzca a diseñar protocolos para su adecuada incorporación de estas prácticas en los servicios de salud públicos y privados.

Sectores donde son usadas

Hay identificado tres sectores en los que son ampliamente utilizadas las plantas medicinales y las aromáticas estos son:

Sector medicinal

Se utilizan plantas medicinales ya sea como droga seca o bien como derivados de las partes vegetales (extractos aceites esenciales etc.). Todos los productos medicinales a base de plantas están sujetos a la legislación de medicamento siendo muy estrictos en lo referente a su elaboración y venta.

Hay diferentes sectores y productos tratados: Farmacia (principios activos aislados) Fitoterapia Herboristería (planta seca) Fitomedicina (planta seca extractos aceites esenciales) Aromaterapia (aceites esenciales) Homeopatía (tinturas madre) Flores de Bach (elixires florales) Dermofarmacia o cosmética de alta gama (extractos aceites esenciales).

Los usos fundamentales son:

- Fabricación de medicamentos suplementos dietéticos y remedios herbales para tratar diversas dolencias y síntomas.

- Elaboración de productos de aromaterapia que aprovechan los aceites esenciales de estas plantas.

Sector alimentario

En este sector se han identificado diferentes productos y destinos que se detallan a continuación:

1- **Productos destinados al consumidor final** Condimentos (planta seca) e Infusiones (planta seca)

2- **Productos destinados a la industria** Aditivos alimentarios (saborizantes aromatizantes colorantes) Complementos alimenticios (planta seca extractos aceites esenciales) y Alimentos funcionales (planta seca extractos).

Los usos fundamentales son: Adición de sabor y aroma a alimentos y bebidas como condimentos y aperitivos. Creación de extractos para uso alimentario y Producción de tés infusiones y otros productos dietéticos.

Sector de cosmética y cuidado personal Donde los principales usos se presentan en:

- Ingrediente principal en la elaboración de perfumes jabones cremas y otros productos para el cuidado de la piel.

- Creación de productos para la higiene bucal como colutorios y gargarismos.

Otros usos: Agricultura se usan para repeler plagas como los nematodos o como pigmentos naturales para el pienso animal industria de productos naturales: Para la elaboración de una amplia gama de productos destinados a la salud y el bienestar y apicultura: Aprovechando el polen y otras secreciones de las abejas que se alimentan de estas flores.

7.7 Condiciones agroecológicas para el cultivo de Plantas Medicinales y Aromáticas

Las condiciones ecológicas para el cultivo de plantas medicinales y aromáticas incluyen suelo fértil y bien drenado luz solar adecuada (de pleno sol a media sombra dependiendo de la especie) y riego moderado pero constante ajustado a las necesidades específicas de cada planta. También es crucial controlar plagas y malezas preferiblemente con métodos ecológicos y manejar los ciclos de cultivo para la cosecha óptima de los principios activos.

En el cultivo de las plantas medicinales la producción agroecológica se debe desarrollar sobre la base de prácticas agrícolas que eviten la contaminación del medio ambiente y que no sólo reporten beneficios al suelo sino que también permitan que este proporcione las condiciones necesarias para el buen desarrollo de las plantas y una menor susceptibilidad al ataque de las plagas. En tal sentido se deben aplicar tecnologías donde se tengan presente las interacciones planta-suelo-condiciones climáticas-plagas; esta debe ser la forma actual de

explotación de las plantas medicinales seres vivos en constante interacción con el medio que las rodea.

El nuevo enfoque de la producción agrícola es obtener productos de calidad mantener la fertilidad del suelo con la totalidad de sus microorganismos y una estructura y agregación que favorezca la expansión de las raíces la circulación del aire y del agua; evitar la contaminación por productos químicos sustituyéndolos por prácticas como la nutrición orgánica rotación y asociación de cultivos que por un lado imitan a la naturaleza en cuanto a la diversidad y por otro logran una mayor eficiencia en el reciclaje de los nutrientes y contribuyen a contrarrestar el efecto de las plagas.

El adecuado manejo de un cultivo exige el conocimiento de las tecnologías para su explotación y su vinculación con las condiciones climáticas. Las características biológicas de las plantas medicinales y sus requerimientos climatológicos están muy vinculadas por eso las condiciones para su cultivo son diferentes y muchas no se pueden reproducir en todas las épocas del año. El manejo correcto de las especies según la época del año permite lograr un mayor rendimiento de material vegetal y fundamentalmente de sus principios activos así por ejemplo *Matricaria recutita* (manzanilla) demanda para su germinación y buen desarrollo temperaturas de alrededor de 20° C. Intensidad luminosa no todas requieren las mismas condiciones mientras muchas especies sobre todo las que producen aceites esenciales necesitan que cultiven a pleno sol otras como *Zingiber officinale* (jengibre) se desarrolla mejor a media luz. Como último paso en el proceso tecnológico de los cultivos está la cosecha lo más importante es

determinar la etapa del ciclo vegetativo de la planta donde se ha acumulado la máxima concentración de los principios activos con alto rendimiento de material vegetal.

Existen una serie de factores que condicionan el momento óptimo de cosecha como la edad la que varía considerablemente de una a otra especie. Por ejemplo en *Aloe vera* (sábila) el momento para iniciar la cosecha de sus hojas es después de los 24 meses de edad donde muestra la óptima concentración de polisacáridos en tanto que *Stachytarpheta jamaicensis* (verbena cimarrona) es a los 6 meses de realizada la plantación cuando presenta la mejor concentración de quercetina con los mayores rendimientos del follaje.

En otras especies es su estado de madurez es lo que determina el momento idóneo para su cosecha es el caso de *Mentha piperita* (toronjil de menta) que se cosecha cuando las hojas inferiores comienzan a amarillear al alcanzar la madurez o los frutos de *Capsicum annuum* (ají variedad picante) que se recolectan cuando cambian de coloración de verde a rojos en la etapa de maduración.

También la hora para realizar la cosecha es importante se sabe que para *Matricaria recutita* y *Passiflora incarnata* (pasiflora) las horas de la mañana son las adecuadas para lograr los máximos contenidos de los principios activos en el material vegetal (Acosta de la Luz 2005).

Las plantas medicinales y aromáticas tienen rangos diversos de adaptación tanto a las condiciones de suelos y climáticas.

Suelo Los suelos para el cultivo de plantas medicinales y aromáticas

deben ser de tipos francos livianos y profundos bien drenados con una alta provisión de materia orgánica a fin de mantener humedad temperatura nutrientes y mejorar las características textuales y estructurales del suelo; no muy ácidos ni alcalinos pH entre 5.8 y 6.6. la profundidad del suelo debe ser de por lo menos 50 cm a fin de facilitar un buen desarrollo del sistema radicular de las plantas se recomienda escoger terrenos que sean relativamente planos que no tengan pendientes mayores a 10% para facilitar labores culturales de cosecha (Alarcón 2011).

Según Acosta de la Luz (2003) en el complejo ambiental donde crecen las plantas esencialmente el clima ejerce gran influencia en lo que respecta a los principios activos.

La luz temperatura y precipitaciones fundamentalmente tienen un efecto marcado sobre su presencia en las plantas; también la velocidad del viento factor poco estudiado experimentalmente es determinante en muchos casos se conoce que por su acción se incrementa la evaporación de aceite esenciales y que sin embargo en el caso de los alcaloides tropánicos el aumento de la transpiración en las plantas hace que sea mayor el contenido de líquido que asciende desde las raíces por lo que es muy probable aunque no se ha comprobado que por esta vía se incremente el contenido en las hojas en las especies productoras de estos alcaloides.

La luz es posiblemente el factor de mayor significación está estrechamente relacionada con la temperatura y varía con la estación del año y la hora del día; es menor en otoño e invierno a causa de la

inclinación de los rayos solares y al alto grado de nubosidad y más intensa en horas del mediodía debido a la mayor elevación angular del sol. La luz favorece el crecimiento de los tejidos jóvenes etapa en la cual se sustenta la teoría ocurre la acumulación de los principios activos (Lemes *et al.* 1998 citada por Acosta de la Luz 2003).

La temperatura también juega un papel importante en la producción de metabolitos secundarios influye grandemente en el crecimiento acelerado y en el equilibrio entre el proceso de fotosíntesis y respiratorio y por consiguiente en la producción de los principios activos. Hay especies que solo se dan en climas fríos (10-18 °C) y otras que prefieren climas cálidos (24 -35 °C) (Alarcón 2011).

Con relación a las **precipitaciones** la misma juega un rol fundamental al modificar los efectos ecológicos de otros factores por ejemplo regulador de las temperaturas; en el caso de las plantas cultivadas también el riego es un elemento a considerar. Las lluvias además influyen sobre la distribución geográfica de las plantas haciendo que muchas especies estén limitadas a las orillas húmedas de corrientes de agua lagunas y pantanos como *Rhizophora mangle* L. (mangle rojo) asimismo su distribución irregular da lugar a la división del año en estación de seca y estación de lluvia así como que por su exceso o por defecto los principios activos sean seriamente afectados por su exceso o por defecto.

Estudios realizados en Cuba respecto a la influencia de los factores climáticos sobre especies productoras de alcaloides se verifico en *B. candida* en plantaciones a la sombra con disminución de la luz en un

33% los porcentajes del alcaloide disminuyeron significativamente en comparación con el cultivo al sol. También se hace referencias a que en esta solanácea sus porcentajes decrecen cuando la cosecha se efectúa después de una serie de días de fuerte calor temperaturas muy altas o muy bajas afectaron su porcentaje. Se determinó que en el período precedente a la cosecha tenía gran importancia la temperatura ya que en este lapso se produce gran parte de la materia aprovechable y se encontró que la temperatura mínima promedio de 18 °C (30 días anterior a la cosecha) resultaron las mejores.

Con relación a las precipitaciones se hace alusión a que en estas especies después de varios días de lluvia sus porcentajes disminuyen; se ha notificado que en *Datura spp*. cuando crecen en condiciones de sequía los contenidos de alcaloides bajan pues la falta de agua provoca que las hojas excreten alcaloides además de sales minerales a través de la epidermis y que estas sustancias excretadas puedan ser posteriormente lavadas de las hojas por la lluvia lo que explicaría el bajo contenido de alcaloides en ellas después o en días lluviosos con posterioridad a una sequía. En *B. candida* cultivada en Cuba se determinó en un estudio cuantitativo la influencia de las precipitaciones y se verificó que el exceso o la escasez de lluvia hacen que disminuyan los porcentajes de alcaloides y que la suma de las precipitaciones de aproximadamente 240 mm en los 30 días anteriores a la cosecha resultaron las adecuadas (Acosta de la Luz 1995 citada por Acosta de la Luz 2003).

En la universidad de Talca Chile en 1996 se habló sobre la influencia de la temperatura en las especies productora de glicósidos y se notificó que en *Digitalis spp*. las altas temperaturas e intensidad luminosa favorecen

su concentración puesto que se encontró máximo contenido de este principio activo cuando se hace la cosecha en la tarde y mínimo en la mañana.

En lo que refiere a la influencia que ejercen en las especies productoras de aceite esencial las respuestas son muy variadas; las altas temperaturas de manera general aumentan su volatilización pero además pueden ocurrir variaciones tanto en los porcentajes del aceite como en sus componentes citándose que en *M. Piperita* L. (toronjil de menta) por ejemplo el cultivo a la sombra y con temperaturas altas afectaron tanto los porcentajes del aceite como su calidad al presentar menor contenido de mentol y mayor de mentona. En Cuba se señala para *P. auritum* Kunth (caisimón de anís) más bajo contenido de aceites esenciales cuando se le cultiva a la sombra. Respecto a las precipitaciones se expone que las abundante o insuficientes lluvias son desventajosa para el contendido de aceite esencial lo que fue comprobado en *M. piperita* L. y en *Origanum majorana* L. (mejorana); también se valoró que las abundantes precipitaciones incrementaron los porcentajes en las raíces de *Valeriana oficinales* L. (valeriana) (Lemes *et al.* 1998 citada por Acosta de la Luz 2003).

Se puede argumentar como algunos factores agroclimáticos influyen en la producción de plantas medicinales y que el rendimiento de los cultivos está influenciado por las acciones de manejo del cultivo y del medio fundamentalmente el clima donde se va a desarrollar.

7.8 Ventajas e inconvenientes (desventajas) de usar plantas

medicinales ante los problemas de salud

Antes de usar plantas medicinales tener en cuenta sus ventajas y desventajas al usar este tipo de remedios vinculados a la medicina tradicional y a los herbolarios.

- **Ventajas:** Muchas plantas son de fácil acceso en comparación con ciertos fármacos sobre todo en regiones rurales. Ayuda a mantener vivas tradiciones que nos hablan sobre las generaciones pasadas. Consumidas en dosis bajas tienen pocas probabilidades de generar efectos secundarios indeseados muy intensos.

- **Desventajas:** Al no ser un producto regulado por las medidas de seguridad aplicadas a la compraventa la cantidad del principio activo varía mucho dependiendo de la planta seleccionada y de su subespecie. Incluso si son productos que no han sido procesados en un laboratorio pueden dar lugar a efectos secundarios muy dañinos. Como la dosis administrada depende de la experiencia y los conocimientos de cada persona es fácil que se produzcan intoxicaciones ya que las plantas contienen una amplia variedad de moléculas y algunas pueden interactuar con el cuerpo humano de maneras imprevistas. Por lo que es importante consultar con el médico antes de usar plantas medicinales (Castillero 2018).

CAPÍTULO VIII

8 MANEJO Y PRACTICAS SOSTENIBLES PARA LA PRODUCCION Y CONDUCCION DE LOS CULTIVOS



Figura 90. Cultivo de lechuga.

El manejo y las prácticas sostenibles para la producción y conducción de cultivos incluyen el uso de técnicas como la siembra directa la rotación de cultivos la agroforestería el control integrado de plagas y el uso eficiente del agua. El objetivo es proteger el medio ambiente conservar los recursos naturales y asegurar la rentabilidad a largo plazo.

En respuesta al llamado por una industria agroalimentaria más sostenible los agricultores están adoptando prácticas que protegen y regeneran la naturaleza y proporcionan alimentos seguros y de alta calidad al mismo tiempo que satisfacen las necesidades sociales. Muchos de estos métodos son antiguos. Incluyen la rotación de cultivos el pastoreo mixto la preservación de variedades y especies locales el control natural de plagas la recolección de agua de lluvia y el uso de desechos de cultivos o estiércol como fertilizante. Esto significa que la agricultura sostenible suele ser orgánica y libre de transgénicos. Sin

embargo también puede implicar ingeniería genética o innovaciones como la hidroponía y la agricultura vertical sin ventanas. El objetivo es aprovechar de manera efectiva el conocimiento agrícola para usar los recursos de manera responsable y mejorar los rendimientos a costos óptimos.

Actualmente dos tendencias principales están alentando a las partes interesadas a comprometerse con prácticas agrícolas más sostenibles y reducir su impacto ambiental:

Los gobiernos los minoristas los fabricantes y los consumidores exigen alimentos seguros éticos y de alta calidad y transparencia en la cadena de valor.

Los actores agrícolas están sintiendo los efectos crecientes de la crisis climática. Los agricultores se enfrentan a temporadas menos predecibles nuevas plagas malas hierbas y enfermedades y fenómenos meteorológicos más extremos que pueden amenazar las cosechas y los medios de subsistencia (Bureau 2023).

8.1 El semillero diseño establecimiento y manejo de un semillero para producción de plántulas hortícolas

Se denominan semilleros las pequeñas parcelas convenientemente situadas y preparadas en donde se siembran y crían los vegetales que después han de trasplantarse al terreno de asiento. Para un importante número de cultivos los semilleros son el punto de partida que marca en parte el futuro de la cosecha también se define como un lugar donde se almacenan colecciones de semillas para su estudio y conservación. El

término además hace referencia al espacio donde los vegetales son sembrados y criados antes de su trasplante Puede decirse que el semillero es un recinto acondicionado para que una especie vegetal pueda dar brotes e iniciar su desarrollo. Tras esa primera etapa o fase inicial el plantín se encuentra preparado para su traslado al terreno definitivo donde completará su crecimiento. También conocido como almácigo el semillero se encuentra dispuesto de forma especial para la colocación de las semillas de manera tal que éstas puedan germinar. Una vez que la planta ya creció el plantín puede ser trasplantado a otro sitio sin inconvenientes.

Otros autores Mejía y Jaramillo (1978) lo definen como el área de terreno especialmente seleccionada y preparada para depositar la semilla y proporcionarle los máximos cuidados durante la germinación y estados iniciales de crecimiento de la plántula hasta el trasplante. En general todas las especies hortícolas pueden sembrarse directamente; sin embargo para algunas de ellas es más conveniente la práctica del trasplante debido a que poseen condiciones especiales como desarrollo inicial lento capacidad de regenerar su sistema radicular y emisión rápida de raíces adventicias después del trasplante.

El manejo sostenible de semilleros hortícolas se basa en la conservación de recursos como el agua y el suelo y la reducción de insumos químicos. Las prácticas clave incluyen el manejo cuidadoso del riego la gestión de la temperatura y la humedad la implementación de control biológico de plagas el uso de material orgánico para mejorar el suelo y la siembra directa o técnicas de mínimo laboreo. Es preciso producir plantas de calidad para lo cual se necesita establecer y manejar cuidadosamente los

semilleros (Fernández s. f.).

8.1.1 Conformación e Importancia del semillero o almácigos en la horticultura

Los semilleros constituyen una etapa crítica en la cadena productiva hortícola ya que permiten iniciar los cultivos en condiciones controladas optimizando la germinación el vigor de las plántulas y la uniformidad del cultivo.

Esta práctica mejora la eficiencia del trasplante y permite un uso más racional del terreno cultivable. Además en contextos de agricultura familiar o de pequeña escala los semilleros permiten planificar la producción según las necesidades alimentarias o comerciales fortaleciendo la seguridad alimentaria local (FAO 2021a).

Para establecer un semillero lo más importante es un lugar adecuado: a pleno sol para que las plantas se desarrollen vigorosas y saludables esperando una producción sana y saludable; además que sea de fácil acceso para atenderlo adecuadamente. Debe tener agua disponible en forma permanente y evitar el acceso de animales.

Importancia del Semillero

El semillero constituye una fase esencial en la producción de diferentes cultivos cuya siembra se realice por trasplante ya que el manejo adecuado de esta etapa determina la viabilidad y la sanidad de las plántulas lo que repercute directamente en el rendimiento y la calidad de los frutos durante las fases sucesivas del ciclo agrícola.

Un semillero correctamente gestionado facilita el control de las condiciones edafoclimáticas fitosanitarias y nutricionales garantizando plántulas vigorosas y con mayor resistencia a estrés biótico y abiótico. Además permite la selección de genotipos con características fenotípicas y genéticas deseables optimizando el éxito agronómico de la producción a largo plazo.

Los semilleros son importantes para la agricultura estos contribuyen a facilitar el primer crecimiento de la planta y a aprovechar el terreno al máximo. Los semilleros no nos sirven para cualquier tipo de cultivo se trata de un recurso de gran utilidad para aquellas plantas que necesitan un estricto control de sus niveles de humedad y temperatura entre las que no son aptas podemos mencionar el ajo el rábano el nabo y la zanahoria que para no provocarles malformaciones en la raíz y problemas de crecimiento se recomienda plantar su siembra directa (Anónimo s. f.-b).

Ventajas recurrir a la creación de semilleros como paso inicial en lugar de la siembra directa tiene varias ventajas (Anónimo s. f.-b) Algunas de ellas son las siguientes:

- Permite anticipar la fecha de siembra. Dado que el recipiente es de tamaño pequeño se puede comenzar el proceso de germinación dentro del hogar antes de que las condiciones meteorológicas sean las más recomendadas para la planta en cuestión. Por siembra directa no es fácil conseguir que una especie nazca fuera de época.

- Es ideal para controlar los niveles de humedad y temperatura lo cual potencia las probabilidades de éxito. Esto se conecta con el punto anterior ya que los semilleros abren las puertas a plantar

especies antes de la estación del año adecuada cuando todavía hace demasiado calor o frío o bien cuando la humedad no es propicia para el cultivo ya que todo esto se puede regular de manera artificial.

- Para quienes no cuentan con un huerto muy amplio el uso de semilleros brinda la posibilidad de aprovechar mejor el espacio e ir rotando las especies cultivadas de manera organizada. No hay que olvidar que saturar el suelo es una de las peores ideas que se pueden tener en el ámbito de la agricultura.

- También sirve para cultivar plantas poco comunes en la región precisamente porque es posible brindarles las condiciones que necesitan independientemente del clima local.

Otras ventajas:

- Ahorro de semillas porque cuando se planta la semilla directamente en el suelo o en la cama de cultivo las semillas se esparcen lo que genera fallos tanto en la germinación como en la calidad de las plántulas por falta de espacio.

- Permite ahorrar sustrato y controlar de mejor manera la mezcla de sus componentes.

Desventajas

- Se afecta temporalmente el normal desarrollo de la planta por la destrucción parcial de sus raíces.

- Se incrementan algunos costos como mano de obra en el trasplante; especialmente cuando se emplean altas densidades de población.

- Exige máxima y permanente atención; en caso contrario cualquier ataque de plagas o enfermedades puede destruirlo completamente.

- Requiere que las labores sean efectuadas oportunamente. Un retraso en el raleo desyerba riego o trasplante repercute en el posterior desarrollo y producción de la planta.

- Si el tratamiento no es adecuado o eficiente se corre el riesgo de llevar problemas o enfermedades del semillero al campo definitivo (Anónimo s. f.-b).

8.1.2 Selección del sitio

Hay que tener en consideración la disponibilidad de luz ventilación acceso y protección Un sitio bien elegido debe contar con exposición solar directa durante al menos 6 horas al día buena ventilación para evitar acumulación de humedad que propicie enfermedades accesibilidad para labores diarias y cercanía a fuentes de agua para facilitar el riego. Asimismo, debe contar con barreras naturales o artificiales contra viento fuerte o lluvias torrenciales elementos comunes en muchas zonas agrícolas del Ecuador.

Es esencial seleccionar un sitio adecuado para el establecimiento del semillero que favorezca el desarrollo óptimo de las plántulas. En primer lugar se debe optar por un lugar que reciba luz solar filtrada o indirecta evitando la exposición directa a radiaciones solares intensas que podrían

ocasionar deshidratación rápida del sustrato y daño térmico a las semillas y plántulas jóvenes. La luz indirecta preferentemente a través de sombras parciales o mallas de sombreo permite una foto morfogénesis adecuada contribuyendo al crecimiento equilibrado de las plántulas sin inducir un estiramiento excesivo debido a la búsqueda de luz (FUNDESYRAM 2009).

Destacar que en el semillero viven plantas jóvenes cuyos tejidos tiernos realizan una gran actividad fotosintética y son muy sensibles a los cambios bruscos del medio ambiente. Por lo que se insiste en que el lugar seleccionado debe ser: bien orientado con buena aireación protegido de los vientos dominantes aislado de agentes dañinos con disponibilidad de agua suficiente terreno en lo posible plano debe contar con vías de acceso y fácil atención y vigilancia por el horticultor.

Las plantas de un semillero crecen con rapidez y cualquier alteración de las condiciones ambientales puede malograr ese crecimiento. Un cambio brusco de temperatura durante el día puede ser nefasto para las plantas si el horticultor no acude a remediar o amortiguar tal emergencia. Una vigilancia constante es necesaria si se quiere obtener plantas sanas y robustas en la fecha que conviene trasplantar (Fernández s. f.).

8.1.3 Clasificacion y tipos de semilleros

Es posible distinguir entre los semilleros permanentes (con bordes de cemento) los semilleros semipermanentes (con bordes de ladrillo o madera) los semilleros temporales (de único uso) y los semilleros portátiles (que se pueden llevar de un punto a otro)

Los semilleros se pueden clasificar por su duración (portátiles temporales semipermanentes permanentes) o por el material con el que están hechos (plásticos biodegradables como la turba o la fibra de coco o caseros reciclados). También se pueden diferenciar por su disposición como las bandejas con celdas individuales (alveolos) macetas pequeñas o semilleros en camas o canteros (Anónimo s. f.-b).

Según su duración y permanencia:

Portátiles: Son ligeros y fáciles de mover ideal para cultivos pequeños o necesidades temporales. Se pueden construir en cajones o cajas (Foto 2).



Figura 91. Semillero portátil bandeja de alveolos.

Fuente: https://www.landuum.com/wp-content/uploads/2018/11/AL2_1225.jpg

Temporales: Se utilizan una sola vez o por un corto período. Sus dimensiones varían según la necesidad. En este caso basta un área con tierra de buena calidad a la cual se agrega abono orgánico. Generalmente no se emplea contención lateral.

***Semipermanentes*:** No son fijos ni temporales. Suelen construirse con

tablas o ladrillos en los bordes y se usan para variar los cultivos. Se pueden utilizar para varias siembras. También son eras adicionadas con materia orgánica pero se protegen los bordes con cañabrava para evitar deterioro o pérdida de humedad. Este tipo de semillero junto con los transitorios son los más recomendados desde el punto de vista de prevenir la diseminación de patógenos al campo.

Permanentes: *S*on construcciones fijas con bordes de cemento o bloque diseñados para usarse durante mucho tiempo. Se usan indefinidamente sin cambiarlos de sitio. En su preparación se emplea una capa de grava a unos 60 cm de profundidad para asegurar buen drenaje. Luego se acaba de llenar con tierra vegetal abono orgánico y arena si la tierra es muy compacta. Por lo general después del primer año es necesario renovar la tierra y agregar más abono orgánico. Es costoso por su construcción y mantenimiento (Mejía & Jaramillo 1978).

Según el material y disposición:

- ***De plástico reutilizables*****:** Son duraderos y fáciles de limpiar. Se pueden reutilizar varias veces.

- ***Biodegradables:*** Hechos de materiales naturales como turba fibra de coco o cartón prensado. Se pueden plantar directamente en el suelo sin sacar la plántula lo que reduce el estrés del trasplante (Foto 3).



Figura 92. Semillero del tipo biodegradable.

Fuente: https://www.landuum.com/wp-content/uploads/2018/11/DSC07204-1024x683.jpg

- ***Caseros o reciclados:*** Hechos con materiales reciclados como cartones de huevo botellas de plástico o bandejas de comida. Lo importante es que tengan orificios para el drenaje.

- ***Con celdas individuales (alveolos):*** Cada semilla tiene un espacio separado. Esto ayuda al desarrollo radicular y evita que las raíces se enreden lo que facilita el trasplante.

- ***En macetas pequeñas:*** Cada maceta es para una sola semilla. Son prácticas y versátiles especialmente para plantas más grandes.

- ***En cama o cantero*****:** Se siembran varias especies en un mismo espacio en un área preparada en el suelo mejoran el drenaje la aireación y el manejo agronómico. Cada tipo puede adaptarse al nivel tecnológico del productor su presupuesto y escala de producción

- ***Al aire libre*****:** indicados para especies resistentes aunque expuestos a factores ambientales.

- ***Bajo cubierta*** **(plástico o malla):** brindan protección contra clima adverso e insectos.

- ***En bandejas multiceldas*****:** permiten el desarrollo uniforme (Fotos 4 y 5) facilitan el trasplante y reducen el uso de sustrato (Unión de Campesinos de Segovia 2017).



Figura 93. Semillero tipo en bandejas multiceldas.

Fuente: https://www.landuum.com/wp-content/uploads/2018/11/AL2_1290.jpg

Según su finalidad:

Podemos distinguir entre los **semilleros agrícolas** y los **semilleros urbanos**. Los semilleros agrícolas apuntan a la producción de plantas o árboles que serán explotados a nivel comercial. Un semillero urbano en cambio se orienta al aprovechamiento doméstico en una ciudad o a una producción a escala reducida (Anónimo s. f.-b).



Figura 94. Semillero tipo en bandejas multiceldas.

8.1.4 Diseño y distribución del semillero

Para los semilleros en producción durante estaciones no calurosas se prefiere la orientación al Mediodía. Así las plantas no solamente perciben la máxima iluminación, sino que también son menos afectadas por los cambios bruscos de temperatura que se producen entre el día y la noche el cielo despejado y el nublado etc. De manera práctica el semillero debe estar orientado de norte a sur para maximizar la captación de luz. Los pasillos deben tener al menos 50 cm de ancho para facilitar el acceso sin compactar el sustrato. La distribución debe considerar también la rotación de especies y el manejo integrado de plagas (Fernández s. f.).

La adecuación del área es un paso crucial en la creación de un semillero exitoso. Este proceso involucra la preparación del terreno que debe comenzar con la eliminación de residuos vegetales maleza y cualquier otro obstáculo que pueda interferir con el crecimiento saludable de las plántulas. Es fundamental llevar a cabo una limpieza minuciosa del terreno no solo para evitar la competencia por nutrientes y agua sino también para eliminar posibles fuentes de patógenos. Posteriormente se

debe proceder con la nivelación del terreno asegurando una superficie plana y uniforme que permita la distribución homogénea del agua de riego y facilite la instalación de los semilleros. La nivelación previene la formación de charcos que podrían inducir condiciones anaeróbicas y dañar el desarrollo de las plántulas. Además, se debe asegurar que el área esté libre de sombras excesivas que puedan limitar la cantidad de luz disponible para las plántulas.

8.1.5 Selección y preparación del sustrato

Un buen sustrato debe ser liviano poroso con buena retención de humedad libre de enfermedades y rico en materia orgánica. Mezclas comunes incluyen tierra negra arena y compost en proporción 1:1:1. Alternativamente se utilizan fibra de coco vermiculita o turba. Su preparación debe incluir tamizado y humedecimiento previo a la siembra (Martínez *et al.* 2016).

Composición del sustrato

Su selección y preparación para el semillero es fundamental para garantizar un ambiente adecuado para la germinación y el crecimiento de las plántulas. Se recomienda una mezcla balanceada de suelo fértil compost y arena fina en proporciones que favorezcan tanto la retención de humedad como un buen drenaje. Esta mezcla permite un control adecuado de la humedad evitando tanto el estancamiento de agua como la desecación rápida del sustrato. La adición de compost en la mezcla proporciona una rica fuente de nutrientes orgánicos mejorando la estructura del suelo y favoreciendo la actividad microbiana beneficiosa. La arena fina mejora el drenaje permitiendo que el exceso de agua fluya

fácilmente sin comprometer la disponibilidad de nutrientes. Además la mezcla debe ser esterilizada para evitar la presencia de patógenos que puedan afectar el desarrollo de las plántulas. Es importante que el sustrato tenga un pH equilibrado preferentemente entre 6 y 7 para asegurar una adecuada disponibilidad de nutrientes esenciales (FUNDESYRAM 2009).

Un sustrato fino al semillero es la mejor opción y conseguimos al combinar tierra con compost; se puede también añadir arena perlita o vermiculita para retener el agua.

Desinfección del sustrato y materiales

Uno de los procesos más importantes y que debemos ejecutar desde el inicio hasta el final de la producción de semilla es la desinfección de los elementos la infraestructura las herramientas y el personal. Para prevenir enfermedades es necesario desinfectar el sustrato mediante solarización (exposición al sol cubierto con plástico transparente por 3–4 semanas) aplicación de agua caliente o extractos de ajo ají o ruda. Las bandejas y herramientas se deben desinfectar con hipoclorito de sodio al 1% o fuego directo (Anónimo s. f.-e)

8.1.6 Selección del lugar dentro del terreno y su preparación

El lugar del semillero debe estar en una zona con pendiente leve para facilitar el drenaje y evitar encharcamientos. Debe contar con suelos sueltos y bien aireados con cercanía a fuentes de agua limpia para facilitar el riego frecuente. Se recomienda protegerlo con cerca para evitar ingreso de animales domésticos o silvestres (FAO 2021a).

La preparación del suelo con un mínimo de una semana de anticipación debemos ejecutar. agregar materia orgánica y/o guano de murciélago totalmente descompuesto. La variedad y cantidad de hortalizas a cultivar tienen estrecha relación con la superficie disponible. Si tenemos menos de un metro cuadrado o algunas macetas nuestro cultivo estará limitado a producir plantas culinarias por ejemplo apio perejil cilantro y orégano. Si tenemos de 2 a 4 metros cuadrados podemos agregar a lo anterior zanahorias lechugas acelgas entre otras. Si tenemos de 4 a 10 metros cuadrados podemos incluir en nuestros cultivos tomates repollos pimentón ajos puerros o aumentar la cantidad de plantas. Los principales cuidados al area son: riego que debe ser cada 4 ó 6 días dependiendo del tipo de suelo; en los suelos arenosos cada 4 ó 5 días en suelo arcilloso cada 6 ó 7 días. Es importante evitar que las plantas entren en estado de marchitez.

Dada la misión del semillero su preparación ha de tender a facilitar al máximo la germinación de las semillas la nascencia y el desarrollo de las plantas.

Determinación de la superficie y dimensiones del semillero. La primera cifra a conocer es el número de plantas que es necesario producir para una o varias techas determinadas. Conocida esta cifra no resulta difícil calcular la superficie de semillero necesaria. Lógicamente para un mismo número de plantas no corresponde siempre la misma superficie ya que ésta es variable según la especie de que se trate. Como norma general se establece que el número de plantas correspondiente a un metro cuadrado de semillero debe ser tal que las plántulas se toquen entre sí sin estorbarse o sin que las unas den sombra a las otras. Este

número es de 800 a 1.200 para tomate pimiento berenjena; 1.500 a 2.000 para la cebolla y 1.000 a 1.500 plantas para coles repollos y coliflores. El resto de las especies que se siembran en semillero se ajustan más o menos con cualquiera de estos grupos a cuyo desarrollo y porte se semejan. Normalmente en semilleros de tipo industrial el número de plantas por metro cuadrado es muy superior a lo que acabamos de indicar. Es ésta una circunstancia favorable económicamente para el semillerista pero no para el horticultor que ha de cultivar dichas plantas.

Los semilleros muy estrechos tienen la ventaja de que el aclareo o raleo escarda y manipulaciones se efectúan cómoda y fácilmente; como contrapartida estos semilleros tienen el inconveniente cíe que a causa de la desecación de los bordes la superficie útil queda excesivamente reducida. Cuando los semilleros tienen gran anchura las pérdidas por desecación de los bordes son muy pequeñas proporcionalmente a la superficie total. Sin embargo los inconvenientes son:

- La siembra no se puede efectuar con uniformidad a no ser que se gaste gran cantidad cíe semilla.

- La realización del riego presenta dificultades que originan una distribución desigual del agua con zonas insuficientemente regadas y otras encharcadas.

- El aclareo y escarda resultan sumamente costosos lo que obliga a preparar unos caballetes o surcos en los que se apoyan tablones que sirven de base al operario para no pisar la planta. Estas circunstancias obligan a trabajar en incómodas posiciones que hacen lentos y penosos todos los cuidados culturales. Las anchuras

extremas tienen más inconvenientes que ventajas por cuya razón y la experiencia de los años de trabajo lleva a recomendar anchuras comprendidas entre 120 y 150 metros (Fernández s. f.).

8.1.7 Técnicas de siembra: directa en hileras a golpes o a voleo. Cómo sembrar

Las semillas pequeñas suelen mezclarse con arena para facilitar su distribución. Tápalas con una capa igual al doble de su diámetro aproximadamente con la parte superior de un rastrillo. La profundidad de siembra suele ser de 1 cm.; coles y guisantes a 2 cm. y judías a 4 o 5. No es imprescindible, pero para acelerar la germinación tras la siembra se cubre el suelo con una lámina de plástico trasparente que evita la evaporación y aumenta la temperatura del suelo. Una vez que ha emergido se quita esa lámina (acolchado) y se puede forzar el desarrollo de la planta mediante túneles con arquitos.

Raleo de plantas o entresacado Tras nacer y cuando ya tengan 2 ó 3 hojas verdaderas (aparte de los 2 cotiledones iniciales que no son hojas verdaderas) es necesario entresacar los plantones para evitar que se apiñen. Realizar dos pasadas en la primera deja el doble de las que necesites y 2 ó 3 semanas más tarde entresaca de nuevo hasta conseguir el espaciado final. Este segundo pase es más ligero. Se recomienda eliminar las plántulas más frágiles.

Al inicio la iluminación debe ser indirecta es necesario cuidar la entrada de luz para no deshidratar la semilla. Se deben proteger los semilleros de vientos fuertes porque pueden intensificar la transpiración hasta marchitar las plantillas. Una vez que germine la semilla las plántulas se

moverán a un lugar con mucha luz para que se desarrolle favorablemente. Requieren riegos frecuentes pero cortos realizados preferiblemente por aspersión.

Cuando las plantillas alcanzan una altura de 8-10 cm el trasplante es recomendado puedes introducirla directamente al suelo o cama de cultivo haciendo un agujero proporcional al tamaño del semillero en el que creció la plántula y evitar dañar las raíces lo más recomendado es no trasplantar a raíz desnuda. Introduce con cuidado la planta sin retirar el sustrato de sus raíces para no dañarla. Rellena el espacio alrededor con tierra rica en nutrientes y riega ligeramente (Leyva s. f.). Cobertura se emplea para reducir al mínimo el desarrollo de malezas y conservar la humedad del terreno. Debe retirarse de los surcos cuando las plántulas empiecen a brotar pero se conserva la cobertura entre ellos. Para cobertura se emplea paja cascarilla de arroz aserrín o estiércol descompuesto.

Germinación se requieren ocho días en promedio para que las semillas de la mayor parte de las especies hortícolas germinen plenamente aunque algunas como el apio tardan hasta 15 días para hacerlo. La prueba de germinación es una prueba para determinar la viabilidad de las semillas calculando el porcentaje de ellas que pueden germinar bajo condiciones óptimas de humedad luz y temperatura. Se puede realizar en un laboratorio o de forma casera colocando las semillas en un sustrato húmedo como papel secante o tierra cernida y observando cuántas germinan en un período determinado (normalmente entre 5 y 21 días) (foto 94).

¿Qué condiciones se necesita para que las semillas germinen sin problemas? Se necesitan las siguientes condiciones climáticas:

Temperatura: La temperatura a la cual están expuestas las semillas determina si estas germinarán de forma rápida o lenta. Si la temperatura es demasiado fría el tiempo de germinación demorará el doble o el triple (6 a 10 semanas) de lo regular. Si la temperatura es demasiado caliente las semillas pueden germinar rápido pero se corre el riesgo que estas pierdan su poder germinativo o se enfermen con hongos. Por esto la temperatura ideal para la germinación de semillas debe ser moderada.

Humedad: La humedad del sustrato en el almácigo debe ser lo suficiente como para no regar las semillas durante 7 a 10 días. Si después de este tiempo las semillas aún no han germinado se deben humedecer con un atomizador o aspersor. Se debe regar con cuidado ya que si el golpe de agua es muy agresivo (por el uso de manguera o regadera) las semillas o sus raíces pueden dañarse.

Luz: Las semillas no necesitan luz para germinar sin embargo sí la necesitan para formar tallos y hojas fuertes. Lo recomendable es que las semillas reciban al menos entre 4 y 6 horas de luz al día (Rivera 2015).



Figura 95. Semillas germinadas.

Fuente:
https://www.gob.mx/cms/uploads/article/main_image/30150/germinacion.jpg

¿Qué semillas son de buena calidad?

Las semillas de buena calidad son las que cumplen con los siguientes requisitos básicos:

- **Poder germinativo:** gran parte de las semillas deben germinar (Foto 6).
- **Vigor:** las semillas de hortalizas deben germinar entre 5 a 10 días y una vez germinadas la planta debe crecer sin problemas.
- **Pureza física:** las semillas no deben estar mezcladas con basuras otras semillas o cualquier objeto extraño.
- **Sanidad:** las semillas deben estar libres de insectos y enfermedades.
- **Pureza varietal:** todas las semillas deben ser de la misma especie o variedad (Rivera 2015).

Pasos para una prueba de germinación casera (con papel secante).

- Selecciona las semillas: Toma una muestra representativa de las semillas por ejemplo 100 semillas por ejemplo 100 semillas.
- Prepara el sustrato: Coloca una cantidad de semillas entre dos hojas de papel secante o papel toalla húmedo.
- Humedece el papel: Moja el papel uniformemente con agua

usando un atomizador o brocha asegurándote de que esté húmedo pero no empapado.

- Mantén las condiciones: Coloca el papel con las semillas en un recipiente con tapa (para mantener la humedad) en un lugar con luz indirecta y a una temperatura adecuada (generalmente entre 20-25°C).

Procesar una prueba de germinación casera

- Conteo de la cantidad de semillas germinadas.
- Calcula el porcentaje de germinación. Se divide el número de semillas germinadas/ número de semillas sembradas.
- Este porcentaje te indica la calidad de tu lote de semillas y cuántas debes sembrar para obtener la cantidad de plantas deseadas. Si el porcentaje es bajo deberás sembrar más semillas.
- Prepara el sustrato: Coloca una cantidad de semillas entre dos hojas de papel secante o papel toalla húmedo.

Los beneficios para el agricultor al saber el porcentaje de germinación de su semilla son enormes; ya que puede determinar la cantidad de semillas que debe o necesita sembrar en su superficie. De tal manera se establece un cultivo óptimo y por ende mejores resultados en la producción (SNICS 2017).

Duración en el semillero después de la emergencia las hortalizas permanecen en el semillero por un período que varía entre 4 y 8 semanas

según la especie; algunas como el espárrago se trasplantan a los 12 meses (Mejía & Jaramillo 1978).

Consideraciones importantes

- Profundidad: Como norma general enterrar la semilla a una profundidad de dos o tres veces su tamaño. Sembrar demasiado profundo o superficial puede dificultar o impedir la germinación.

- Humedad: Mantener el sustrato húmedo pero no encharcado. Un exceso de agua puede causar hongos que pudren la planta (mal de los almácigos). Para semillas diminutas el riego por pulverización o por inmersión puede ser más adecuado para evitar que se entierren demasiado.

- Luz y temperatura: Después de la siembra es beneficioso mantener los semilleros en oscuridad hasta que las semillas germinen especialmente si necesitan un ambiente fresco. Una vez que emergen las plántulas deben recibir luz pero es importante que esta no sea directa y que se aclimate gradualmente a la luz solar.

- Etiquetado: Es fundamental etiquetar cada semillero con el tipo de semilla y la fecha de siembra para poder identificar las distintas variedades ya que los cotiledones de muchas plantas son idénticos al germinar.

- Raleo y trasplante: Si germinan demasiadas plantas juntas se debe realizar un raleo (eliminando las más débiles) para que las restantes tengan suficiente espacio para crecer. En el caso de las técnicas en golpes este paso no es necesario (AgroSpray 2021).

Técnicas de siembra a utilizar en el semillero

Las técnicas de siembra en semilleros incluyen la siembra a voleo para semillas pequeñas en surcos para semillas más grandes pero pequeñas y en golpes para semillas grandes, así como la siembra individual en macetas o bandejas. Para todas las técnicas es crucial usar el sustrato adecuado sembrar a una profundidad apropiada (generalmente el doble del tamaño de la semilla) mantener una humedad constante pero no excesiva y etiquetar los semilleros para identificar las variedades. Los métodos de siembra variarán dependiendo de:

- El tamaño de la semilla.
- El tamaño final de la planta o tamaño de cosecha de la misma.
- La parte comestible de la planta (hoja flor fruto raíz etc.).
- Las necesidades térmicas de la planta (temperatura óptima de germinación). (AgroSpray 2021).

Cada hortaliza tiene su particularidad, pero a grandes rasgos podemos dividir la siembra en dos grandes grupos:

- **Siembra directa:**es aquella donde la semilla se sitúa directamente sobre el emplazamiento definitivo. Requiere que el suelo tenga unas determinadas condiciones de humedad y temperatura y que haya sido preparado para poder recibir a la semilla. Consiste en sembrar la semilla en el terreno definitivo una sola vez al cabo de 7 días germinarán y emergerán las plantas creciendo en forma normal. Las hortalizas que se siembran en forma directa son:

zanahoria arveja remolacha vainitas. espinacas. rábanos. y ajo. La primavera y el verano son los momentos típicos para sembrar pero depende del clima. Algunos cultivos pueden iniciarse en cualquier época del año. Por ejemplo: remolacha de mesa rabanitos puerros lechugas y acelgas etc.

- **En hileras o líneas:** usada en camas o surcos permite manejo y deshierbe eficiente. La plantación se realiza en camellones para que las plantas no estén en contacto con la humedad. Se harán camellones de tierra dejando un surco entre estos. Del centro de un camellón al centro del otro que haya de 60-70 cm. (separación entre líneas). Usa un cordel para guiarte fijándolo en cada extremo. Retira todas las malas hierbas que saques: estolones bulbillos y rizomas. Haz un pequeño surco en medio del camellón con un bastón o el borde de un azadón.

La siembra en hileras o líneas se puede realizar de 2 maneras a chorrillo y a golpes. Siembra a chorrillo se distribuyen las semillas a distancias regulares a lo largo del surco (siembra a chorrillo) o en grupos de 3 o 4 (siembra a golpes)

Siembra a golpes se utiliza para semillas grandes como las de judías o pepinillos. Se hacen hoyos en la tierra a una distancia determinada y se depositan de 3 a 5 semillas por hoyo. Luego se cubren y riegan.

La separación final entre plantas oscilará entre 20 y 50 cm dependiendo del tamaño de la especie. Ejemplos:

- Remolacha: se siembra a una distancia de 50 cm.

- Rabanitos: 20 cm
- Puerros: 30 cm
- Acelgas: 50 cm

Si las plantas están demasiado juntas simplemente despunta la que no desees y deje las raíces en el suelo. Lo que sacas lo puedes descartar o trasplantar (cebolla coles y lechugas).

- **Siembra a voleo:** menos precisa usada en producción extensiva o cuando se quiere cobertura rápida del área. La técnica depende del tipo de cultivo disponibilidad de insumos y experiencia del productor. Consiste en eesparcir las semillas de forma uniforme sobre la superficie ideal para césped o mezclas de flores. Se recomienda mezclar las semillas pequeñas con arena para una distribución más pareja. Después de esparcir se cubre la tierra con una capa fina y se presiona suavemente. Se debe realizar un raleo posterior si las semillas germinan muy juntas.

- **Siembra indirecta:** es aquella en la que las semillas no se siembran en la ubicación final. Se siembran en cubierto para que puedan resistir las condiciones ambientales adversas. En el semillero las semillas no guardan distancias reales por lo que aquí sólo es importante la profundidad de plantación.

- **Trasplante:**



Figura 96. Siembra por trasplante.

Fuente: https://media.istockphoto.com/id/1219153137/es/foto/seedlings-de-tomate.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=xAidj_sG9GI4Xquzjfo1pCaMoIWC7Op-BvPuwuMYa_0=

Este tipo de siembra se realiza primero el almacigo (Foto 96) pasadas unas semanas o cuando tienen entre 3 a 4 hojas y un tamaño de planta de entre 10- 12 centímetros se sacan del almacigo para plantar en el terreno definitivo. Las hortalizas más aptas para el trasplante son: pimentón berenjena tomate repollo coliflor brócoli cebolla puerro espárrago apio lechuga col de bruselas. La tabla 1. muestra el area de semillero requerida para trasplantar una hectárea número de plantas por hectárea y distancias de siembra de las especies más aptas para trasplante.

Tabla 54. Area de semillero requerida para trasplantar una hectárea número de plantas por hectárea y distancias de siembra de las especies más aptas para trasplante.

Especie	Área (m^2)	Semilla para 1 ha (kg	Distancia entre surcos (m)	Distancia entre plantas (m)	No. plantas/ ha

		)			
Apio	90	0280	060	030	**55 555**
Brocoli	65	0280	070	040	**35 714**
Col de Bruselas	55	0300	060	040	**41 665**
Coliflor	55	0300	060	0.40	**41 665**
Lechuga	70	0.160	025	025	**66 666**
Pimento n	80	0450	060	040	**41 665**
Repollo	70	0400	060	040	**41 665**
Tomate de mesa	75	0150	100	050	**20 000**
Tomate industri a	75	150	120[2]/	040	**41 665**
Esparra go	1000	115	1.20	0.45	**18 518**
Cebolla	**200**	**300**	**020[1]/**	**010**	**28 000**

Fuente: Mejía y Jaramillo (1978).

Notas: Siembra en doble surco [2]/ Siembra en doble surco con 060 m entre centros. 045 con 050 18.518.

El almacigo: Es un pequeño espacio de la huerta con buena tierra o una cajonera especialmente preparada con tierra abonada. Se coloca en un lugar cerca de una fuente de agua y con protección a las heladas sol directo viento etc. El almacigo es una práctica que sirve para evitar pérdidas de semilla y garantizar un alto rendimiento de plántulas generalmente se realiza con semillas muy pequeñas y de alto costo. Se

realizan cuando las semillas son muy pequeñas tardan en germinar o las plantas necesitan cuidados especiales. De esta forma se siembran tomates pimientos berenjenas lechugas etc. El método de siembra en almácigos es esencial para hortalizas que necesitan muchos cuidados en su germinación.

Un almácigo es un lugar temporal para la producción de plantas. Por lo general un almácigo se arma en un envase o espacio controlado con un sustrato especial. Estas características le permiten a uno controlar la temperatura y la humedad y disminuir la probabilidad de ataques de insectos y enfermedades. Se puede elaborar un almácigo en el mismo terreno donde se realizará la siembra o se pueden utilizar envases como cajas botellas macetas o bidones. Los envases pueden ser de diferentes materiales entre ellos plástico cartón grueso madera o barro. Al construir tu almaciguera recuerda que siempre es mejor reciclar material que ya está a la mano y disponible en casa ya que esto te ayudará a reducir tus costos de producción.

Los Beneficios del Almácigo

Sembrar en almácigos es buena idea porque:

- Es más sencillo manejar las distancias de siembra con semillas pequeñas incluyendo las de lechuga coles acelga espinaca perejil o apio.
- Se puede controlar mejor la temperatura la humedad y la exposición al clima.
- Se puede disminuir la vulnerabilidad ante un ataque de

enfermedades e insectos.

- Se utilizan y se desperdician menos semillas.
- Es más sencillo y práctico realizar los cuidados que demandan las plantas.
- Se obtiene mayor producción ya que se reducen pérdidas.
- Se pueden escoger las plantas más saludables para realizar el trasplante al terreno definitivo y por lo tanto garantizar una mejor cosecha.

¿Qué semillas se pueden sembrar en almácigo?

- Las semillas más aptas para un almácigo son las semillas pequeñas incluyendo las de tomate perejil apio lechuga coliflor brócoli espinaca acelga pimentón berenjena cilantro y albahaca.
- Todas las semillas de menor tamaño a la semilla del pepino que no sean tubérculos (ejemplo: papa papalisa oca) o hortalizas de raíz (ejemplo: nabo zanahoria rábano) (Rivera 2015).

En cajones: Este tipo es el más recomendado (Foto 8) porque se adecua para huertos escolares y familiares y es lo más recomendable cuando no se cuenta con parcelas grandes. El tamaño puede ser:1 m de ancho por 2 m de largo dependiendo de la disponibilidad del terreno de la huerta (AgroSpray 2021).

Se usan en investigación o cuando la explotación es muy pequeña. Se emplean cajas de madera o eternit de 35 x 50 cm y 10 cm de profundidad

y se llenan con tierra abono orgánico y arena. La selección del tipo de semilleros dependerá entonces del tamaño de la explotación y condiciones del agricultor (Mejía & Jaramillo 1978).



Figura 97. Semillero en cajones.

Fuente: https://www.landuum.com/wp-content/uploads/2018/11/AL2_1454-1024x678.jpg

- **Siembra intercalada:** la siembra intercalada es una técnica agrícola que consiste en cultivar dos o más especies de plantas juntas en el mismo campo durante la misma temporada en lugar de un monocultivo. Este método maximiza el uso del suelo estabiliza los rendimientos y aporta beneficios como la mejora de la salud del suelo y el control de plagas.

Este método de siembra permite aprovechar al máximo el terreno disponible se pueden sembrar 2 cultivos diferentes en un solo surco.

Por ejemplo coles de Bruselas puerros perejil zanahorias etc. admiten que se siembre entre ellas un cultivo que se recolectará antes de que necesite espacio como rábano espinaca lechuga. Como realizar:

1- Prepara un surco y esparce 3-4 semillas de zanahoria cada 10 cm. Entre ellas pon semillas de rábanos con una separación de 25 cm.

2- Cubre de forma ligera con la tierra extraída del surco. Afirma bien y riega finamente empapando.

3- Recolecta los rábanos transcurridos 1 mes sacándolos con cuidado para no dañar las raíces de las zanahorias. Riega bien previamente. Ahora éstas tendrán espacio para acabar de madurar.

Características principales

a) Combinación de cultivos: Se pueden combinar plantas perennes con anuales o diferentes tipos de cultivos anuales.

b) Disposición: Las plantas se pueden sembrar simultáneamente o cuando otras especies ya están floreciendo o listas para ser cosechadas.

Sus beneficios:

- Salud del suelo: Mejora la calidad del suelo reduce la erosión y con el uso de leguminosas restaura los nutrientes de forma natural.
- Control de plagas: Puede ayudar a gestionar las plagas de manera ecológica.
- Sostenibilidad: Es una práctica sostenible que mejora la biodiversidad y la resiliencia del ecosistema agrícola.
- Eficiencia: Optimiza el uso del espacio y la mano de obra

permitiendo obtener alimentos para autoconsumo y generar ingresos adicionales con el excedente comercializable.

En resumen a pesar de los posibles problemas el cultivo intercalado es una estrategia sencilla que una vez bien adaptada al terreno tiene un gran potencial para proporcionar beneficios en términos de gestión de plagas productividad de cultivos y salud del suelo (Leslie 2022).

8.1.8 Distancias de siembra y densidad de plántulas

Las distancias de siembra en semilleros de hortalizas varían según la especie pero una regla general es sembrar con suficiente espacio para evitar la competencia por luz y nutrientes y para facilitar el trasplante futuro. La densidad ideal permite el crecimiento saludable de las plántulas hasta que estén listas para el trasplante definitivo. Por ejemplo la distancia entre plantas de tomate en el campo es de 40-50 cm pero en un semillero se podría requerir un espacio menor para un gran número de plántulas iniciales. La densidad de siembra se calcula dividiendo el área total entre el producto de la distancia entre surcos por la distancia entre plantas.

Cada especie hortícola tiene requerimientos específicos de espaciamiento. En semilleros en cama se recomiendan distancias de 5 a 10 cm entre líneas y plantas. En bandejas una semilla por celda evita competencia y facilita el trasplante. El exceso de densidad puede causar etiolación y enfermedades por humedad.

De acuerdo con Calviño (2023) la densidad de siembra es la cantidad de plantas por unidad de superficie. Se calcula dividiendo el área total del

semillero entre el área que ocupará cada planta (distancia entre surcos x distancia entre plantas). El Cálculo de la densidad se realiza de la siguiente manera:

- Convertir las distancias a metros.
- Área ocupada por planta = Distancia entre surcos x Distancia entre plantas.
- Número de plantas = Área total del semillero / Área ocupada por planta.

¿Cómo y a qué distancia se deben sembrar las semillas?

A diferencia de la siembra directa en un almácigo las semillas no requieren distancias específicas debido a que las plantas serán trasplantadas una vez que cuenten con un mínimo de 4 hojas. Para facilitar la siembra en almácigo se recomienda hacer surcos a una distancia máxima de tres centímetros entre sí. La profundidad del surco debe ser de dos veces el tamaño de la semilla. Las semillas se deben sembrar a chorro continuo es decir una al lado de la otra o separadas por 1 cm. Ejemplos de distancias (para trasplante en campo).

- **Tomate:** 40-50 cm entre plantas.
- **Zanahoria:** 8 cm entre plantas.
- **Pimiento:** 30-60 cm entre plantas y 90-120 cm entre hileras.
- **Cebolla:** 10-20 cm entre plantas y 30-40 cm entre hileras.
- **Lechuga:** 20-30 cm entre plantas y 40-50 cm entre hileras.

- **Espárrago blanco:** 30-40 cm entre plantas y 2 m entre surcos.

Aspectos importantes a tener en cuenta:

- Semillero vs. campo definitivo: Las distancias de siembra en el semillero son generalmente más juntas que en el campo definitivo. El objetivo es obtener muchas plántulas por área pero que no sean excesivamente densas para no competir entre sí.

- Espacio para el trasplante: Se debe dejar suficiente espacio para que las plántulas se desarrollen bien antes del trasplante.

- Riego: Es importante regar con un chorro suave directamente al suelo para no desenterrar las semillas o dañar las plántulas.

- Luz: Las plántulas necesitan mucha luz para crecer fuertes y con tallos gruesos.

- Variedad de cultivo: Las distancias pueden variar según el clima el suelo y la variedad específica de la hortaliza. Es recomendable seguir las indicaciones del empaque de las semillas o consultar a un experto para obtener valores más precisos (EntreSemillas 2025).

La tabla 54 nos muestras las distancias de siembra a utilizar en la siembra de las siguientes hortalizas.

Tabla 55. Distancia de siembra de hortalizas.

Cultivo	Distancia entre plantas (cm)	Distancia entre hileras (cm)	Tiempo de cosecha (días)
Lechuga	20-30	40-60	**50-70**
Espinacas	5-10	20-30	**30-50**
Acelga	30-40	60-90	**60-90**
Cilantro	5-10	20-30	**20-40**
Perejil	10-20	30-40	**60-90**
Zanahoria	2-5	20-30	**60-70**
Remolacha	5-10	30-40	**60-70**
Rábano	2-5	20-30	**20-40**
Berenjena	60-90	120-180	**70-90**
Tomate	60-90	120-180	**70-120**
Pepino	30-60	90-120	**50-60**
Pimiento	30-60	90-120	**70-90**
Apio	20-30	60-90	**120-180**
Cebolla	10-20	30-40	**90-120**
Brócoli	50-70	120-180	**50-70**
Coliflor	**50-70**	**120-180**	**50-70**

Fuente: Mauricio Agricultor (2014) https://www.facebook.com/MauricioAgricultor/posts/distancia-de-siembra-de-hortalizas1- lechugaentre-plantas-20-30-cmentre-hileras-4/122173411040141658/

Estos valores son aproximados y pueden variar según el clima suelo y variedad de la planta.

8.1.9 Época de siembra

Las condiciones óptimas para iniciar semilleros deben coincidir con el

calendario climático local. En Ecuador debido a la distribución de la estación seca (enero-abril) y la lluviosa (mayo-diciembre) muchos productores planifican el establecimiento de semilleros al finalizar la estación seca para aprovechar el incremento de humedad y temperatura favorable. En la Sierra esto suele ocurrir hacia septiembre-octubre mientras que en la Costa el periodo más recomendable se ubica alrededor de noviembre-diciembre aunque estas fechas pueden variar según el microclima de cada zona (FAO s. f.-c).

La época de siembra de hortalizas en el país varía según la región y el tipo de cultivo pero la primavera y el otoño son ideales para una amplia variedad de especies mientras que hortalizas como la espinaca y la acelga se pueden sembrar durante todo el año.

Es importante considerar el clima de cada zona y los requerimientos específicos de cada planta para determinar el momento más adecuado para la siembra. La época de siembra de hortalizas en Ecuador varía según la región pero en general para la sierra altoandina se siembra de septiembre a mediados de enero coincidiendo con el inicio de las lluvias. Para zonas bajas la primavera es una época propicia debido a la luz y el calor pero para tener una respuesta más precisa se recomienda consultar con especialistas locales ya que el Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP ahora Ministerio de Agricultura y Ganadería) no proporciona un calendario único para todo el país.

Para efectos de la planificación agrícola y la recomendación de épocas de siembra se consideran las siguientes **Zonas Agroecológicas del Ecuador (ZAE)**:

- **ZAE 1:** Costa o Región Occidental (zonas bajas y medias de la región Litoral con clima tropical y subtropical).

- **ZAE 2:** Sierra o Región Interandina (zonas altas y medias de la región Andina con clima templado a frío).

- **ZAE 3:** Amazonía o Región Oriental (zonas de la región Amazónica con clima tropical húmedo).

Las recomendaciones de siembra dosis y manejo pueden variar según las condiciones específicas de cada zona así como por efectos de microclima altitud y disponibilidad hídrica.

Principales cultivos hortícolas:

Nombre científico: Allium cepa

Familia: Alliaceae

Nombre común: Cebolla

Tabla 56. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la cebolla en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	ZAE 2	ZAE 3
Período de siembra	Enero–diciembre. Preferentemente noviembre–diciembre	Octubre–diciembre	
kg/ha	4		
Observaciones		**En almácigo. Cosecha 160–180 días después**	

		de trasplante.	

Nombre científico: Allium sativum

Familia: Alliaceae

Nombre común: Ajo

Tabla 57. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del ajo en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra		Octubre–enero	
kg/ha		500–700 (dientes)	
Observaciones		**Siembra directa. Cosecha 160–180 días después de siembra.**	

Nombre científico: *Brassica oleracea* var. *botrytis*

Familia: Brassicaceae

Nombre común: Coliflor

Tabla 58. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la coliflor en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**

Período de siembra	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–diciembre.	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–noviembre.
kg/ha		03–04
Observaciones		**En almácigo. Cosecha 80–100 días después de trasplante.**

Nombre científico: *Capsicum annuum*

Familia: Solanaceae

Nombre común: Pimiento

Tabla 59. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra	Octubre–diciembre		
kg/ha	13–15		
Observaciones	**En almácigo. Cosecha 70–100 días después de trasplante.**		

Nombre científico: *Citrullus lanatus*

Familia: Cucurbitaceae

Nombre común: Sandía

Tabla 60. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la sandía en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	ZAE 2	ZAE 3
Período de siembra kg/ha	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–febrero. 07–15		**Septiembre–noviembre 07–15**
Observaciones	**Siembra directa. Cosecha 120–150 días después de siembra.**		**Siembra directa. Cosecha 120–150 días después de siembra.**

Nombre científico: *Cucumis melo*

Familia: Cucurbitaceae

Nombre común: Melón

Tabla 61. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del melón en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	ZAE 2	ZAE 3
Período de siembra kg/ha	Marzo–mayo 15–2		**Enero–marzo 15–2**
Observaciones	**Siembra directa. Cosecha 80– 100 días después de**		**Siembra directa. Cosecha 80– 100 días después de**

	siembra.	**siembra.**

Nombre científico: *Cucumis sativus*

Familia: Cucurbitaceae

Nombre común: Pepino

Tabla 62. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del pepino en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra kg/ha	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–diciembre 2–3		**Enero–marzo 2–3**
Observaciones	**Siembra directa. Cosecha 45–60 días después de siembra.**		**Siembra directa. Cosecha 45–60 días después de siembra.**

Nombre científico: *Cucurbita maxima*

Familia: Cucurbitaceae

Nombre común: Zapallo

Tabla 63. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del zapallo en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**

Período de siembra kg/ha	Enero–diciembre. Preferentemente enero– marzo	Enero–diciembre. Preferentemente diciembre– febrero **2**	**Enero– diciembre**
Observaciones		**Siembra directa. Cosecha 120–150 días después de siembra.**	

Nombre científico: *Daucus carota*

Familia: Umbelliferae

Nombre común: Zanahoria

Tabla 64. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la zanahoria en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra kg/ha		Julio–noviembre 5–6	
Observaciones		**Siembra directa en líneas. Cosecha 90–120 días después de siembra.**	

Nombre científico: *Lactuca sativa*

Familia: Asteraceae

Nombre común: Lechuga

Tabla 65. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la lechuga en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	ZAE 2	ZAE 3
Período de siembra	Enero–diciembre. Preferentemente abril–octubre	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–noviembre	**Enero–diciembre**
kg/ha		05–06	
Observaciones		**En almácigo. Cosecha 60–80 días después de trasplante.**	

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum*

Familia: Solanaceae

Nombre común: Tomate

Tabla 66. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas del tomate en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	ZAE 2	ZAE 3
Período de siembra	Enero–diciembre. Preferentemente enero–marzo	Enero–diciembre. Preferentemente octubre–noviembre	**Enero–diciembre**
kg/ha		025	
Observaciones		**5–10 g/m² almácigo.**	

	Cosecha 90– 180 días después de trasplante.

Nombre científico: *Solanum melongena*

Familia: Solanaceae

Nombre común: Berenjena

Tabla 67. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la berenjena en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra kg/ha	Noviembre–diciembre 025		**Enero–marzo 025**
Observaciones	**En almácigo. Cosecha 70 días después de trasplante.**		**En almácigo. Cosecha 70 días después de trasplante.**

Nombre científico: *Spinacia oleracea*

Familia: Chenopodiaceae

Nombre común: Espinaca

Tabla 68. Período de siembra dosis de semilla y observaciones técnicas de la espinaca en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período	Febrero	Octubre–noviembre	

de siembra kg/ha	– abril 12–15	
Observaciones	**Siembra directa. Cosecha 40–60 días después de siembra.**	

Nombre científico: *Ipomoea batatas*

Familia: Convolvulaceae

Nombre común: Camote

Tabla 69. Período de siembra dosis de material de propagación y observaciones técnicas del camote en zonas agroecológicas del Ecuador.

	ZAE 1	**ZAE 2**	**ZAE 3**
Período de siembra kg/ha	Enero–diciembre. Preferentemente enero–marzo	Marzo–abril 1200–1 500 kg de raíces para obtener esquejes	**Enero–diciembre**
Observaciones		**Cosecha 120–150 días**	

	después de trasplante.

Fuente: https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/72829f8f-ea6e-41d0-b3b7-33647c7ef1ea/content

Sierra altoandina

- Período de siembra: desde septiembre hasta mediados de enero.
- Consideración: la fecha exacta depende de la zona y la disponibilidad de agua de riego o lluvia.
- Ventaja: Sembrar con las lluvias aumenta la germinación y producción.
- Zonas bajas.
- Período de siembra: la primavera es una época favorable debido a la mayor cantidad de luz y calor.
- Consideración: las fechas de siembra son orientativas y varían según las condiciones climáticas locales.
- Recomendación: es aconsejable observar las huertas cercanas o consultar con expertos locales para determinar el momento más adecuado.

8.1.10 Escarda y aclareo de plantas

Por muy hábil que sea el sembrador no se llega a eliminar la necesidad de realizar aclareos de plantas operación que es siembre más necesaria cuando la siembra se efectúa a voleo que cuando se efectúa en líneas.

Para el aclareo debe tenerse en cuenta el desarrollo que las plantas adquieren normalmente y dejarlas espaciadas de modo que se toquen entre sí pero no se quiten luz ni espacio. En los semilleros se suelen realizar escardas y aclareos al mismo tiempo pero lo más recomendable es efectuar estas dos labores por separado. En primer lugar se quitan las malas hierbas que por su rusticidad adelantan en desarrollo a las plantas para facilitar el trabajo y desarrollo a las plantas cultivadas.

El aclareo y la escarda a mano son siempre trabajos incómodos y costosos. Después de terminar la entresaca y escarda se da un riego para asentar la tierra e impedir que se sequen aquellas plantas que quedaron algo desarraigadas. Estas operaciones deben realizarse en días poco soleados; pero si el día fuere caluroso conviene sombrear la zona aclarada o escardada para evitar daños a las plantas que se dejan.

8.1.11 Fertilización básica El uso de abono orgánicos

La fertilización debe empezar con compost maduro. Biofertilizantes que aportan microorganismos benéficos nutrientes asimilables y mejoran la salud del suelo. Estos productos pueden prepararse localmente y son compatibles con los principios agroecológicos (Martínez *et al.* 2016).

En semilleros recién construidos o cuando se trata de especies de rápido trasplante basta con el abono orgánico empleado en la mezcla de preparación. Con especies de mayor duración en el área como cebolla apio o espárrago se recomienda adicionar un fertilizante completo con buen contenido de fósforo en dosis de 300 a 400 gramos por 10 metros cuadrados (m^2). Esta aplicación se debe hacer en bandas al lado del surco una vez las plántulas hayan emergido completamente para evitar

quemazón. Un factor importante cuando se dispone de un lote para producción de hortalizas incluyendo los semilleros es la acidez del suelo medida en valores de pH.

El pH recomendado para la mayoría de las hortalizas está entre 5 5 y 6 8; valores superiores o inferiores a éstos disminuyen la disponibilidad de elementos nutritivos y la actividad de microorganismos importantes en el suelo como los nitrificantes. Un suelo ácido puede corregirse agregando cal; la cantidad varía con el análisis químico. Para el efecto contrario o sea en suelos alcalinos se emplea yeso o azufre (Mejía & Jaramillo 1978).

8.1.12 Manejo de riego (riego por gravedad goteo aspersión)

Deben efectuarse a mañana y tarde durante los primeros días; luego bastará regar una vez al día. No deben ser abundantes para evitar el ataque de enfermedades. Se pueden utilizar las diferentes técnicas de riego.

- **Gravedad:** útil en zonas rurales con disponibilidad de agua.
- **Goteo:** eficiente y evita enfermedades al no mojar las hojas.
- **Aspersión o microaspersión (Foto 98):** útil en semilleros pequeños pero debe controlarse para evitar excesos. El agua debe aplicarse en la mañana y con frecuencia suficiente para mantener el sustrato húmedo sin saturación (FAO 2021a).



Figura 98. Riego por aspersión.

Fuente: https://www.iagua.es/sites/default/files/styles/thumbnail-830x455/public/riegoaspersion_portada.jpg?itok=soiGe4sz

8.1.13 Control de malezas

Es crucial para evitar competencia por nutrientes y agua. Se puede realizar de forma manual con acolchados vegetales o con coberturas plásticas biodegradables. En sistemas agroecológicos se promueve la siembra asociada o cobertura viva para limitar el crecimiento de malezas (Intagri s. f.-a). El desmalezado para mantener nuestros cultivos libres de maleza será un beneficio directo para nuestras plantas. Las malezas deben ser eliminadas antes de la floración para evitar la producción de semillas.

8.1.14 Control de plagas

Cuando aparecen los primeros insectos los podemos eliminar manualmente. En caso de ser ataques severos se puede recurrir a soluciones con productos orgánicos (ajo ají etc.) teniendo presente la protección de los controles biológicos que serán eficientes aliados.

8.1.15 La Huerta o Huertos Producción en terrenos solares o huertas

Al implementar cualquiera de las acciones de atención y mantenimiento de los cultivos debemos tener en cuenta las siguientes indicaciones de Agrocalidad.

CAPÍTULO V DEL MANEJO AGRONÓMICO: **Artículo 9.- Preparación del suelo.**

a) El terreno seleccionado debe poseer suelos aptos y que presenten equilibrio en sus características para un mayor aprovechamiento en la producción de hortalizas y verduras. (ANEXO 7).

b) Se recomienda realizar las labores pre culturales (arado rastra subsolado nivelación) en los terrenos que lo ameriten.

c) Se recomienda realizar labores de aireación solarización y aplicación de microorganismos benéficos al suelo.

d) En caso de requerir un tratamiento químico para reducir las poblaciones de patógenos del suelo se recomienda realizar las aplicaciones en base a la recomendación del profesional técnico respetando el tiempo de espera previo al establecimiento del cultivo.

CAPÍTULO VI DEL ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO:

Artículo 10.- Siembra

a) Se recomienda sembrar variedades de hortalizas y/o verduras con características adaptables a la zona agroecológica y que satisfagan

las exigencias del mercado.

b) La densidad de siembra debe ser adecuada al medio a la especie y a la variedad.

c) Se recomienda utilizar semillas y plántulas de calidad para asegurar la producción y alcanzar rendimientos óptimos.

d) En el caso de realizar la obtención o propagación del material vegetal para uso interno en la UPA se debe asegurar la calidad del proceso y sus resultados.

e) La preparación de los sustratos para los semilleros debe considerar las condiciones físicas nutricionales y fitosanitarias para el óptimo desarrollo de las plántulas.

f) En caso de ser necesario se deben registrar los tratamientos de desinfección tanto del sustrato utilizado como de las semillas.

Artículo 11.- Del trasplante

a) De acuerdo a las características fenológicas de cada tipo de hortaliza y verdura el trasplante a campo definitivo debe ser realizado cuando las plántulas germinadas presenten características de vigor y libres de plagas que puedan asegurar su sobrevivencia.

b) Se debe extraer del semillero solamente el número de plantas destinadas al trasplante previa planificación de siembra.

c) Se recomienda que el trasplante se lo realice en días de poco calor

y de preferencia por la tarde; manteniendo la humedad de las plántulas y del suelo durante todo el proceso.

d) Se debe rotular cada lote de forma visible con información como: número o nombre del lote fecha de trasplante área del lote nombre de la variedad número inicial de plantas entre otras.

e) Durante las actividades de trasplante los operadores deben seguir un protocolo de limpieza y desinfección de manos y cuidado al manipular el material vegetal; evitando daños mecánicos a las plántulas y la propagación de plagas.

f) Se debe evitar que las plántulas que se encuentren a la espera del trasplante tengan una exposición directa al sol para que no sufran estrés hídrico.

g) Se debe llevar un registro del lote trasplantado indicando: fecha variedad número de plantas.

Artículo 12.- De la rotación y asociación de cultivos

a) Se debe realizar la rotación y asociación de cultivos registrando los ciclos anteriores de siembra. Para esto se recomienda considerar la programación de siembra en rotación con especies de familias botánicas distintas al fin de prevenir problemas fitosanitarios y de desgaste del suelo. En el ANEXO 12 se puede observar una clasificación por familia de hortalizas y verduras.

b) Se debe documentar un calendario de rotación y asociación de cultivos.

c) Para la planificación de un sistema de rotación y asociación de cultivos de hortalizas y verduras se recomienda considerar los siguientes factores agronómicos de las especies a utilizar: exigencia nutricional formación vegetativa familia botánica temporadas de siembra y cosecha características fenológicas entre otros.

Artículo 13.- Del control de malezas

a) Para el control de malezas se debe priorizar los métodos manuales y mecánicos dejando como última alternativa los métodos químicos.

b) Se recomienda que las herramientas utilizadas para el control de malezas se encuentren en óptimo estado.

c) En caso de aplicar herbicidas estos deben usarse bajo la recomendación del profesional técnico. Los herbicidas deben contar con la autorización de la ANC.

d) El control de malezas a través de métodos químicos debe ser realizado con precaución y en las dosis recomendadas por el fabricante empleado equipos y materiales exclusivos para este propósito.

e) Se debe realizar la limpieza del equipo de aplicación de herbicidas químicos una vez terminadas las labores.

f) Se recomienda eliminar los rastrojos de malezas a su vez someterlos a procesos de compostaje en lugares específicos dentro

de la UPA.

Artículo 14.- Agua de riego

a) Se debe identificar las fuentes del agua utilizada en la UPA.

b) Se debe evaluar el riesgo potencial del sistema de distribución de agua verificando su calidad microbiológica y química e identificar acciones correctivas para prevenir o reducir al mínimo la contaminación.

c) Se deben realizar análisis químico físico y microbiológico del agua que se utiliza. La frecuencia dependerá de las fuentes de donde proviene el agua y de la evaluación de los riesgos de contaminación. Estos análisis deben ser realizados en laboratorios adecuados al menos una vez al año.

d) El agua utilizada para riego debe tomar en cuenta los parámetros establecidos por la ANC5 (ANEXO 13).

e) En caso de detectar agua contaminada se deben tomar acciones correctivas a fin de garantizar que el agua sea idónea para su uso en agricultura.

f) Se debe realizar el mantenimiento oportuno y continuo del sistema de riego de acuerdo al criterio técnico del fabricante.

g) Se recomienda realizar una planificación de la cantidad de agua requerida para la producción considerando factores como: especie estado fenológico factores climáticos tipo de suelo sistema de riego entre otros. A fin de precautelar la eficiencia en el uso del

recurso.

h) No se deben utilizar sin previo tratamiento aguas residuales para riego.

i) Se recomienda prestar especial atención a la calidad del agua en las siguientes situaciones:

- Riego con técnicas de distribución del agua que exponen directamente el agua a la parte comestible del alimento. Riego de hortalizas y/o verduras con características físicas tales como hojas y superficies rugosas que facilitan la acumulación del agua.

- Riego de hortalizas y/o verduras que recibirán poco o ningún tratamiento de lavado poscosecha antes del envasado.

j) Se debe llevar un registro del consumo de agua de riego. (ANEXO 14).

CAPÍTULO VIII DE LA FERTILIZACIÓN:

Artículo 15.- Fertilización

a) Se debe contar con un plan de cultivo y programa de fertilización que incluya: las dosificaciones de los nutrientes a utilizarse las fechas de aplicación en el cultivo y etapas fenológicas del cultivo. El programa de fertilización debe estar basado en los análisis de suelo y análisis foliares buscando obtener los mayores beneficios agronómicos y económicos posibles sin dañar el ambiente.

b) Se deben llevar registros de las aplicaciones de fertilización tanto

orgánicas como químicas incluyendo información sobre: la frecuencia de aplicación responsables fechas y cantidades. (ANEXO 8)

c) El programa de fertilización debe estar asesorado por el profesional técnico; este debe determinar: cantidades tipos y tiempos de aplicación de fertilizantes.

d) Los factores que deben considerarse en un programa de fertilización son: requerimiento nutricional del cultivo contenido nutricional del suelo y aporte nutricional del fertilizante químico u orgánico.

e) Se recomienda el uso de mecanismos de fertiirrigación.

f) Se debe emplear fertilizantes comerciales autorizados por la ANC; sean estos de formulación química u orgánica.

g) Los fertilizantes deben almacenarse de manera que se controle y reduzca al mínimo el riesgo de contaminación de fuentes de agua o su indebida utilización. Los lugares de almacenamiento deben ser: cubiertos limpios y secos separados de plaguicidas y de productos cosechados aislados del área de producción.

h) En caso de utilizar abonos orgánicos elaborados en la UPA se debe conocer el origen de las materias primas características especiales y procesos de elaboración.

i) La maquinara y equipos utilizados para la aplicación de fertilizantes deben ser mantenidos y calibrados de acuerdo a las

especificaciones técnicas del fabricante.

j) Siempre que las condiciones del suelo y del cultivo lo permitan se recomienda la utilización de abonos orgánicos y la disminución del uso de fertilizantes químicos.

k) Los abonos orgánicos de origen animal y vegetal así como los desechos orgánicos generados dentro y fuera de la UPA deben pasar por procesos de compostaje (elaboración de bocashi lombricultura o utilización de biodigestores) antes de ser incorporados al terreno. Todo proceso de elaboración de abonos orgánicos debe ser registrado. (ANEXO 15)

l) Los lugares destinados para los procesos de compostaje deben estar señalizados y distantes de las zonas de producción y de otras instalaciones de la UPA.

Artículo 16.- De las labores culturales

a) En caso de emplear especies de siembra directa se debe realizar el raleo de las plantas oportunamente para evitar la competencia por nutrientes agua y favorecer su adecuado desarrollo.

b) Se recomienda realizar el medio aporque y el aporque de las plantas oportunamente según se requiera para favorecer su desarrollo.

CAPÍTULO IX DEL CONTROL DE PLAGAS.

Artículo 17.- Manejo integrado de plagas (mip)

a) Se debe contar con un plan de Manejo Integrado de Plagas bajo el asesoramiento del profesional técnico.

b) Se recomienda aplicar métodos de control de plagas amigables con el ambiente priorizando prácticas como son: control cultural biológico físico entre otras.

c) Las prácticas de MIP deben demostrar técnicamente el control de plagas.

d) Los productos químicos para control fitosanitario deben ser utilizados en caso de ataques severos; y acatando las recomendaciones de uso para el cultivo y dosis establecidas en las etiquetas. Se debe realizar el monitoreo permanente de plagas en el cultivo que fundamente las aplicaciones de control químico en función del umbral económico.

e) De preferencia se recomienda utilizar productos químicos que pertenezcan a los grupos de plaguicidas de etiqueta azul y verde. (ANEXO 16)

f) Se recomienda identificar y eliminar plagas dentro del cultivo y sus alrededores.

g) En caso de ser necesario se recomienda realizar un sistema de drenaje para evitar que el agua estancada favorezca la propagación de plagas.

Artículo 18.- Uso correcto y manejo responsable de los plaguicidas y productos biológicos

a) Todos los productos utilizados para el control de plagas deben estar registrados y autorizados por la ANC.

b) No se deben utilizar plaguicidas prohibidos según la legislación ecuatoriana. (ANEXO 17)

c) En la aplicación de plaguicidas y productos biológicos se debe considerar la rotación de productos teniendo en cuenta el grupo químico e ingrediente activo para evitar la resistencia de las plagas.

d) Si las condiciones climáticas no son favorables (temperatura viento o lluvia) se debe suspender la aplicación de los plaguicidas.

e) Se deben adquirir los plaguicidas solamente en sus envases originales en lugares de venta autorizados con asesoramiento del profesional técnico y documentos de respaldo.

f) Se deben establecer todas las medidas de aplicación necesarias para disminuir los impactos ambientales (agua suelo y aire).

g) Las personas encargadas de la manipulación el transporte del plaguicida al campo la elaboración de la mezcla la aplicación la calibración la limpieza y custodia de los equipos; deben usar EPP completo (mascarilla gafas guantes traje y botas gorra o sombrero de protección botas plásticas entre otros).

h) Se prohíbe que las mujeres en período de gestación o lactancia los adolescentes y los niños manipulen plaguicidas.

i) Los envases vacíos de los plaguicidas deben ser recuperados de la

UPA sometidos a un proceso de triple lavado perforados almacenados temporalmente en un lugar exclusivo con buena ventilación; y posteriormente entregados a los centros de acopio primarios de los comercializadores distribuidores fabricantes o almacenes agrícolas de plaguicidas quienes a su vez entregarán a los gestores ambientales autorizados acorde a lo establecido por la AAC.

j) Se prohíbe quemar desechar como basura común o enterrar los envases vacíos de plaguicidas.

k) Se prohíbe la reutilización o comercialización de los envases vacíos de plaguicidas para contener alimentos bebidas aguas o producto alguno para uso y consumo humano animal y doméstico.

l) Se prohíbe la entrega de los envases vacíos de plaguicidas a gestores ambientales no autorizados por la AAC.

m) Se debe llevar un registro de la aplicación de plaguicidas en el cual conste: nombre del cultivo fecha y localización de la aplicación nombre del producto ingrediente activo el responsable de aplicación justificación técnica dosis aplicada maquinaria y equipos utilizados la plaga a controlar y los plazos de seguridad precosecha como se indica en el ANEXO 18.

n) Toda maquinaria o equipo de aplicación debe ser calibrado y mantenido periódicamente para garantizar la correcta aplicación del producto fitosanitario evitar sobredosificaciones pérdida de solución por goteos fitotoxicidades y contaminación a los

operadores. El mantenimiento y calibración de maquinaria y equipos deben ser registradas como lo sugiere el ANEXO 19.

CAPÍTULO X Cosecha poscosecha y transporte.

Artículo 21.- Cosecha

a) Se debe planificar las cosechas considerando los requerimientos del mercado.

b) El personal de cosecha debe usar la vestimenta mínima que ayude a garantizar la inocuidad del producto esto es: cubre cabellos o cofias delantales guantes botas de caucho entre otros.

c) La recolección del producto debe ser manual; en caso contrario las herramientas utilizadas deben ser específicas para esta labor en óptimo estado y desinfectadas con regularidad durante el proceso.

d) Las canastillas de recolección deben ser identificadas y exclusivas para este fin lavadas diariamente y desinfectadas con regularidad.

e) El punto de cosecha debe permitir soportar el transporte la manipulación y llegar al lugar destino con las características requeridas por el cliente.

f) Se debe registrar las cosechas tal como lo sugiere el ANEXO 23.

g) Se debe evitar el contacto directo con el suelo del producto cosechado; se recomienda colocarlo bajo sombra previo su traslado a la empacadora centro de acopio o distribución al consumidor fi al.

h) Antes de trasladar el producto cosechado se recomienda realizar una preclasificación en campo considerando eliminar producto con: picaduras deformaciones golpes heridas o lesiones causadas por plagas.

i) Los desechos de cosecha se deben manejar dentro del plan integral de residuos que debe poseer la UPA.

j) Todos los materiales equipos y herramientas necesarios para la cosecha deben cumplir con un programa de limpieza y desinfección; con el objetivo de eliminar residuos de cosechas anteriores y contaminantes.

k) El personal que realiza la cosecha debe conocer sobre los riesgos de contaminación y las medidas de desinfección. Se debe registrar la limpieza y desinfección de las herramientas tomando como referencia el ANEXO 24.

Artículo 22.- Poscosecha

a) El producto cosechado debe llevarse lo más pronto posible a la empacadora centro de acopio puntos de comercialización registrando la recepción del producto como lo sugiere el ANEXO 25.

b) Se debe realizar un proceso de selección de producto a fin de separar aquellos elementos que no reúnan los requisitos mínimos de calidad y tratarlos diferenciadamente.

c) Se deben conocer las características de calidad que requiere tanto

el mercado nacional como el mercado internacional; y además los protocolos de poscosecha que cada legislación internacional exija (Agrocalidad 2015).

Diseño de la huerta

El diseño de una huerta debe considerar la ubicación en función del sol el agua y el viento. Se recomienda planificar la distribución del espacio para incluir zonas de cultivo compostaje almacenamiento de herramientas semilleros y una zona libre para trabajar o descansar. Aproveche el espacio al máximo Una huerta bien planeada requiere poco mantenimiento y resulta más productiva que otra no diseñada previamente. Comience a planear su huerta mucho antes de que llegue el tiempo de plantar para estar listo para trabajar en ese momento. Si el suelo no se labró durante el otoño deberá labrarse a principios de la primavera. El suelo deberá fertilizarse previo a la siembra preferiblemente con abonos orgánicos (Graziano 2016).

Seleccione un lugar El rendimiento de una huerta depende en gran medida de la ubicación. Aunque no tenga demasiado margen para elegir una ubicación considere lo siguiente:

- **Buen suelo.** Un suelo suelto nivelado fértil y con buen drenaje evite los suelos arcillosos y muy arenosos salvo que pueda agregarles materia orgánica.

- **Luz solar.** La luz del sol es necesaria para producir hortalizas sanas de buena calidad.

- **Distancia de árboles y arbustos.** Los árboles y los arbustos

compiten con las hortalizas por la luz solar los nutrientes y la humedad.

- **Suministro de agua.** Tener una fuente de suministro de agua cerca de la huerta. El riego es muy importante cuando las plantas comienzan a crecer de semilla o cuando recién se trasplantan.

- **Cercanía a su casa.** Se recomienda que su huerta debería estar cerca de su casa para su comodidad y oportuna atención; especialmente durante la cosecha.

Aspectos a tener cuenta al diseñar su huerta:

- **Tamaño de la huerta.** El tamaño de su huerta dependerá del espacio disponible del tiempo que tenga para dedicarle y de la cantidad de hortalizas que necesite. No plante de más.

- **Tipos de hortalizas.** Elija las hortalizas que le gusten tanto a usted como a su familia. Asegúrese de que puedan cultivarse en su huerta teniendo en cuenta el espacio y la luz solar.

En una huerta con sombra destine el espacio que reciba más luz solar para las hortalizas que se cultivan para consumir su fruto o semilla: maíz tomate calabaza pepino berenjena y pimientos. Las plantas que se cultivan por sus hojas o raíces pueden cultivarse a la media sombra (remolacha repollo lechuga hierba mostaza acelga espinaca y nabo). Las hortalizas que ocupan mucho espacio durante mucho tiempo y rinden poco son el melón las calabazas y el maíz dulce. Si elige variedades

Otros aspectos a considerar.

Tamaño de la huerta el tamaño de su huerta dependerá del espacio disponible del tiempo que tenga para dedicarle. Tipos de hortalizas elegir las hortalizas que se consuman y comercialicen en la comuna. Asegúrese de que puedan cultivarse en su huerta teniendo en cuenta el espacio el clima local y la luz solar. Horas de luz es necesario tener como mínimo 4 a 5 hs de luz directa para hortalizas de hoja y 6 a 8 hs de luz directa para hortalizas de fruto. Reservar el espacio que reciba más luz solar para las hortalizas que se cultivan por su fruto o semilla (tomate calabaza pepino berenjena pimientos y arvejas). Las plantas que se cultivan por sus hojas o raíces pueden cultivarse con menos luz (repollo lechuga remolacha acelga espinaca y nabo) (Graziano 2016).

Diseño y Preparación de Canteros

Los canteros deben tener un ancho tal que permita superar el centro con el alcance de la mano. El largo será el que permita una circulación adecuada dando la vuelta por las cabeceras evitando pasar por arriba del cantero.

Se marcan y escuadran los canteros con estacas e hilo. Se puede utilizar como “plantilla” un trozo de polietileno negro de 80 micrones o más cortado exactamente a la medida del cantero. De esta manera no hace falta escuadrar y podemos mover la plantilla de plástico en el terreno para ver la mejor ubicación del cantero. Se pueden hacer varias plantillas para ver la disposición general. | | Conviene que la superficie sea de un valor fácil para los cálculos ya que habrá que considerar el suministro de abono y riego por metro cuadrado. También es importante para calcular la producción de acuerdo al espacio empleado.

La superficie de los canteros debe ser elevada unos 15cm. Esto asegura un buen drenaje y evita el encharcamiento. El suelo debe estar trabajado en profundidad unos 30cm (tierra descompactada y libre de piedras objetos extraños malezas y/o raíces).

Se debe cuidar de descompactar la tierra sin dar vuelta el terrón. Si el suelo es arenoso para armar los canteros se debe conseguir tierra negra que forme terrones o tierra de abonera. Si se usa abono de corral debe estar ya transformado.

En los pasos entre canteros se puede poner viruta o pasto seco.

La contención de los canteros se puede hacer con tablas de madera tratada con varias manos de aguarrás con pintura asfáltica al 50%. Mejor con ladrillos piedra o botellas de vidrio (Graziano 2016).

¿Cómo crecerá la huerta? Para ello es necesario ejecutar las siguientes acciones:

- Ubique las hortalizas que maduran más tarde pueden plantarse en el mismo lugar donde hubo otras.

- Ubique las hortalizas teniendo en cuenta la estación en la que se desarrollan.

- Separe las primeras plantas de las hortalizas de crecimiento rápido para que después de cosecharlas se pueda aprovechar ese espacio para sembrar otras plantas.

- Los cultivos perennes como el espárrago el ruibarbo y las bayas

deben plantarse al costado de la huerta ya que permanecerán en la misma ubicación todos los años.

- Para evitar darles sombra a otras plantas los cultivos más altos deben plantarse hacia el norte o el este de los cultivos más bajos.

Acciones técnicas a desarrollar en la conducción de la producción en la huerta Rotación de cultivos y Plantación consecutiva

Las labores y el manejo de una huerta incluyen la preparación del terreno (limpieza nivelación y abono) la siembra (en el momento adecuado y en sustrato adecuado) y el cuidado continuo de las plantas (riego deshierbe control de plagas y enfermedades fertilización y cosecha). Estas tareas que pueden variar según la temporada y el cultivo aseguran el desarrollo saludable de las plantas y la obtención de una buena cosecha.

- Los cultivos En las huertas pequeñas plantar hortalizas de altos rendimientos (vegetales de hoja tomate pimiento morrón y calabacines). Las hortalizas que ocupan mucho espacio durante mucho tiempo son el zapallo repollo y la papa. Las hortalizas que maduran más tarde pueden plantarse en el mismo lugar donde hubo otras de rápido crecimiento. Donde hubo lechuga espinaca rábanos cebolla y arvejas se pueden plantar ajo papa cebolla remolacha zanahoria repollo brócoli y coliflor. Las especies de semillas pequeñas generalmente se inician en almácigo para luego trasplantarlas. Otras de semillas grandes como arveja zapallo; se siembran directamente a la distancia recomendada en el calendario de siembra. Las plantas como el brócoli el repollo la coliflor los pimientos y el tomate dan mejores resultados cuando se hacen

almácigos y trasplantes. Es importante considerar también que cultivos toleran heladas y cuales son más sensibles para decidir las especies que cultivamos al aire libre y las que cultivamos en invernadero. El calendario de siembra de la zona es importante conocer.

Los cultivos perennes como el espárrago yel ruibarbo deben plantarse al costado de la huerta ya que permanecerán en la misma ubicación varios años. Para evitar que la sombra afecte a otras plantas los cultivos más altos deben plantarse hacia el sur o el oeste de los cultivos más bajos. Igual ubicación tendrán las cortinas cortavientos.

- Rotación de cultivos Debe dejar pasar al menos tres años antes de volver a cultivar la misma hortaliza u hortalizas relacionadas en el mismo sitio. La rotación de cultivos anual sirve para controlar las enfermedades que sobreviven en el suelo rompiendo de eta manera sus ciclos de establecimiento. Las asociaciones entre hortalizas y con plantas aromáticas deben ser tenidas en cuenta ya que se aprovechan mejor los nutrientes del suelo y se controlan mejor las plagas.

- Plantación consecutiva Se obtiene un suministro continuo de hortalizas. No plante de más en una sola vez. A principios de la primavera podrá plantar un poco de lechuga acelga (hortalizas de hojas) y un poco de rábanos (hortaliza de raíz). Podrá repetir esto la semana siguiente y otra vez más. Si hay espacio disponible se pueden hacer dos plantaciones de remolacha o beterraga brócoli repollo y zanahoria. La primera plantación debe hacerse a

principios de la primavera para cosechar en el verano y la segunda deberá hacerse en el verano para cosechar a inicios de la primavera.

Las hortalizas que maduran más tarde pueden plantarse en el mismo lugar donde hubo otras plantas que ya se cosecharon por ejemplo donde se cosecho lechuga espinaca rábanos cebolla se puede plantar remolacha o beterraga zanahoria col de repollo y espinaca y rábanos tardíos.

- Semillas y plantas Es recomendable que compre las semillas con anticipación. Las semillas a adquirir preferiblemente semillas certificadas si posee semillas que le hayan sobrado del año anterior ya probablemente no sean viables si no se almacenaron correctamente.

Las semillas de hortalizas pueden almacenarse excepto las de cebolla perejil y pastinaca. Deben guardarse en recipientes herméticos para evitar la humedad daños provocados por insectos y roedores. Deben almacenarse en lugares frescos tales como una habitación sin calefacción o en el refrigerador.

Algunas plantas como el brócoli col de repollo la coliflor los pimientos y el tomate dan mejores resultados cuando son trasplantadas en la huerta. Pueden cultivarse de semilla en casa o se pueden adquirir en un vivero. Es importante si adquirirá plantilla para su trasplante no comprar plantillas amarillentos ni demasiado desarrollados y alargados.

Cómo sembrar

Hacer un diseño en papel y registrar datos Dibuje su huerta en un papel

cuadriculado estableciendo una escala. Esto servirá de guía para ver cómo va a quedar la huerta al momento de plantar con todos sus componentes: canteros abonera camino cerco etc. También nos va a servir para el diseño del riego el control de la producción las asociaciones y rotaciones.

El croquis debe incluir:

La ubicación de cada cantero y los cultivos de cada uno. El espacio entre una hilera y otra y entre las plantas.

La superficie de los canteros.

La orientación respecto a los puntos cardinales.

Lugares de cultivo protegido abonera resguardo de herramientas cercos accesos. El acceso al agua y una distribución preliminar del riego.

El registro debe contener:

Las fechas de plantación.

Qué plantas se cultivarán luego de las que se cosechen primero. Planificación de las rotaciones y asociaciones.

Datos de producción por metro cuadrado.

Evaluación del abonado anual (cantidad de abono orgánico a aportar por m^2 y por año). Evaluación de las necesidades de agua en la temporada (según la zona y el tipo de suelo considerando los valores en litros por m^2 de cantero).

Evaluación de recursos para control de adversidades (plagas enfermedades etc.) (Graziano 2016).

- **Preparación del suelo.** La tierra de la huerta puede labrarse todo el año excepto cuando esté muy húmeda. Apriete entre sus manos un puñado de tierra si no está pegajosa y forma una pelota que se desarma fácilmente podrá labrar el suelo con tranquilidad.

El fertilizante puede aplicarse antes de la labranza teniendo en cuenta los resultados de los análisis de suelo de su terreno preferiblemente fertilizantes orgánicos actividad que deberá hacerse durante la preparación de suelo y deberá incorporarse al mismo. Antes de sembrar remueva la tierra con un rastrillo y evitar que las malezas broten antes que las hortalizas.

La labranza es una actividad frecuente en nuestros huertos consiste en la preparación de la tierra para la siembra. Sin embargo la labranza reducida invita a no perturbar tan seguidamente la estructura y los organismos del suelo. La labranza reducida puede contribuir significativamente a la calidad y fertilidad del suelo. Al evitar un aflojamiento intenso del suelo éste se conserva mejor y la descomposición del humus se ralentiza. Además, se evita la erosión y el agua del suelo se retiene por más tiempo.

- **Siembra.** La planificación de las especies hortícolas a sembrarse debe tomar en cuenta varias especies de hortalizas bajo un sistema rotativo que permita mantener el ciclo de producción y abastecimiento de hortalizas durante todo el año promoviendo un ambiente sano para el desarrollo de las plantas. Por lo que las

especies de hortalizas deben ser de ciclo corto y largo para asegurar la obtención distribuida de alimentos durante todo el año. La asociación de dos o más especies con diferente sistema de raíces permite un mejor aprovechamiento del suelo. Las asociaciones que se sugieren son las siguientes: Frijol-rábano Zanahoria-rábano Repollo- lechuga Tomate-lechuga repollo-rábano Pepino-lechuga Repollo-cebolla y Pepino-cebolla- rábano (FAO 2017).

Todo comienza cómo se siembra la huerta El éxito productivo de una huerta depende de tres factores.

- Las hortalizas deben sembrarse en el momento justo a la profundidad recomendada y la distancia correcta.

- El momento adecuado para la siembra depende de la resistencia de cada hortaliza y del clima de cada lugar (interacción genotipo-ambiente). Algunas hortalizas resisten heladas y otras rinden más en climas cálidos.

- Utilizar semillas libres de plagas y enfermedades. El desarrollo de algunas hortalizas es mejor cuando son trasplanta en lugar de cultivarlas directamente de semilla en la huerta. Las plantas trasplantadas son ejemplares jóvenes que se cultivan de semilla en interiores o que se compran en un semillero.

- Reparte las semillas a distancias regulares a lo largo del pequeño surco (siembra 'a chorrillo') o en grupos de 3 o 4 (siembra 'a golpes'). Las semillas pequeñas deben mezclarse con arena para

facilitar su distribución.

- Tápalas con una capa igual al doble de su diámetro aproximadamente con la parte superior de un rastrillo.

- La profundidad de siembra suele ser de 1 cm.; coles y guisantes a 2 cm. y judías a 4 o 5.

- En la mayoría de los casos las hortalizas germinan cuando la temperatura se eleva más allá de los + 7ºC así que no se siembra en suelos fríos.

- Las semillas no germinarán si la superficie del suelo forma una costra dura a consecuencia de una lluvia seguida de vientos secos. En esta situación riega para mantener la superficie blanda.

Conclusión: no sembrar demasiado profundo ni demasiado denso. Se recomienda utilizar semilla certificada aunque también es recomendable usar las semillas nativas también llamadas semillas criollas o locales aquellas que creciendo de forma natural o silvestre en los campos son aprovechadas por las personas y están libres de agrotóxicos o modificaciones genéticas. Estas semillas cuentan con características dadas por el entorno donde se desarrollan en forma natural soportan las condiciones climáticas generalmente resisten a plagas y enfermedades y cuentan con características nutritivas especiales. Las semillas representan la identidad de los pueblos; por lo tanto necesitamos incentivarlas mediante el intercambio con otras personas.

1) **Abonado orgánico.** El abonado del suelo es una de las prácticas más importantes en nuestro huerto y consiste en adicionar materia

orgánica en alto grado de descomposición para alimentar el suelo y mantener su fertilidad. Es importante que siempre abonemos el suelo con minerales naturales y productos orgánicos como composta lombricomposta o estiércol (de gallina vaca caballo burro etc.). En todo caso debemos evitar la fertilización con agrotóxicos porque estos "mejoran" el rendimiento de nuestras plantas

2) **Acolchado del suelo.** El acolchado del suelo en la horticultura se define como la agregación de una capa de origen vegetal a la superficie de las camas de cultivo o macetas. Esta cobertura se puede conformar con paja u hojarasca pero también con musgo o estiércol. Algunos beneficios derivados del acolchado: se previene el crecimiento de malezas se conserva la humedad en el suelo se refresca la superficie del suelo al estabilizarse su temperatura se reduce el levantamiento de raíces se fertiliza el suelo al descomponerse la hojarasca y se reduce la erosión del suelo en pendientes.

3) **Uso de barreras y cercas vivas.** Las barreras vivas son especies de plantas que se establecen entre los cultivos en forma perpendicular en caso de haber pendientes en el terreno ubicándose en curvas de nivel o en hileras. Por su parte las cercas vivas es una práctica similar que consiste en delimitar nuestro huerto con especies de plantas frutales florales aromáticas y/o medicinales. Estas dos prácticas reducen la velocidad de escorrentía disminuyen la degradación del suelo protege el huerto de fuertes vientos y tormentas al mismo tiene que atraer a

polinizadores y se repelen algunas plagas y enfermedades.

4) **Manejo integral del agua de riego.** Es importante que utilicemos el agua de forma racional y con responsabilidad en nuestro huerto. El agua es un líquido fundamental para la supervivencia de nuestras plantas por eso es necesario hacer un excelente riego bien de mañana (entre las 6 y las 8 am) o en la tarde (entre las 5 y las 7 pm). Regar cuando haya mucho sol no sólo será un desperdicio porque el agua se evaporará más rápido sino que estresará a las plantas y es muy probable que se enfermen. También debemos captar agua de lluvia y almacenarla para que aun cuando haya época de sequía podamos contar con agua.

En lugares lluviosos se debe regar la huerta sólo cuando el tiempo está seco. Si se riega demasiado el exceso de agua hace que los nutrientes del suelo se vayan al fondo se pierdan por lixiviación y queden fuera del alcance de las raíces. Además un exceso de agua facilita el desarrollo de enfermedades. Si se riega muy poco las raíces crecen solo en la superficie y no pueden aprovechar bien los nutrientes del suelo. Las plantas quedan pequeñas y darán poco rendimiento.

- **Control de plagas y enfermedades** La mejor forma de prevenir las plagas y enfermedades en el huerto es diseñando agroecosistemas diversos funcionales y resilientes. Sin embargo debemos saber que las plagas y enfermedades van a surgir en cualquier momento porque son parte del agrosistema del huerto. Es importante aprender a explorar y observar diariamente nuestras plantas y identificar anticipadamente cualquier problema y

corregirlo a tiempo. También es fundamental aprender a conocer todos los insectos del huerto: benéficos perjudiciales y neutros porque no todos son plagas.

Es necesario conocer el ciclo de vida y los hábitos alimenticios de todos los insectos que puedan estar presentes en el huerto porque algunos durante una etapa de su desarrollo pueden ser herbívoros y consumir partes de las hortalizas y durante otra etapa ser aliados polinizando las plantas. En todo caso debemos evitar el uso de agrotóxicos para el control de las plagas y enfermedades porque causan enormes daños al huerto y su entorno. Existen formas ecológicas para prevenir y tratarlas. Por ejemplo control biológico con los depredadores naturales de las plagas; control mecánico con la poda selectiva de partes afectadas; y control cultural con el uso de biopreparados naturales a base de minerales y plantas. Existen bioinsecticidas o biorepelentes (a base de plantas aromáticas) biofungicidas (preparado de cola de caballo purín de manzanilla etc.) biofertilizantes (compost humus de lombriz bocashi y purín) y bioestimulantes (enraizante) (García *et al.* 2020).

- **Control de malezas** El control de malezas en una huerta se puede hacer a través de métodos manuales (arrancar o cortar) mecánicos (azadón) y preventivos (acolchado rotación de cultivos uso de cubierta vegetal). El acolchado es muy eficaz ya que bloquea la luz solar necesaria para que crezcan las malezas y puede hacerse con paja hojas o plástico. La eliminación manual debe ser frecuente para evitar que las malezas desarrollen semillas y la rotación de cultivos ayuda a prevenir su acumulación. El primer paso para desarrollar un programa de manejo de malezas es

identificar las que infestan el huerto o el terreno de siembra. Familiarizarse con los hábitos de crecimiento y reproducción de cada maleza le ayudará a elegir las opciones de manejo más efectivas.

Pasos involucrados en el deshierbe.

1) Inspección de campo: identificar infestación de malezas y niveles de formación de costras en el suelo.

2) Selección de la herramienta de escardado adecuada: según el tipo de cultivo y la condición del suelo (azada manual azada tirada por animales o azada montada en tractor).

3) Operación de escarda:

4) Escardado manual: Escardado manual con pala.

5) Escardado mecánico: uso de cultivadores a motor o azadas montadas en tractores.

6) Control de profundidad: Mantenga una profundidad de 3 a 5 cm para evitar dañar las raíces del cultivo.

7) Cobertura uniforme: asegúrese de que el suelo se afloje de manera uniforme en todo el campo.

8) Acolchado (si es necesario): en cultivos de secano después de la escardadura se puede aplicar acolchado para conservar la humedad (AgriScan 2025).

Las malas hierbas compiten con tus hortalizas por el agua el espacio y los nutrientes. Además pueden convertirse en un foco de plagas y enfermedades; no hay nada peor que una plaga de malas hierbas que arruine tu huerto cuidado con tanto esmero. Podemos implementar varios métodos de control entre los que tenemos:

- **Barreras físicas contra las malas hierbas** Para ciertas hortalizas usar una cubierta de plástico en el suelo. Los tomates pepinos y pimientos se pueden cultivar de esta manera. El plástico retiene el calor del suelo e impide el crecimiento de hortalizas que no prosperan en suelos más cálidos. Consiste en colocar la malla de plástico negro sobre el suelo antes de sembrar y haga agujeros donde crecerán las plantas. Sé debe estar atento a las malas hierbas que sigan creciendo bajo la malla y asegurarse de desecharla una vez finalizada la temporada de cultivo. El plástico no se descompone.

- **Acolchado** Extiende una capa gruesa de mantillo orgánico entre las hileras de hortalizas. Cuatro hojas de periódico suelen funcionar bien pero el viento puede dispersarlo rápidamente. Virutas de madera corteza paja o agujas de pino también sirven. Sea cual sea el mantillo que elijas aplícalo con regularidad. Las hortalizas se beneficiarán de un suelo fresco y húmedo y el mantillo impedirá el paso de la luz a las malas hierbas. Mantén una capa de mantillo de 5 a 75 cm de profundidad y reponla según sea necesario. Las capas más gruesas pueden dejar pasar la luz. El cartón y la tela biodegradable también funcionan bien.

Pasos en el acolchado

Paso 1: Preparación del terreno.

- Asegúrese de que el suelo esté bien preparado y libre de malezas antes de aplicar el mantillo.
- Riegue el campo antes de aplicar el mantillo especialmente en zonas secas.

Paso 2: Selección del material de acolchado.

- Elija el mantillo según el tipo de cultivo el clima y la disponibilidad.
- Los mantillos orgánicos (paja hojas compost) se utilizan para retener la humedad y mejorar la salud del suelo.
- Los mantillos plásticos (de película negra plateada o biodegradable) son los preferidos para el control de malezas y la regulación de la temperatura.

Paso 3: Aplicación de mantillo.

- Distribuya el mantillo uniformemente alrededor de la base de las plantas.
- Para mantillos orgánicos asegúrese de tener un espesor de 2 a 5 cm para evitar el crecimiento de malezas.
- En el acolchado plástico haga agujeros para que emerjan las plántulas.

Paso 4: Mantenimiento del mantillo.

- Revise periódicamente el mantillo para detectar infestaciones de plagas y degradación.
- En el caso de mantillos orgánicos reponer el material a medida que se descompone.
- Ajuste el mantillo antes de regar o aplicar fertilizantes para garantizar su eficacia (AgriScan 2025).

La tabla 70 muestra los tipos de materiales de acolchado.

Tabla 70. Tipos de materiales de acolchado.

Tipo	Ejemplos	Beneficios clave
Mantillos orgánicos	Paja hierba hojas aserrín fibra de coco estiércol de granja	**Mejora la fertilidad del suelo conserva la humedad.**
Mantillos de plástico	Polietileno negro plata/negro plástico biodegradable	**Controla las malezas retiene el calor y reduce la evaporación.**
Mantillos inorgánicos	Grava piedras arena	**Previene la erosión del suelo mejora la aireación.**
Mantillos vivos	**Cultivos de cobertura como legumbres y trébol.**	**Mejora la salud del suelo fija el nitrógeno.**

- **Uso de cultivos de cobertura** Los cultivos de cobertura también

proporcionarán nutrientes valiosos para el huerto del próximo año. Cualquier suelo descubierto será rápidamente colonizado por malas hierbas y semillas listas para germinar cuando las condiciones lo permitan.

- **Reducción del espaciado entre plantas** Plantar las hortalizas más juntas sofocará las malas hierbas. En algunos casos puedes reducir el espacio recomendado entre plantas en un 25 %. Esto puede hacer que las hortalizas sean un poco más pequeñas pero no lo hagas con hortalizas propensas a enfermedades foliares ya que se propagarán con mayor facilidad.

- **Control mecánico** Si las malas hierbas tienen espigas quítelas con cuidado a mano. No use azadón pues acabará plantándolas con ella. Para las malas hierbas que aún no han semillado puedes arrancarlas a mano o con azadón. A la vez que eliminamos las malezas vamos aporcando el cultivo. El aporque es arrimar tierra sobre la base de la planta. En la mayoría de las hortalizas se realiza esta labor una sola vez cuando las plantas están crecidas y bien firmes utilizando un azadón. Las ventajas de realizar un aporque son: Apoya el control de malezas Mejora la aireación del suelo Mejora la conservación de la humedad Ayuda a sostener la planta contra el viento y su propio peso. Disminuye el ataque de enfermedades.

- **Control químico uso de herbicidas** Aplicar un herbicida glifosato en aerosol de 2 a 3 semanas antes de la siembra eliminará todas las malas hierbas presentes. Se descompone en el suelo y las

> mata desde la raíz. Se debe leer siempre la etiqueta del envase cuando utilice herbicidas cerca de plantas comestibles. Use herbicidas solo como último recurso en huertos. Más vale prevenir que curar (GOODGROW s. f.).

Las malas hierbas pueden arruinar rápidamente los huertos. Es importante eliminarlas cuanto antes. Se convierten en un refugio para plagas y enfermedades y compiten con las hortalizas por nutrientes agua y espacio. Las malezas a más de ser hospederas de insectos plagan y enfermedades generan condiciones favorables para el desarrollo de las mismas además compiten por luz agua nutrientes y espacio con la planta de aguacate afectando su producción. Debido al fenómeno de latencia muchas semillas de malezas permanecen en el suelo por períodos prolongados de tiempo y germinan cuando las condiciones son favorables; por ejemplo cuando se elimina la cubierta vegetal con la preparación del suelo. Las malezas poseen un conjunto de características que hacen difícil su control; algunas desarrollan un sistema radicular muy extensivo que les permiten extraer humedad de las capas más profundas del suelo. Otras poseen órganos de reserva especializados de diversa constitución que les permite una alta capacidad de regeneración y resistencia a la destrucción repetida de sus partes aéreas lo que no ocurre con muchos cultivos.

Importancia de la eliminación de malezas Las malas hierbas reducen la disponibilidad de nutrientes agua luz solar y espacio al competir con el cultivo y con apreciable ventaja dada su alta densidad y desarrollo más agresivo. Además, las semillas de las malezas germinan más rápido y son hospederas de insectos plaga y patógenos especialmente de

aquellas malezas que son afines a cultivos como maíz y sorgo. Dificultan la cosecha reduciendo su eficiencia e interfiriendo en el proceso de separación de las ramas de la planta. Bajan la calidad de los frutos cosechados sobre todo cuando las malezas son del mismo tamaño que el cultivo como las enredaderas. Dificultan la erradicación de insectos y enfermedades así como otras prácticas culturales lo que aumenta los costos de producción. Reducen el rendimiento y por ende la rentabilidad del producto (INIAP s f).

- **A** porque es arrimar tierra sobre la base de la planta. En la mayoría de las hortalizas se realiza esta labor una sola vez cuando las plantas están crecidas y bien firmes utilizando un azadón o arado cultivador.

Las ventajas de realizar un aporque son:

- Contribuye al control de malezas.
- Mejora la aireación del suelo.
- Mejora la conservación de la humedad.
- Ayuda a sostener la planta contra el viento y su propio peso.
- Disminuye el ataque de enfermedades eliminación de plantas hospederas (FAO 2017).

Fertilización. La producción de hortalizas es una actividad agrícola de gran relevancia en Ecuador ya que contribuye significativamente a la seguridad alimentaria el sustento de familias campesinas y el desarrollo rural. Sin embargo la fertilización de estos cultivos es un factor crítico

que influye en el rendimiento la calidad nutricional de los productos y en el equilibrio ambiental de las zonas de producción. En Ecuador se ha evidenciado la coexistencia de métodos orgánicos y convencionales en la fertilización de hortalizas cada uno con sus ventajas desafíos y repercusiones ambientales y económicas.

La fertilización de hortalizas es una práctica agronómica esencial que influye directamente en la productividad calidad nutricional y rentabilidad de los cultivos. Debido a la alta extracción de nutrientes y a la diversidad fisiológica de las especies hortícolas la planificación de un programa de fertilización adecuado debe considerar las necesidades específicas de cada grupo de hortalizas el tipo de suelo condiciones climáticas y prácticas culturales.

Siempre al planificar la fertilización de nuestra huerta debemos previamente realizar el análisis químico del área que ocupa la misma además planificar los tipos de hortalizas a sembrar y conocer la extracción de nutrientes del suelo que extraen así como sus demandas nutricionales y poder realizar la determinación de la cantidad de nutrimentos fertilizantes que necesitamos aplicar.

Las siguientes sugerencias pueden ayudar a mejorar la eficiencia de los fertilizantes: La uniformidad en la distribución de los fertilizantes y del agua de riego aumenta la eficiencia del uso de los fertilizantes y del agua. Cuando se aplican abonos o enmiendas orgánicas conviene incorporarlos al suelo poco después de su aplicación para así disminuir las pérdidas de nitrógeno por volatilización o por escorrentía. Un buen manejo del riego reduce las pérdidas de agua por percolación profunda y por tanto reduce

las pérdidas de nitrato por lixiviación. Si se producen lluvias importantes que hayan podido producir lixiviaciones o lavados importantes del nitrato puede ser necesario realizar algún abonado nitrogenado adicional para compensar estas pérdidas. En el caso del riego por surcos o inundación el fraccionamiento de las aplicaciones de los fertilizantes tiene que ser mayor en el caso de suelos más arenosos pedregosos o poco profundos (Ramos & Pomares 2018)

Las necesidades de nutrientes varían según el cultivo y la producción. Conviene distinguir entre las necesidades de abonado y la extracción de nutrientes sobre todo en el caso del nitrógeno ya que las necesidades de abonado pueden ser superiores o inferiores a la extracción de nutrientes dependiendo del contenido de estos en el suelo antes del abonado y de las pérdidas que pueda haber por lixiviación inmovilización volatilización etc.

Al hablar de extracciones conviene distinguir si nos referimos a la absorción de nutrientes del suelo por la planta o bien a la cantidad de nutrientes que salen del campo con la cosecha (descontando de lo absorbido por la planta lo que queda en el campo con los residuos de cosecha). En las tablas 4 5 y 6 se presentan los rangos de producción y extracción de nutrientes de los principales cultivos hortícolas en cultivo al aire libre. Los datos de extracción de nutrientes que aparecen corresponden al contenido en la planta (excluyendo las raíces) para la producción comercial especificada. Para producciones diferentes la extracción se puede aproximar suponiendo que es proporcional a la producción comercial.

La extracción de nutrientes del suelo se calcula restando de la absorción de nutrientes por la planta el contenido de los mismos en los residuos de cosecha que quedan en el campo. La absorción de nutrientes a lo largo del ciclo de cultivo sigue una pauta similar a la del crecimiento es decir hay una fase inicial lenta seguida de una fase de absorción rápida en la que se produce la mayor acumulación de materia seca y de nutrientes en la planta.

Extracción del suelo de los principales nutrientes para los cultivos hortícolas más importantes y contenido aproximado de los mismos en los residuos de cosecha para las producciones señaladas

Tabla 71. Absorción de N.

Cultivo	**Producción comercial (t/ha)**	**Absorción de N**		**N en residuos de cosecha (3) (kg/ha)**
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	11-15	190-260	**80-150(4)**
Apio	70	28-41	200-290	**60-90**
Berenjena	60	35-52	210-310	**100-160**
Brócoli	17	12-18	200-310	**150-230**

Calabacín	25	3-4	75-100	**20-30**
Cebolla	65	21-25	140-160	**20-40**
Col	50	38-42	150-200	**90-120**
Col china	65	27-35	180-230	**80-110**
Coliflor	30	75-85	220-250	**120-150**
Espinaca	25	45-52	110-130	**20-50**
Guisantes	4	25-30	100-120	**60-80**
Judías verdes	14	8-12	110-170	**30-60**
Lechuga	35	22-27	80-100	**15-30**
Melón	35	32-4	110-140	**30-40**
Pepino	30	28-35	80-110	**20-30**
Pimiento	60	3-45	180-270	**110-160**
Puerro	30	33-5	100-150	**10-30**
Rábano	25	23-32	60-80	**5-10**
Sandía	50	22-26	110-130	**30-40**

Tomate	60	25-35	150-210	**45-60**
Zanahoria	**65**	**24-3**	**160-200**	**60-110**

Tabla 72. Absorción de P_2O_5.

Cultivo		**Absorción de P_2O_5**		
	Producción comercial t/ha	por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	**P_2O_5 en residuos de cosecha (3) (kg/ha)**
Alcachofa	17	35-53	60-90	**40-80**
Apio	70	14-19	100-130	**25-40**
Berenjena	60	15-2	90-120	**30-50**
Brócoli	17	47-59	80-100	**50-70**
Calabacín	25	13-16	30-40	**5-15**
Cebolla	65	09-15	60-100	**3-6**
Col	50	13-15	65-75	**20-30**
Col china	65	11-14	70-90	**25-40**
Coliflor	30	23-3	70-90	**40-60**

Espinaca	25	15-18	38-45	**8-15**
Guisantes	4	10-15	40-60	**15-25**
Judías verdes	14	29-43	40-60	**25-35**
Lechuga	35	08-14	30-50	**5-8**
Melón	35	14-26	50-60	**15-20**
Pepino	30	12-15	35-45	**10-20**
Pimiento	60	12-17	70-100	**35-60**
Puerro	30	15-2	45-60	**5-10**
Rábano	25	12-16	30-40	**3-5**
Sandía	50	1-13	50-60	**10-20**
Tomate	60	11-15	60-90	**20-55**
Zanahoria	**65**	**11-13**	**70-85**	**20-40**

Tabla 73. Absorción de K_2O.

Cultivo	Producción comercial (t/ha)	Absorción de K_2O		K_2O en residuos de cosecha (3) (kg/ha)
		por produc. comerc. (kg/t)	por superficie (kg/ha)	
Alcachofa	17	22-24	370-420	**150-300**
Apio	70	55-85	380-600	**130-170**
Berenjena	60	54-67	320-400	**180-220**
Brócoli	17	22-27	370-450	**250-290**
Calabacín	25	45-64	110-160	**20-40**
Cebolla	65	3-38	200-250	**5-15**
Col	50	58-64	290-320	**110-130**
Col china	65	35-56	230-360	**150-180**
Coliflor	30	10-12	300-360	**160-180**
Espinaca	25	72-88	180-220	**50-60**
Guisantes	4	22-35	90-140	**80-100**
Judías	14	12-16	170-220	**60-80**

verdes				
Lechuga	35	46-6	160-210	**25-35**
Melón	35	71-94	250-330	**80-100**
Pepino	30	3-4	90-120	**30-50**
Pimiento	60	55-6	330-360	**180-220**
Puerro	30	44-67	130-200	**10-30**
Rábano	25	36-45	90-110	**10-20**
Sandía	50	28-37	140-190	**30-50**
Tomate	60	5-55	300-330	**80-120**
Zanahoria	**65**	**46-7**	**300-450**	**140-170**

1) En la extracción de nutrientes en general no se ha incluido el contenido de nutrientes en las raíces.

2) La extracción de nutrientes del campo se calcula restando de la absorción el contenido de nutrientes en los residuos de cosecha.

3) Estos valores son orientativos y pueden variar en función de la cantidad de residuos que queden en el campo.

4) El N de los residuos se volatiliza en su mayor parte si éstos se queman.

Las necesidades aproximadas de N P_2O_5 y K_2O de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos se aprecian en la tabla 74.

Tabla 74. Necesidades aproximadas de N P_2O_5 y K_2O de diferentes cultivos hortícolas para los niveles de producción indicados con riego por surcos (¹).

Cultivo	Producción (t/ha)	Necesidades de N (kg/ha)	Necesidades de P_2O_5 (kg/ha)	Necesidades de K_2O (kg/ha)
Al aire libre				
Alcachofa	15-20	250-290	60-90	**300-380**
Apio	60-80	280-320	100-130	**380-600**
Berenjena	50-70	290-330	90-120	**320-400**
Brócoli	15-20	280-320	80-100	**370-450**
Calabacín	25-35	100-120	30-40	**110-160**
Cebolla	60-70	170-190	60-100	**200-250**
Col	35-45	230-250	65-75	**290-320**
Col china	60-70	220-260	70-90	**230-360**
Coliflor	25-35	260-300	70-90	**300-360**
Espinaca	25-30	140-160	40-50	**180-220**

Guisante	3-5	80-130	40-60	**90-140**
Judía verde	12-16	80-120	40-60	**130-160**
Lechuga	30-40	120-140	30-50	**180-230**
Melón	30-40	140-160	50-60	**250-330**
Pepino	25-35	100-120	40-50	**120-160**
Pimiento	50-60	220-280	80-100	**300-340**
Puerro	35-45	150-190	45-60	**130-200**
Rábano	25-30	80-100	30-40	**90-110**
Sandía	55-65	140-170	60-70	**180-220**
Tomate	55-65	200-240	65-90	**300-330**
Zanahoria	60-70	170-210	70-85	**300-450**
En invernadero (²)				
Berenjena	65-75	370-390	120-150	**400-480**
Calabacín	50-60	200-250	60-80	**220-300**
Judía verde	13-17	90-130	50-70	**140-160**

Melón	50-65	220-260	80-100	**370-400**
Pepino	75-85	220-280	130-150	**260-320**
Pimiento	55-65	270-290	90-120	**350-400**
Sandía	55-65	140-170	60-70	**180-220**
Tomate	**100-120**	**380-410**	**160-180**	**600-700**

a) En el texto se explica cómo utilizar estos datos para determinar las necesidades de abonado específicas de un cultivo. En el caso del riego localizado los valores indicados para el N deben reducirse un 15% si se considera la misma producción.

b) Con riego localizado (elaborado a partir de Reche (2008) Cabello y Cabrera (2003) y datos facilitados por M.L. Segura (IFAPA Almería).

Las ideas básicas para el cálculo de las dosis de abonado para los tres nutrientes principales: nitrógeno fósforo y potasio las encuentran a través del siguiente enlace: https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/01/29/fertilizacion-y-necesidades-de-nutrientes- de-los-cultivos-horticolas/

- **Podas.** Consiste en eliminar partes de la planta como hojas tallos o chupones para mejorar la sanidad la ventilación el crecimiento y la producción de frutos. Se realiza eliminando el exceso de follaje los brotes axilares no deseados (chupones) y las partes

enfermas o dañadas. Existen diferentes tipos de poda según el objetivo como la de formación para dar estructura la de limpieza para eliminar partes muertas y la de mantenimiento. Existen 4 razones para realizar esta actividad de manejo:

1) Para controlar el tamaño de tu planta una planta que crece demasiado ocupará más espacio del que le corresponde en el jardín y desplazará a otras plantas.

2) Ayuda a guiar a las plantas que se desea que trepen por un enrejado. En el caso de plantas como los pepinos que se desee guiar para que crezcan por un enrejado se debe podar para facilitar su ascenso.

3) Mejora la luz y el flujo de aire alrededor de la planta y por lo tanto reduce la amenaza de plagas y enfermedades.

4) Mejora la calidad y el tamaño de la cosecha. Al cortar el crecimiento inútil la energía de la planta puede destinarse a producir la mejor fruta (Hull 2024).

Cómo podar hortalizas trepadoras. Las plantas trepadoras son aquellas que producen su fruto a partir de una enredadera principal; los melones los pepinos las calabazas y los zapallos. Para estas plantas se necesita un solo estolón. Este estolón producirá nudos que son intersecciones donde crecerán un zarcillo un fruto una hoja y un punto de crecimiento. Al podar conviene conservar el zarcillo delgado y rizado el fruto que emerge de la flor y la hoja verde grande. Se debe cortar el punto de crecimiento que es un crecimiento pequeño que no

producirá fruto.

En el cultivo del melón según Hernández (s. f.) el principio básico en este cultivo es que ni el tallo principal ni el secundario producen frutos de calidad las flores hembras que producen frutos comerciales son los terciarios que salen de las ramas secundarias por ello cuando la planta está pequeña de cuatro a seis hojas se podan los cogollos o ápices de tal forma de forzar la brotación de las ramas secundarias otra poda que se hace en cultivo a campo abierto es cortar los brotes que se salen de la cama de cultivo con la idea que no los deteriore el tractor en su paso por la parcela y cuando se riega por surcos para que no toquen el agua y sean fuente de desarrollo de enfermedades. Esta poda se puede hacer con cuchillas especiales haladas por el tractor o con machete en parcelas más pequeñas.

Cómo podar hortalizas de fruto. las plantas de tomate alcancen entre 45 y 60 cm de altura y vea flores amarillas. Comience cortando todo el crecimiento a menos de 30 cm del suelo. Haga esto para favorecer la circulación de la luz y el aire reduciendo así el riesgo de la temida plaga del tomate. Debes cortar los chupones que crecen en la unión del tallo principal y las hojas. Piensa en los chupones como un brazo adicional que crece en la axila de la planta (Hull 2024). El caso más importante es la eliminación de todas las ramificaciones en el caso del tomate de crecimiento indeterminado conducido a un solo eje esto persigue obtener frutos de mayor calibre a lo largo de todo el ciclo de cultivo. Otra poda se llama capado y consiste en eliminar el ápice de la planta cuando se

desea interrumpir el crecimiento del tomate de crecimiento indeterminado todo esto con la idea de finalizar el cultivo y proceder a hacer una nueva siembra se acostumbra hacer el capado cuando existan cierta cantidad de pisos y se estima que la merma del rendimiento hace poco rentable continuar con el cultivo. Después de la poda el cultivo tiende a durar seis semanas antes de acabarse los frutos que quedan sobre la planta (Hernández s. f.).

En el pimiento persigue los mismos principios que en el cultivo del tomate la eliminación de hojas viejas y ramas por debajo de la Y del tallo principal a los 30 días de cultivo persigue distanciar el follaje del piso y reducir la incidencia de enfermedades foliares no se debe hacer esta poda sobre brotes gruesos para evitar contagiar la planta de enfermedades bacterianas tan común en los tallos. El fruto que está en esa Y del tallo principal también debe ser podado en fase de flor normalmente dicho fruto crece mucho y la planta pierde vigor produciendo la caída de flores en los pisos siguientes El fruto ubicado en la primera Y del tallo crece tanto que toca el suelo y se pudre por enfermedades fungosas o bacterianas. La poda de frutos o raleo es una labor importante para evitar los frutos pequeños o golilla de poco valor en el mercado después de la cosecha de los primeros frutos la planta empieza a crecer de forma acelerada y a cuajar una excesiva cantidad de frutos podar estos frutos ayuda a evitar la reducción del calibre sólo con aumentar la fertilización potásica no es suficiente para compensar la nutrición y mantener el calibre del fruto (Hernández s. f.).

Consideraciones importantes.

- **Momento de la poda:** Es crucial realizar la poda en el momento adecuado para no estresar la planta y evitar la transmisión de enfermedades.

- **Herramientas:** Se recomienda usar herramientas de corte limpias y afiladas para evitar desgarros y la entrada de patógenos.

- **Cortes limpios:** Al hacer un corte es importante dejar espacio para que la herida cicatrice sin afectar la rama principal.

- **Cuándo no podar:** En climas fríos es mejor no podar en invierno ya que las heridas pueden tardar en cicatrizar hasta la primavera y abrir la puerta a infecciones (NUTALIA 2024).

1) Colocación de guías un tutor es una guía para que la planta crezca siguiendo su trayectoria. El uso de tutores facilita la cosecha y evita que los frutos estén en contacto con el suelo y se dañen. La colocación de tutores debe aplicarse en cultivos de mayor porte como tomate o chile y en cultivos trepadores; por ejemplo Pepino y debe realizarse antes del trasplante. Se recomienda una altura de 1.50 m de las varas y una separación entre estas en la hilera de 1 m. El material que más se utiliza es el hilo de rafia pero también pueden usarse varas. A cada planta corresponde un tutor; que debe amarrarse a la base de la planta enrollarse a lo largo de ésta y en el otro extremo atarse a una estructura de sostén (Cruz *et al.* 2022).

2) **Cosecha.** La cosecha consiste en arrancar las hortalizas maduras con la ayuda de un cuchillo o jalando con las manos las frutas raíces o frutas. Para llevar a cabo la cosecha se debe tomar en

cuenta el tiempo y la época de siembra casi todas las especies tienen un ciclo de 35 a 4 meses después de sembrado para ser cosechado. Solamente el rabanito se cosecha a los 25 días después de sembrado. En la acelga se puede cortar las hojas bien desarrolladas y vuelve a rebrotar al igual que el cilantro y perejil. Después de cosechar se debe guardar el producto inmediatamente en un lugar fresco en canastas o venderlo inmediatamente.

Para almacenar las hortalizas se recomienda:

- Eliminar las hortalizas que están blandas y dañadas enfermas o atacadas por insectos.
- A las hortalizas como zanahoria beterraga y rabanito se les debe cortar las hojas dejando sólo 1 cm de ellas.
- Se pueda almacenar en cualquier habitación que no sea muy fresca ni muy calurosa pero si a la sombra.
- Algunos productos como los tomates y melones se puede cosechar inmaduras y conservarse hasta que maduren.
- Otras como cebollas y ajos se deben cosechar bien secas (FAO 2017).

Acciones de manejo por tipos de hortalizas (Atenciones culturales).
I- Hortalizas de frutos:

a) **Cultivo del tomate.** Deben programarse varias actividades las cuales complementan los objetivos de lograr una óptima

densidad de siembra y un mayor rendimiento por área; y entre ellas están: retrasplante raleo o entresaque. colocación de los tutores o balizas deshije cultivo y aporque.

Retrasplante. Cuando se establece una plantación por el método de trasplante es preciso contar con una reserva de posturas que garanticen la sustitución de aquellas plantas que hayan muerto en el área de cultivo Esta actividad debe enmarcarse en un periodo corto de tiempo; el más apropiado es a los 5-7 días de realizado el trasplante para que no haya mucha diferencia de desarrollo entre las plantas del área. Cuando se utiliza la siembra se busca que la semilla sea de buena calidad y. por lo general no es frecuente que se realicen resiembras pero en caso de existir alguna despoblación se emplearían las propias plantas sobrantes de otras partes del área haciendo un trasplante en este caso.

Raleo o entresaque en las siembras directas es preciso realizar los entresaques para dejar en el área la población inicialmente recomendada como óptimo realizar el primer entresaque a los 12- 15 días y el segundo a los 25-30 días después de la germinación de la semilla; esta última postura puede ser utilizada para resembrar el mismo campo u otro.

Tutorado o balizado**.** Cuando se emplea el balizado es preciso establecer cómo se va a tutorar la plantación; el más utilizado es el método de tutor individual el cual consiste en. colocar una vara lo más recta posible de alrededor de 1.50-1.70 cm de alto a unos 6-8 cm de la planta siendo el momento más adecuado para ello a los 20-25 días del trasplante. La planta se ata al tutor regularmente cada 25 cm. Se debe evitar que los racimos se compriman al tutor. Se utilizan otras formas de tutorado En

algunos países utilizan este mismo sistema con la variante del empleo de alambres a ambos lados de la baliza gruesa para orientar el crecimiento de las plantas por entre ellos y evitar el amarre de la planta pero generalmente en este caso tampoco se deshija.

Deshije. El objetivo del deshije es mejorar la correlación entre el sistema foliar y los órganos

reproductivos se propicia con ello que una mayor parte de los nutrientes que toma la planta se dedique al desarrollo de los frutos. El deshije se debe realizar de forma periódica antes de que los hijos sobrepasen los 5 cm de altura. Un deshije tardío puede traer como consecuencia que las heridas dejadas en la planta sean de mayor tamaño lo que constituye una puerta de entrada fácil de plagas y enfermedades unido a que el equilibrio fisiológico de la planta experimenta un trastorno brusco.

Cultivo y aporque. Las plantaciones de tomate se deben mantener libres de plantas indeseables durante todo el ciclo del cultivo. Con este objetivo se recomienda el empleo de herbicidas que se incorporen al suelo 5-10 días antes de la siembra. Igualmente se han obtenido buenos resultados con pre emergente en siembra directas y trasplante. Con la aplicación de herbicidas en los vegetales se permite excluir de uno a dos desyerbes manuales y aminorar el número de cultivos que se realizan en áreas no tratadas con herbicidas mientras que en áreas tratadas no excede de 2. En las áreas sin aplicación de herbicidas se realizará el primer cultivo y aporque unos 7 días después del trasplante; 25-30 días más tarde se volverá a efectuar las mismas labores dé cultivo 15-20 días después se lleva a cabo el cultivo y acanteramiento del área lo cual

posibilitará que el campo quede libre de malezas y las plantas con un sistema radical más desarrollado y sobre un cantero o cama adecuadamente conformado que contribuirá también a un mejor drenaje superficial del campo.

Riego. Los requerimientos del tomate en cuanto a la humedad del suelo no son muy elevados y varían con las fases de desarrollo del cultivo; la de mayor demanda es la de floración-fructificación que representa el 45-50% del consumo total por lo que es imprescindible mantener durante este periodo un régimen de humedad en el suelo que satisfaga las exigencias del cultivo. Cuando se emplea el riego por aniego se recomienda regar antes y después del trasplante; luego se espacia cada 2-3 días hasta asegurar que las plantillas hayan prendido con posterioridad cada 4-5 días hasta los 15-20 días del trasplante y finalmente se mantiene cada 7-10 días hasta el final del ciclo productivo del cultivo.

b) **Cultivo del pimiento** la primera actividad que se hace es el retrasplante que tiene características similares a la realizada en el cultivo del tomate.

Raleo. El raleo o entresaque que se lleva a efecto en las siembras directas con vistas a dejar el número de plantas óptima para cada variedad se recomienda realizarlo en dos ocasiones: a los 15 días de germinada la semilla en este caso se dejan las plantas más vigorosas y uno segundo y final a los 30-35 días después de la germinación de la semilla y en ese caso se dejarán las plantas por nido y a la distancia que se haya establecido.

Estas dos labores el retrasplante y el entresaque tienen una gran importancia porque permiten establecer una población determinada por área y con un alto grado de uniformidad lo cual constituye un factor fundamental en el logro de altos rendimientos.

Cultivo y aporque. El control de malezas adquiere una gran importancia en especial durante las tempranas etapas de desarrollo por su lento crecimiento inicial y es por ello que se recomienda la aplicación de un herbicida pre emergente como pre siembra para el control básicamente de poáceas trasplantándose 5 a 7 días después de aplicado este con posterioridad a la aplicación regar para lograr una correcta incorporación del producto.

El control de malezas por medios mecánicos se recomienda emplearlo conjuntamente con el aporque que en el pimiento no se realiza con el objetivo de desarrollar el sistema de raíces adventicias con esto se lograr un mejor anclaje de la planta en el suelo por tanto el primer cultivo y aporque se realizara a los 7-10 días después del trasplante un segundo cultivo y aporque 25-30 días más tarde se llevará a cabo y si las posibilidades del crecimiento de la plantea lo permiten se hará una tercera labor combinada. En el pimiento las labores de cultivo mecanizadas deben efectuarse con cuidado ya que las ramificaciones de la planta son muy delgadas y débiles y se pueden dañar con facilidad por lo que en ocasiones se realiza la actividad con azadón.

Riego. La obtención de altos rendimientos en este cultivo se requiere de un suministro adecuado de agua y que mantengan los suelos relativamente húmedos durante todo el período de desarrollo. Altos

volúmenes aplicados pueden causar serios trastornos fisiológicos en la planta tales como: amarillamiento del follaje detención de la floración. Debido al exceso de agua en el suelo se limita la oxigenación del sistema radical y provoca la asfixia de la planta. La falta de riego provoca una afectación considerable en la cantidad y la calidad de la producción. En el pimiento se riega por surco o por aspersión en dependencia de los recursos con que se cuente los mejores resultados se consiguen al utilizar la aspersión.

c) **Cultivo del pepino** ya realizada la siembra se realizan las actividades de: entresaques el pepino al sembrarse de forma directa en cada nido se depositan más de 2 semillas y por ello se precisa realizar el entresaque el cual se lleva a cabo cuando las plantas tienen formadas de 2-3 hojas verdaderas.

Cultivo y aporque. En las primeras etapas de desarrollo de la planta es indispensable remover periódicamente el suelo alrededor de la planta con cultivadores o con el uso de azadones lo cual va unido a la eliminación de malezas. Se recomienda realizar de 2-3 aporques. Cuando la planta cubra con sus guías todo el suelo deben suspenderse las labores de cultivo. El uso de herbicidas es muy limitado debido a la gran susceptibilidad que muestra la planta.

Riego. El primer riego se debe hacer inmediatamente después de la siembra para garantizar la germinación de la semilla uniforme y a partir de este momento el suelo se debe mantener ligeramente humedecido hasta que concluyan las cosechas de gran importancia es que el agua no falte en la fase floración fructificación. Se recomienda regar con

aspersión una norma parcial de riego de 300 m3/ha y un intervalo de riego de 3-4 días. Durante el proceso de desarrollo de los frutos el cultivo no debe padecer de sequía ya que trae como consecuencia frutos deformados y menores rendimientos.

d) **Cultivo de sandía** Entre las atenciones culturales que se le dan al cultivo están: entresaque y aporque resiembra. cultivo guiar las plantas desfrute y corte o poda de la yema apical.

Entresaque y aporque. Una de las primeras actividades que se realizan en el cultivo después de germinación es el entresaque se debe dejar una sola planta por nido la cual será la más fuerte y vigorosa. Esta labor se recomienda realizar cuando la planta haya formado las dos primeras hojas verdaderas lo cual ocurre aproximadamente a los 15 días de la germinación de la semilla.

Aporque. Realizar el primer aporque junto a la actividad anterior el entresaque el cual contribuirá a lograr un mejor anclaje de la planta. Posteriormente se realizan uno o dos aporques más en dependencia del desarrollo que alcance el cultivo.

Resiembra. Esta labor es poco común en las plantaciones de sandía ya que en la siembra se trata de colocar un número de semillas por nido que garanticen la población requerida no obstante en aquellas áreas que se presenten pequeños fallos se debe resembrar a los 4 o 5 días posteriores a la germinación.

Cultivo. El suelo debe mantenerse libre de malezas durante todo el ciclo vegetativo del cultivo; por ello es preciso realizar de forma periódica

cada 15 o 20 días esta labor el control de arvenses se puede hacer de forma mecanizada y con azadón hasta que el desarrollo de la planta lo permita.

Guiar las plantas. El desarrollo vegetativo del cultivo es muy extenso por tanto resulta recomendable para lograr una mayor productividad durante la cosecha y facilitar las labores de cultivo concentrar lo más posible la producción a obtener y es por ello que se plantea guiar las plantas que no es más que colocar las guías en desarrollo hacia un mismo lugar y en una misma dirección del surco. Esta labor se realiza de 2-3 veces durante todo el ciclo vegetativo del cultivo. ***Desfrute.*** Para alcanzar altos rendimientos y con calidad en la cosecha se recomienda realizar el desfrute que no es más que eliminar de las plantas todos aquellos frutos que presentan problemas tales como antracnosis deformaciones Esta labor se puede realizar 3 o 4 veces durante todo el ciclo vegetativo del cultivo.

Poda de la yema apical. Es práctica usual de algunos agricultores después que la planta tenga de 2 a 3 frutos eliminarle la yema apical tanto al tallo principal como a las guías secundarias con el objetivo de concentrar los nutrientes obtenidos por la planta en el desarrollo de los frutos y lograr producciones más tempranas.

Riego. Las necesidades de riego de la sandía no son las mismas que en el pepino debido fundamentalmente al desarrollo que logra alcanzar el sistema radical de la planta; pero resulta imprescindible para garantizar la germinación de la semilla y en las fases iniciales de crecimiento porque el sistema radical aún es débil y superficial. En la fase de

formación y crecimiento de los frutos las necesidades de riego disminuyen ya que el sistema radical está más desarrollado de sufrir sequía en este periodo la planta les toma el agua a los frutos y se puede presentar una pudrición apical. Se plantean que en esta fase se debe regar con intervalos de riego de 8 a 10 días con normas de 300 a 350 m3/ha. Antes de iniciarse la maduración de los frutos los riegos se eliminan o se reducen según las características de los suelos en los arenosos no es recomendable suspender totalmente el riego más bien disminuirlos en cantidad y frecuencia. La disminución de la humedad en este periodo favorece la concentración de los azúcares se reduce el grosor del epicarpio y se logra una mayor calidad en la producción.

II- Hortalizas de raíces:

1) Cultivo de zanahoria. En la zanahoria la labor que usualmente se realiza es el raleo para dejar finalmente la densidad de siembra requerida el que se debe realizar cuando la planta tenga de 2-3 hojas formadas aproximadamente a los 30-35 días de germinada la semilla. Se deben evitar los aporques ya que afectarían el desarrollo de la raíz carnosa y provocarían un adelgazamiento de esta y el alargamiento del ciclo vegetativo. El control de las malezas se puede realizar indistintamente mediante escarde manual en varias ocasiones hasta que cierre el follaje y con herbicidas pre emergentes posterior a la siembra y post emergente cuando el cultivo tenga de 2-3 hojas verdaderas al igual que las malezas.

Riego. El riego es indispensable en este cultivo en los primeros 25-30

días a partir de la siembra ya que la germinación es demorada y el crecimiento es lento y por ello se establecen riegos ligeros y en días alternos; posteriormente los riegos pueden alargarse cada 5 a 7 días de acuerdo con las condiciones de suelo existentes manteniéndose la humedad del suelo del 75% de la capacidad de campo. Se pueden emplear técnicas de riego por aspersión o por gravedad siendo la primera la más utilizada y con más posibilidades ofrece regar uniformemente el área de siembra.

2) **Cultivo de rabanito.** El entresaque se debe realizar a los 7-10 días después de la germinación de la semilla. Cuando las condiciones de preparación de suelos han sido adecuadas y gracias al rápido crecimiento del rabanito no son frecuentes las labores de cultivo; de ser necesario se realiza un escarde manual. No es recomendable emplear herbicidas en este cultivo que rápidamente alcanza su máximo desarrollo.

Riego. *E*ste cultivo es muy exigente a un adecuado balance de humedad en el suelo lográndose raíces carnosas duras y poco tiernas cuando no se les suministra la humedad necesaria es recomendable los riegos en días alternos fundamentalmente por aspersión y durante todo su ciclo vegetativo.

3) **Cultivo de la cebolla.** Es una planta de poco follaje y limitado sistema radical por lo que la presencia desmalezas durante su crecimiento y desarrollo le sería en extremo desfavorable; incluso el cultivo y control de malezas en la cebolla abarca aproximadamente un 40% de costo total de la producción el efecto

más nocivo de la presencia de malezas ocurre durante la fase de crecimiento vegetativo de la planta ya que esta es la etapa que la planta requiere más agua nutrientes y luz. después la presencia de estas no es tan nociva; sin embargo en el orden práctico para facilitar el trabajo del nombre o de la maquina en la cosecha es muy recomendable mantener el arca todo el tiempo libre de malezas.

El cultivo entre hileras se puede realizar de forma mecanizada evitando el aporque el cual trae como consecuencia una profundidad excesiva para el bulbo y por consiguiente una afectación en su formación y un ciclo vegetativo más largo. También se han obtenido buenos resultados con el empleo de herbicidas pre emergente o post emergente en este último caso cuando la planta tenga de 1-2 hojas; como post emergente en plantas con 2-4 hojas como post emergente en plantas con 2-3 hojas.

Riego. Dado el limitado sistema radical y su lento crecimiento el riego constituye una de las principales actividades a realizar en la cebolla. El análisis del consumo de agua ha demostrado que la planta extrae más del 85% de sus necesidades hídricas de la capa de suelo de 0-30 cm de profundidad. La evapotranspiración real total en las condiciones de Cuba oscila en siembras directas entre 250 y 300 mm en dependencia de las condiciones climáticas. Los valores máximos de evapotranspiración (43- 45 mm/día) se han obtenido en la fase de formación del bulbo y los menores (12-25 mm/día) en la de crecimiento vegetativo. Se considera que la capa a humedecer desde la siembra hasta el inicio de la formación del bulbo es de 20 cm y a partir de esta hasta el final del ciclo es de 30 cm.

4) **Cultivo del ajo** al igual que la cebolla presenta un pobre follaje y un limitado sistema radical lo cual lo coloca en una posición desventajosa en presencia de las malezas y obliga a mantener un sistemático control de estas durante todo su ciclo vegetativo. Se pueden emplear diferentes métodos para lograrlo el deshierbe manual el cultivo mecanizado cuidando este ultimo de no aporcar lo cual traería como consecuencia que el bulbo profundizara excesivamente afectaría el engrosamiento de los dientes y bulbos y demoraría su maduración.

Riego. Es fundamental para alcanzar rendimientos satisfactorios. Se recomienda mantener una humedad estable en el suelo hasta que el bulbo se haya formado y posteriormente con la declinación y secado del follaje suspender totalmente el riego. Esto ocurre unos 20-25 días antes de la cosecha. Cuando se mantiene el riego hasta el final del ciclo se brotan los dientes y el bulbo no llega a madurar adecuadamente.

El control de las malezas se realizará con el empleo de herbicidas.

5) **Cultivo de la remolacha.** Las atenciones culturales al cultivo incluyen; el raleo o entresaque es una de las tareas fundamentales a realizar cuando las plantas tengan formadas de 3-4 hojas. Al igual que en la zanahoria deben evitarse los aporques.

El *control de malezas* se realiza manual o mecanizado de forma periódica hasta el cierre del campo. Se recomienda como control químico en preemergencia contra malezas de hoja ancha y en pre siembra con herbicidas incorporados de inmediato al suelo.

Riego. Presenta una mayor exigencia a los riegos durante la germinación de la semilla y en las fases tempranas de su desarrollo. En el primer mes de vida de la planta los riegos se realizan cada 2-3 días pero con posterioridad pueden alargarse cada 4-5 días hasta la cosecha. Este se efectúa generalmente por aspersión que es el más adecuado porque posibilita una uniforme distribución de la humedad. de 2-3 semanas antes de la cosecha se suspenda el riego con el objetivo de posibilitar un mejor secado del follaje un mejor cierre del cuello y una mayor calidad del bulbo.

III- Hortalizas de hojas:

1) **Cultivo de lechuga** El cultivo se debe mantener libre de malezas todo su ciclo para ello es preciso programar cultivo manual y mecanizado a partir del momento que las plantas inician su crecimiento hasta la cosecha. Si la labor de cultivo es mecanizada se debe utilizar rejas escarificadoras que no remuevan excesivamente el área alrededor de la planta ya que por el desarrollo superficial de sus raíces puede llegar a extraerla totalmente. El empleo de herbicidas es limitado por lo que se recomienda fundamentalmente a Poáceas anuales en fase de 2-3 hojas. En siembras directas de ser necesario se hace el entresaque dejando una planta por nido a la distancia establecida a los 7-10 días después de germinada la semilla.

Riego. Antes y después del trasplante es imprescindible realizar un riego y después se va espaciando hasta la cosecha. En siembra directa el riego durante los primeros 20 días debe ser diario generalmente. Como la

lechuga tiene un ritmo de crecimiento muy rápido y su órgano de consumo son las hojas no debe sufrir sequía ya que se afectan los rendimientos y su calidad.

- Cultivo de col de repollo. En la col de repollo al igual que los cultivos de tomate y pimiento se realiza el retrasplante el cual no debe superar los 7 días posteriores al trasplanté y el entresaque o raleo en siembras directas; el primero se realizará 15 días después de germinada la semilla y el segundo y último a los 30-35 días siguientes donde se deja una sola plante la más vigorosa y sana.

Cultivo y aporque. La eliminación de malezas y el aporque se deben realizar en la fase de formación de la roseta de hojas; con posterioridad pudiera afectar el desarrollo del repollo por daños de carácter mecánico. El empleo de cultivadoras en las calles (control mecánico) y el azadón para el control de malezas en la hilera es una práctica donde también se pueden utilizar herbicidas tanto como pre emergentes o en post emergencia.

***Riego*.** Se debe mantener durante todo el ciclo del cultivo ya que los propios requerimientos de la planta así lo exigen; no obstante se precisan variaciones en la norma a aplicar y el intervalo teniendo en cuenta las fases de desarrollo de la planta. La sequía en cualquier fase de desarrollo de la planta puede afectar considerablemente el crecimiento de la col y los rendimientos como también cambios bruscos en el balance de humedad cuando los repollos están ya formados:

- **Hortalizas de tallos** Las atenciones culturales en hortalizas de tallo incluyen el raleo que consiste en eliminar plantas débiles o

en exceso para evitar la competencia. Además, se realizan labores como el aporque (amontonar tierra alrededor del tallo para fortalecerlo y protegerlo) y el destallado o poda que elimina brotes axilares para concentrar la energía en el tallo principal y mejorar la calidad del fruto. Estas prácticas junto con un manejo adecuado del riego y el control de malezas son fundamentales para el crecimiento saludable de estas hortalizas.

Cultivo de vainitas o habichuelas. El *control de las malezas* se puede hacer de forma manual o mecanizada logrando un control efectivo en las primeras fases de desarrollo el cual posibilitará una mayor floración fructificación y rendimiento al reducirse la competencia al mínimo aunque hasta el final del ciclo vegetativo de la planta debe tratarse de que el campo se mantenga limpio evitando siempre que los equipos que se empleen no dañen la planta. También se utilizan los herbicidas

Riego. Después de realizada la siembra y hasta que la planta haya formado sus primeras hojas verdaderas se recomienda regar en días alternos con posterioridad y en dependencia del tipo de suelo se establece un intervalo de 5-9 d Durante la fase de floración-fructificación en el suelo debe mantenerse una humedad moderada sin excesos ni deficiencias porque en ambos casos se afectaría la producción. La técnica de riego empleada puede ser por infiltración aspersión o ambas.

8.2 Producción hortícola en hidropónicos

El cultivo hidropónico es anterior al cultivo en tierra pero muchos creen que empezó en la antigua Babilonia en los famosos Jardines Colgantes que se listan como una de las Siete Maravillas del Mundo Antiguo en lo

que probablemente fuera uno de los primeros intentos exitosos de cultivar plantas hidropónicamente. Los principios son encontrados en China Egipto e India. En el 1600 el belga Helmont realizó experimentos que demuestran la obtención de nutrientes por parte de las plantas. En 1699 Woodward demostró finalmente cómo las plantas obtenían alimentos. Posteriormente en 1860 los alemanes Sachs y Knop fueron los primeros en hacer crecer las plantas en una solución nutritiva. La hidroponía es tan antigua como la misma civilización humana. El término como tal fue acuñado en 1929 cuando William F. Gricke profesor de la Universidad de California define el proceso como hidroponía que significa agua que trabaja. Durante la Segunda Guerra Mundial las fuerzas aliadas instalan en sus bases sistemas hidropónicos para proveer de vegetales y frutas frescas a las tropas en conflicto. A partir de esto la hidroponía comercial se extiende en el mundo. Aunque las teorías sobre la efectividad de la hidroponía fueron desacreditadas en un inicio poco a poco fueron desarrolladas diversas fórmulas para soluciones de nutrientes minerales. Una de las primeras aplicaciones exitosas de la hidroponía a gran escala fue en la Segunda Guerra Mundial para proveer de verduras a las tropas en islas donde no había suelo disponible para el cultivo y era extremadamente caro transportarlas. En 1982 se instaló El Pabellón de la Tierra en Epcot Center lo cual dio a conocer más sobre esta técnica. Y desde esta década se inició la comercialización masiva de sistemas hidropónicos (Greenlab 2016).

Los sistemas hidropónicos ofrecen una alternativa innovadora y sostenible para la producción de plantas en la horticultura. Estos sistemas permiten un mayor control sobre los nutrientes y el ambiente

de cultivo lo que representa una mayor eficiencia de recursos y una mayor calidad y rendimiento de las plantas. Además la hidroponía puede reducir el uso de pesticidas y permite cultivar en espacios reducidos lo que los hace ideales para la producción de plantas en áreas urbanas y patios pequeños. Por ello los sistemas hidropónicos tienen el potencial de transformar la forma en que se produce y se consumen alimentos en el futuro (Galvis s. f.).

La agricultura mundial ha sufrido cambios drásticos en las últimas décadas los cambios continúan y los esfuerzos por mejorar los sistemas de producción están en pie hoy en día. Estos esfuerzos consisten en un rápido desarrollo de la ciencia y tecnología y un desarrollo acelerado de la sociedad. La creciente población mundial exige cada día mayor cantidad y calidad de alimentos en particular fuera de estación. Sin embargo los suelos disponibles se reducen en superficie paralelamente a su calidad ante estas condiciones la hidroponía aparece como una alternativa viable que permite producir alimentos en todas las estaciones del año y en menor superficie (Raviv & Lieth 2008).

En Ecuador en ciudades como Cuenca Quito y Machala la hidroponía ha sido adoptada por agricultores urbanos emprendedores y centros educativos. Se cultivan principalmente lechuga rúcula acelga albahaca espinaca y tomate generando ingresos y fortaleciendo la seguridad alimentaria local.

8.2.1 Principios de la producción en hidropónicos e importancia de la producción hortícola en hidropónicos.

La hidroponía es un método de producción sin suelo en el cual las plantas

reciben los nutrientes a través de una solución nutritiva disuelta en agua. El sistema promueve un crecimiento más rápido y mayor control sobre las condiciones de cultivo. Este sistema es eficiente en el uso del agua y fertilizantes reduciendo pérdidas por lixiviación y evaporación (Resh 2001).

Importancia de la producción hortícola en hidropónicos.

Los sistemas hidropónicos permiten cultivar en espacios urbanos suelos infértiles o contaminados. Aumentan la productividad aceleran los ciclos de cultivo y ofrecen alimentos frescos y de alta calidad todo el año. Representan una alternativa sostenible frente al cambio climático y contribuyen a la seguridad alimentaria especialmente en zonas periurbanas (Rodríguez 2013).

La técnica de flujo laminar de nutrientes conocida como NFT o Nutrient Film Technique es el sistema hidropónico más conocido en el mundo para la producción de cultivos. Esta técnica de cultivo fue desarrollada por Cooper en 1979; ha sido muy aceptada en países donde el uso del agua está restringido ya que permite la recirculación del agua y su uso se hace más eficiente.

Hortalizas comunes en hidroponía.

- Tomate
- Pimiento
- Pepino
- Lechuga

- Fresa
- Espinaca
- Hierbas y especias

Ventajas y desventajas para implementar un sistema hidropónico

Las ventajas que ofrece implementar un sistema hidropónico respecto a la siembra tradicional son las siguientes:

- Se reduce la cantidad de agua para cultivar haciendo un uso eficiente de ella.
- Se puede cultivar en climas diversos y durante todas las estaciones del año.
- Se logra un rápido crecimiento de las plantas al proporcionarles las condiciones apropiadas.
- Se tiene control de los efectos adversos del estado del tiempo al colocar el cultivo en espacios cerrados y protegidos.
- Se obtiene una elevada producción por unidad de superficie llamado “sistema intensivo de producción”.
- Se genera ahorro en el gasto familiar al cultivar en casa y proveer alimentos.
- Se tiene la posibilidad de vender los excedentes en apoyo de la economía familiar.

Las desventajas que presentan este tipo de sistema de producción hidropónico son las siguientes:

- Las plantas son más susceptibles a estresarse por cambios en el medio ya que al estar en las mejores condiciones no toleran cambios bruscos de temperatura humedad falta de nutrientes reacción química con el sustrato principalmente.

- Las plantas demandan atención constante para asegurar altos rendimientos.

- Una buena producción está en relación directa con el cuidado de los detalles.

- La inversión inicial suele ser alta (Cruz et al. 2022).

8.2.2 Características técnicas para la construcción de un hidropónico

Un sistema hidropónico NFT debe incluir:

- **Canales de cultivo:** inclinación del 2% para permitir el flujo.

- **Bomba de recirculación:** asegura el movimiento continuo de la solución.

- **Tanque de nutrientes:** almacena la solución nutritiva.

- **Sistema de oxigenación:** mediante caída libre o aireadores.

- **Cubierta o sombra:** controla la temperatura y protege de lluvias. Materiales como PVC tubos reciclados y maderas tratadas pueden

usarse para reducir costos. El diseño debe considerar facilidad de mantenimiento y acceso (Raviv & Lieth 2008).

El sistema NFT La técnica de flujo laminar de nutrientes (Foto 99) conocida como NFT o Nutriente Film Technique es el sistema hidropónico más conocido en el mundo para la producción de cultivos. Esta técnica de cultivo fue desarrollada por (Cooper 1979 como se citó en Raviv & Lieth 2008); ha sido muy aceptada en países donde el uso del agua está restringido ya que permite la recirculación del agua y su uso se hace más eficiente así mismo con los fertilizantes.



Figura 99. Técnica del flujo laminar de nutrientes NFT.

Fuente: https://www.intagri.com/assets/images/articulos/categoria1/6agua-y-riego/art83-hidroponia/art83.jpg

Características técnicas de la construcción del hidropónico.

Las características técnicas de la construcción hidropónica incluyen la creación de un sistema sin suelo que utiliza una solución nutritiva acuosa la implementación de infraestructura como canales o bandejas bombas y un tanque de almacenamiento y el control de variables como pH luz y

temperatura. Además la estructura debe ser hermética y sólida para controlar el ambiente y asegurar la sostenibilidad del cultivo. Los requerimientos básicos para producir cultivo hidropónico exigen un espacio que cuente con un mínimo de seis horas de luz directa sin sombra de árboles o construcciones cerca de una fuente de agua de calidad química (sin exceso de sales) y biológica para el ser humano y acceso a la red eléctrica para el sistema de oxigenación de las raíces (Jana *et al.* s. f.).

La construcción de un hidropónico esta precedida de un estudio preliminar el cual definirá su ubicación. Los aspectos que se tendrán en cuenta son:

1) Que se cuente con fuente de abasto de agua y con la calidad requerida.

2) Los suelos pueden ser cultivables o no. pero deben estar cercanos a los centros consumidores y donde resida la fuerza de trabajo a emplear

3) Preferiblemente deben ubicarse en áreas que cuenten con vías de acceso ya construidas de no ser posible hay que considerarlas en la valoración del proyecto.

4) Debe quedar establecido como eliminar los residuales de la instalación y evitar la contaminación del ambiente con la aplicación de productos fitosanitarios.

En la construcción del hidropónico. se tendrá muy en cuenta la orientación de este que debe ser de norte a sur. lo cual posibilitara que las

plantas reciban uniformemente la luz solar y haya una mejor circulación del aire.

Durante la primera etapa de desarrollo de los hidropónicos se considera utilizar un proyecto único y que su evaluación en la práctica indicará el camino a seguir con posterioridad.

Actualmente existen muchas variantes a nivel mundial en la técnica de hidropónicos las cuales en algunos casos se han ido estudiando en el país y sobre la base de todo ello se decidirá finalmente que sistema se debe construir en el futuro.

Al ejecutar un **proyecto de Hidropónico** se deben considerar los parámetros siguientes:

1) Unidad típica de 50 canteros
2) área de siembra por unidad 2700-3000 m2
3) área bruta por unidad 15 000 m2
4) longitud de un cantero 60 m
5) capacidad de la cisterna 292 400-300 000 l
6) capacidad de las bombas 150 l/s
7) cantidad de bombas 1
8) área de nave de pesticidas 36 m2
9) área de edificio administrativo 234 m2

10) área de bodega No. 1 519 m2

11) área de bodega No. 2 34.30 m2.

Características del sustrato.

El sustrato es el material o medio que en un sistema hidropónico va a reemplazar el suelo en sus funciones de sostén de la raíz y retención de humedad. En los inicios de la puesta en marcha de esta técnica agronómica solo se usó como medio el agua pero al pasar los años e irla perfeccionando con fin de manejo se empezó a usar sustratos sólidos.

Los sustratos a utilizar en los hidropónicos deben reunir las características siguientes:

- De origen ígneo y no calcáreo porque estos últimos dificultan la funcionabilidad del sistema.
- Ser porosos y a su vez duros para que puedan ser utilizados varios años aunque tienen el inconveniente de que hay que regar más frecuentemente.
- No deben tener forma laminar ya que le limita la aireación y la vida útil.
- Para los canteros se recomienda usar dos capas de grava: la primera de gravilla y la segunda del llamado granito 2 (03-05 cm). Ambas capas irán en igual proporción en el cantero (aproximadamente 15 cm).

En términos generales la selección del tipo de sustrato que se debe usar

en el sistema hidropónico va a depender de tres principales criterios.

- Precio.
- Disponibilidad.
- Retención de humedad.

En el ambiente así como en el mercado hay infinidad de sustratos orgánicos e inorgánicos; sin embargo con fin de ordenarlos y destacando el manejo se pueden agrupar en tres medios:

- Agua.
- Grava.
- Agregados (Cruz *et al.* 2022).

8.2.3 Manejo de la producción hortícola en hidropónico y soluciones nutritivas

Para el correcto manejo y explotación de la producción hortícola en hidropónico tener en cuenta:

- **Solución nutritiva** Debe estar equilibrada con macronutrientes (N P K Ca Mg S) y micronutrientes (Fe Mn Zn Cu B Mo). Se preparan según el cultivo y la etapa fenológica. Es crucial monitorear pH (5.8–6.5) y CE (1.5–2.5 mS/cm) regularmente. que es la mezcla de nutrientes en forma de disolución de sales minerales en agua que alimentará a las plantas y cuya proporción varía de acuerdo con la fase de desarrollo del cultivo. En una solución nutritiva están presenten dos tipos de nutrientes: los macronutrientes o

elementos químicos que en mayor cantidad se necesitan en la planta como nitrógeno fósforo potasio calcio magnesio azufre carbono hidrógeno y oxígeno; y micronutrientes que son aquellos que se requieren en menor proporción: cobre boro hierro cloro manganeso zinc molibdeno sodio silicio cobalto y níquel (Favela et al. 2006).

- **Monitoreo y ajustes** Se utilizan sensores y medidores para ajustar los niveles de nutrientes temperatura del agua oxígeno y pH. Esto evita deficiencias o toxicidades nutricionales.

- **Oxigenación** Fundamental para la respiración de las raíces. Puede lograrse con aireadores caída libre de la solución al estanque o mediante bombas de oxígeno. Las raíces de las plantas deberán tener el volumen necesario de oxígeno para su desarrollo y sanidad. En caso de estar sumergida las raíces en un contenedor tipo estanque deberá dejarse un espacio entre las raíces y el espejo de la solución nutritiva; y en caso de manejar un contenedor tipo tubo horizontal o vertical o bien bolsas de plástico deberá hacerse la oxigenación en el recipiente desde donde se bombea la solución de nutrientes.

- **Prevención de enfermedades** Es esencial mantener la higiene del sistema. La desinfección periódica de tuberías y estanques evita la proliferación de hongos y bacterias. Se recomienda usar agua filtrada y controlar la temperatura del agua (ideal 20–22 °C).

- **Sistema de Riego.** es el mecanismo bajo el cual vamos a suministrar a nuestra planta la solución nutritiva. Éste se puede

realizar automatizado o manual. Existen en el mercado diferentes clases de sistemas de riego automatizado; los cuales se enfocan principalmente a la hortaliza que se está sembrando y a la forma física en que se está acomodando el cultivo. Equipos automatizados de riego por goteo para instalaciones pequeñas pensados principalmente en la cantidad de plantas que se desean cultivar y que son útiles para el cultivo de cualquier variedad de hortaliza.

Para establecer el manejo la producción en hidropónico. es fundamental tener en cuenta la calidad del agua y la solución nutritiva. Al considerar la calidad del agua es preciso tener en cuenta que:

a) El agua a utilizar deberá tener el menor porciento de materia orgánica ya que esta afectaría con los años el drenaje del sustrato en los canteros y también interferiría el intercambio iónico;

b) el contenido de sales solubles no será superior a 1 000 p.p.m.

c) el contenido de boro no será superior a 25 p.p.m.;

d) el contenido de cloruro no será superior a 300 p.p.m.;

e) el contenido de magnesio no será superior a 100 p.p.m.

Para emplear una solución nutritiva determinada es preciso tener en cuenta:

1) Que contenga todos los nutrientes necesarios para el desarrollo de la planta.

2) la concentración iónica de cada nutriente

3) concentración relativa de cationes y aniones

4) concentración iónica total

5) el pH de la solución

6) la conductividad eléctrica de la solución.

Formulaciones a emplear en los hidropónicos. ¿Cómo preparar la solución nutritiva?

Según Jana *et al.* (s. f.) para la preparación se recomienda la formulación de Steiner (Carrasco & Izquierdo 1996 como se citó en Jana *et al.* s. f.) que contiene los nutrientes indicados en tabla 75. Como las cantidades de nutrientes son pequeñas y resulta difícil pesarlas se recomienda concentra la solución nutritiva. Una concentración fácil de usar es concentrar 200 veces lo que implica calcular para 1.000 litros de agua lo que se aplica en 5 litros de agua de manera que cuando haya que reconstituir la solución utilice 5/1.000 o 5cc de solución nutritiva por cada litro de agua.

Como no se puede mezclar el calcio (nitrato de calcio) con sulfatos o fosfatos porque precipitan y no quedan disponibles para la planta se hacen dos soluciones concentradas: Solución A y Solución B.

Tabla 75. Solución de (Steiner 1984 como se citó en Jana et al. s. f.).

Macroelemento	ppm	Microelemento	ppm
Nitrógeno	168-224	Hierro	**1-2**
Fósforo	31-62	Manganeso	**1-2**

Potasio	234-351	Boro	**02-05**
Calcio	160-220	Cobre	**01-02**
Magnesio	18-36	Zinc	**01-02**
Azufre	**96-160**	**Molibdeno**	**005-01**

- **Para preparar solución A:** Se debe pesar 700 g de nitrato de calcio + 30 gramos de quelato de fierro + 300 g de nitrato de potasio y disolver en 5 litros de agua. Etiquetar como solución

A. Para preparar Solución B: Se debe pesar 300 g de nitrato de potasio +160 g de sulfato de potasio soluble + 97 g de ácido nítrico 65% +138 g de ácido fosfórico 85% + 150 g de sulfato de magnesio + 100 cc de solución de micronutrientes.

Esta última solución se debe preparar aparte ya que requiere pesar cantidades aún más pequeñas. En este caso se pesan 70 g de sulfato de manganeso + 8 g de sulfato de cobre + 8 g de zincsol + 16 g de molibdato de amonio disueltos en 1 litro de agua. Todo lo mencionado se disuelve en 5 litros de agua y se etiqueta como solución B.

Aspectos a considerar cuando se va a preparar la unidad para la siembra: I- Se deben realizar previamente estas actividades

1) Retirar todas las plantas de cosechas anteriores y sus residuos así como los cordeles usados como tutores.

2) Pasar un rastrillo para emparejar la superficie del sustrato y desinfestar toda el área de siembra utilizándose Vapam Nemagon o Formal siendo este último el más empleado (2 c.c. de producto comercial/L de agua) manteniéndose inundada durante 6 horas.

Después de realizada la desinfección eliminar la solución por el sistema de drenaje y enjuagar 2-3 veces con agua sola.

Para arrancar la anterior plantación y desinfectar se requieren 5-6 días posteriormente se procede a la siembra.

II- Método de siembra

El método más empleado es la siembra directa.

III- Distancias de siembra

A ambos lados de la canaleta y a todo lo largo de ella se establece una hilera de siembra con una separación entre plantas de 20-30 cm.

IV- Riego

Deben hacerse de acuerdo con las condiciones específicas de cada lugar teniendo en cuenta: condiciones ecológicas tipo de sustrato tiempo de uso del sustrato y la especie de cultivo. Cuando se usa como medio el agua deben revisarse a detalle los siguientes puntos:

- Vigilar que la fuente de abastecimiento esté siempre en los niveles requeridos
- Cuidar que la solución nutritiva esté en el rango correcto de pH (5.5 a 7) y conductividad eléctrica (800 a 1600 ppm) según el tipo de cultivo
- Vigilar que el equipo de bombeo funcione con la eficiencia adecuada y se tenga energía eléctrica o combustible en el

generador

- En caso de usar un sistema de gravedad como un bote a determinada altura velar que tenga suficiente solución nutritiva o agua el recipiente.

- Cuidar que el tubo de drenaje no tenga fugas para evitar perder solución nutritiva.

Recomendaciones en el manejo del agua como medio:

- El pH en el agua deberá oscilar en un rango de 6.5 a 7.0.

- La solución nutritiva debe estar a oscuras para evitar crecimiento de algas que provoquen competencia por oxígeno y nutrimento.

- Se debe proveer suficiente aireación a las raíces ya sea de manera natural o por bombeo.

- Se recomienda que la profundidad del lecho sea de 5 a 10 cm.

- La fertilización debe ser la mitad de la concentración usada en sustrato de agregados.

- En el manejo reemplazar la solución nutritiva cada 3 o 4 semanas (Cruz et al. 2022).

En la infraestructura del sistema hidropónico el drenaje de los excesos de agua es fundamental cualquiera que sea su dimensión deben evitarse los encharcamientos fugas de agua por conductos rotos tapete del piso húmedos entre otras anomalías que pueden llegar a presentarse.

Mantener un drenaje óptimo en el espacio de trabajo va evitar la proliferación de plagas y enfermedades que impacten en los resultados de rendimiento de la planta.

En todo momento cuidar que el equipo de riego funcione correctamente desde la fuente de agua el contenido nutricional esté en los parámetros recomendados el equipo de bombeo tenga energía eléctrica o combustible en caso de usar generador principalmente (Cruz *et al.* 2022).

La calidad del agua de riego debe ser de buena calidad con bajo contenido de sales para no afectar el crecimiento y nutrición de las plantas Se recomienda realizar un análisis químico de la fuente de agua por lo menos una vez al año o ante cualquier cambio que se observe. Un parámetro de la calidad del agua es la conductividad eléctrica (CE mS/cm) que estima el contenido o concentración de sales disueltas.

Hay que tener presente el valor de la CE durante la planeación inicial de un sistema de producción agrícola ya que dependiendo de este valor elegirá el tipo de cultivo (ver tabla 9).

Tabla 76. Valores de CE del agua de riego.

Calidad del agua	Conductividad eléctrica mS/cm
Buena calidad	**<0.75**
Permisible	**De 0.75 a 2**
Dudosa	**De 2 y 3**
Inadecuada	**> 3**

V- Fertilización

Al hacer los riegos se fertiliza Es necesario hacer ajustes a las soluciones

nutrientes uno o dos veces a la semana dependiendo de la capacidad de las cisternas. Cuando no se utilizan quelatos se hace necesario a veces aplicar hierro diariamente. Los análisis de laboratorio y las observaciones en el campo indicarán-al técnico los ajustes a realizar en la solución nutriente. Cuando hay deficiencias extremas se hacen fertilizaciones foliares.

VI- Tipo de cultivo seleccionado

La selección del cultivo dependerá de los medios materiales condiciones ambientales tipo de agua sustrato y espacios con que se cuenten. Cada cultivo tiene un requerimiento nutricional diferente aun siendo de la misma especie por lo que es importante seguir las instrucciones del especialista para el manejo de la solución madre que nos recomiende (tabla 10).

Tabla 77. Requerimientos de nutrientes por especie.

Cultivo	Concentración mg/l (ppm)				
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**
Tomate	190	40	310	150	**45**
Pepino	200	40	280	140	**40**
Pimiento	190	45	285	130	**40**
Fresa	50	25	150	65	**20**
Melón	**200**	**45**	**285**	**115**	**30**

VII- Deshije

En el tomate se realiza de 8-10 deshijes

VIII- Escardes

Los canteros se deben mantener libres de malezas durante todo el ciclo del cultivo. Esta labor generalmente se hace a mano o con un pequeño rastrillo.

IX- Aplicaciones de herbicidas

Se realizan fundamentalmente en las áreas entre canteros y en las guardarrayas.

X- Control fitosanitario

Se establece con la regularidad requerida para evitar el desarrollo de plagas y enfermedades.



Figura 100. Cultivo de zapallo.

CAPÍTULO IX

9 PROTECCIÓN FITOSANITARIA. MIP Y MAP EN HORTICULTURA

Con una proyección de aumento de la población mundial de aproximadamente 8 mil millones de personas para 2030 se requieren enormes esfuerzos para producir suficientes alimentos para alimentar a la población con una tierra cada vez menor disponible para la producción agrícola. Los cultivos hortícolas caracterizados por sistemas de producción muy diversos siguen desempeñando un papel importante en la seguridad alimentaria. Sin embargo, las plagas y enfermedades de las plantas continúan impactando negativamente la producción de alimentos saludables y seguros en los sistemas de cultivo hortícola al afectar la calidad cantidad e inocuidad de los productos. Además, la aparición y resurgimiento de plagas y patógenos junto con el rápido desarrollo de resistencia a los plaguicidas disponibles exacerba aún más los desafíos del control de plagas y enfermedades en los sistemas hortícolas. Dada la necesidad reconocida de mitigar los riesgos del cambio climático se requieren nuevas estrategias de manejo de plagas y enfermedades para lograr cero emisiones netas para una producción hortícola más sostenible.

Esta perspectiva destaca algunos hallazgos de investigación recientes que podrían brindar oportunidades para mejorar el manejo de plagas de insectos y enfermedades de las plantas en los sistemas de producción de cultivos hortícolas (Ojiambo 2025).

9.1 Principales plagas y enfermedades en cultivos hortícolas

Muchas de las plagas y enfermedades de ocurrencia en los cultivos de hortalizas se incrementan con el aumento y la frecuencia de las precipitaciones que elevan la humedad en el aire y el suelo favoreciendo la presencia de estas que limitan el óptimo desarrollo del sistema productivo.

En los cultivos hortícolas las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos son altamente prevalentes afectando el suelo el follaje e incluso la postcosecha lo cual compromete la calidad y conservación de los productos. También la actividad de bacterias fitopatógenas como *Gluconobacter cerinus* y *Paenibacillus polymyxa* se han identificado recientemente como agentes causales de pudriciones en zanahorias incluso en ausencia de síntomas visibles al momento de la compra (Parra *et al.* 2025). Se hace notorio conocer y poder controlar los daños causados por insectos que se convierten en una plaga que daña los cultivos y afecta sus rendimientos.

El control químico ha sido tradicionalmente utilizado, aunque con riesgos de resistencia y contaminación. Como alternativa los agentes de control biológico (ACB) como *Trichoderma spp.* ofrecen múltiples mecanismos de acción: competencia por espacio secreción de enzimas hidrolíticas (quitinasas celulasas) producción de metabolitos antifúngicos y activación de mecanismos inmunes en las plantas (Andrade *et al.* 2023). Culturalmente el manejo postcosecha y las prácticas sanitarias como evitar heridas en raíces o manipulación adecuada también son fundamentales para prevenir infecciones (Parra *et*

al. 2025).

A continuación, se identifican y describen las principales plagas y enfermedades en cultivos hortícolas sus principales signos y sintomatología de afectación, así como acciones para su control.

9.2 Plagas daños y control

9.2.1 Grillos (Anurogryllus abortivus Sauss)

a) *Cultivo que se afecta:* **tomate**



Figura 101. Grillo.

Fuente: https://static.inaturalist.org/photos/68766129/large.jpeg

Daños: esta plaga (Foto 101) ataca en estado de ninfa y adultos tronchando las posturas por la base del tallo tanto en el semillero como en las plantaciones recién establecidas.

Control: desinfección del suelo.

b) *Cultivo que se afecta:* **pimiento.**

Daños: atacan en estado de ninfa y adulto quebrando las plantas por la zona del cuello causan grandes daños en semilleros y en plantaciones recién trasplantadas.

Control: se recomienda desinfección del suelo antes de la siembra. El control del grillo subterráneo *(Anurogryllus abortivus)* en hortalizas implica monitoreo (buscando montículos de tierra) manejo cultural (limpieza de malezas riego adecuado trampas) y si es necesario métodos químicos o biológicos como cebos con insecticidas específicos o agentes de biocontrol buscando siempre una estrategia integrada para proteger cultivos jóvenes ya que cortan las plantas por la base y se alimentan de noche (EcuRed s. f.).

9.2.2 Minador de la hoja (Lemurimyza lycopersicae Platt y de la Cruz)

a) *Cultivo que se afecta:* **tomate**



Figura 102. Minador de hoja.

Fuente:
https://www.koppert.ec/content/_processed_/2/7/csm_tomato_leaf_miner_liriomyza_bryoniae_adult_2_koppert_7f2bcd2853.jpg

Daños: esta plaga (Foto 102) ataca las hojas del tomate en estado

larvario. Se introduce entre las cutículas de las hojas construye galerías en forma de serpentina y se alimenta del parénquima. lo cual trae como consecuencia la perdida de parte del follaje y la disminución de la capacidad fotosintética de la planta. Se ve favorecida por temperaturas promedio de 24 y 25°C y escasas precipitaciones; prefiere las hojas inferiores de la planta.

Control: Se controla con Dipterex 80 % EC (1.5 l/ha) y Tamaron 60% (0.8 l/ha).

b) Cultivo que se afecta: **pimiento**

Daños: Ataca en estado larvario y forma galerías en el interior de la hoja. Cuando el ataque es muy intenso puede llegar a destruir gran parte del área foliar.

Control: realizar aplicaciones de Dipterex 80% PS (15 l/ha) Bi-58 38% EC (1 l/ha) Tamaron 60%

CS (08 l/ha

c) Cultivo que se afecta: ***remolacha betarraga o beterava agente causal***

Daños: ataca en estado larvario abriendo galerías en el interior de la hoja. Cuando el ataque es muy intenso llega a destruir una gran área foliar. Al desarrollarse dentro del tejido foliar interrumpen la fotosíntesis provoca defoliación y puede afectar el rendimiento de la planta.

Control: Para su control se recomiendan estrategias de Manejo

Integrado de Plagas (MIP) que incluyen el uso de trampas la eliminación de malezas la revisión del material vegetal y el monitoreo continuo para decidir cuándo aplicar tratamientos de control biológico o químico de manera oportuna (Ambayeba 2018).

d) Cultivo que se afecta: ***cebolla***



Figura 103. Miador de hoja en cultivo de cebolla.

Fuente:
https://www.intagri.com/assets/images/articulos/categoria1/Fitosanidad/art301-control-de-minador/Adulto%20del%20minador2.jpg

Daños: esta plaga (Foto 103) ataca en estado larvario se introduce entre las cutículas de las hojas y hace galerías en el limbo.

Control: Dipterex 80% PS (15 l/ha) Bi 58 38% EC (1 l/ha) Tamarón 60% CS (0.8 l/ha). Manejo Integrado de Plagas (MIP) que incluyen el uso de trampas la eliminación de malezas la revisión del material vegetal y el monitoreo continuo para decidir cuándo aplicar tratamientos de control biológico o químico de manera oportuna (Ambayeba 2018).

9.2.3 Gusano de alfiler (Keiferia licopersicella Busek).

a) *Cultivo que se afecta:* **tomate**



Figura 104. Gusano de alfiler.

Fuente: https://gd.eppo.int/media/data/taxon/G/GNORLY/pics/1024x0/858.jpg

Daños: también ataca en estado larvario (Foto 104) se introduce entre las cutículas y se alimenta del parénquima Forma galerías en las hojas las cuales puede llegar a secar si el ataque es muy intenso. Prefiere condiciones de temperatura de 25-26 °C y lluvias relativamente abundantes.

Control: Se emplea el mismo control que en el minador Dipterex 80 % EC (1.5 l/ha). y Tamaron 60% (0.8 l/ha) y control biológico mediante aplicaciones de la bacteria de Bacillus thuringiensis (Hilje 2002).

9.2.4 Mantequilla (Spodoptera latisfacia Walk)

a) *Cultivo que se afecta:* ***tomate***

Daños: las larvas se alimentan del follaje; son muy voraces cuando alcanzan desarrollo y llegan incluso a perforar los frutos. Las hembras

ponen aproximadamente mil huevecillos los cuales son depositados en el envés después de 5-6 días emergen las orugas de un color gris verdoso máximo desarrollo.

Control: Se controla con Carbaryl 85% PH 3 kg/ha Parathion 50 % 1 l/ha y Tamaron 60% CS 1 l/ha (Cano 2023).

9.2.5 Crisomélidos (Diabrotica balteata Le Conte)

a) Cultivo que se afecta: ***tomate.***



Figura 105. Crisomélidos.

Fuente:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/cf/Diabrotica_balteata.jpg

Daños: atacan en estado larvario y adulto (Foto 105) por debajo de la superficie de la tierra Este alcanza una población más alta en el período de máxima floración del tomate y se pudo constatar que este insecto prefiere las flores para alimentarse. La *Diabrotica balteata* Le Conte adulta tiene el cuerpo con manchas amarillas y verdes y la *Systena basalises* más pequeña con el cuerpo de color oscuro el macho tiene dos franjas amarillas a lo largo de los élitros y las hembra dos manchas del mismo color en la base.

Control: Su control con Carbaryl 85% PH (15-2 kg/ha) y Metil Parathion 50% EC (1 l/ha). Control Cultural y Mecánico: Rotación de Cultivos: Alternar con cultivos no hospederos (como maíz aunque también es hospedero) puede romper el ciclo de vida pero en este caso enfocarse en rotar para cultivos menos susceptibles.

Trampas: Uso de trampas amarillas o pegajosas para monitoreo y captura de adultos. Manejo del **Suelo:** Labranza para exponer huevos y larvas al sol y depredadores especialmente en la época de invierno.

Control Biológico:

Hongos Entomopatógenos: Uso de Beauveria bassiana o Metarhizium anisopliae para controlar larvas y adultos.

Nemátodos Entomopatógenos: Aplicación de nematodos como Steinernema spp. o Heterorhabditis spp. en el suelo para parasitar larvas.

Controladores Biológicos: Fomentar o introducir enemigos naturales como avispas parasitoides y depredadores.

Control Químico (Uso bajo supervisión técnica): Sistémicos: Insecticidas con acción sistémica son más efectivos como los neonicotinoides (clotianidina) y algunos organofosforados (clorpirifos) para larvas en suelo y piretroides (bifentrina teflutrina) para adultos.

Aplicación: Granulados en el surco para larvas o aplicaciones foliares para adultos asegurando que el producto proteja raíces y follaje (Andrade 2024)

b) Cultivo que se afecta: ***pimiento***

Daños: atacan en estado adulto y causan pequeños orificios en las hojas tanto en plantas jóvenes como de cierto estado de desarrollo.

Control: se recomienda Carbaryl 85% PH (2-3 kg/ha) Permetrin 10% EC (06 L/ha) Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha)

c) Cultivo que se afecta: ***pepino y sandia o melón de agua***

Daños: es común en estos insectos hacer perforaciones en las hojas pudiendo atacar también a las flores.

Control: aplicar Metil Parathion 18% PH (2 kg/ha) y Malathion 57% EC (2 l/ha).

d) Cultivo que se afecta: ***lechuga***

Daños: atacan en estado adulto; abren orificios en las hojas.

Control: aplicar Carbaryl 85% PH (1.5-2 kg/ha).

e) Cultivo que se afecta: ***zanahoria***

Daños: pueden afectar al cultivo como plagas agrícolas al alimentarse de la raíz y las hojas de las plantas especialmente las larvas que crean galerías en la raíz y pueden provocar pudrición o los adultos que consumen el follaje. Los síntomas de infestación incluyen marchitez decoloración de las hojas y deformaciones en la zanahoria

Control: el manejo implica la aplicación de buenas prácticas culturales

el monitoreo frecuente y en casos necesarios el uso de tratamientos específicos (Arce de Hamlty 1992).

f) *Cultivo que se afecta:* ***ajo***

Daños: agente causal *Andrector ruficornis* Oliv. pueden atacar en estado larvario o adulto. Cuando son larvas se alimentan de las raíces y del tallo tierno pero son más frecuentes en estado adulto ocasionando pequeños orificios en el follaje.

Control: se controla con Carbaryl 85% PH (2 kg/ha) y Methil Parathion 18% pH (2 kg/ha). aplicación de buenas prácticas culturales el monitoreo frecuente y en casos necesarios el uso de tratamientos específicos (Arce de Hamlty 1992).

9.2.6 Primaveras (Manduca sexta Johanssen)

Cultivo que se afecta: ***tomate***



Figura 106. Primaveras.

Fuente: https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/48779752/original.jpg

Daños: las larvas de estos insectos (Foto 106) en su último estadio son grandes de color verde con franjas blancas a todo lo largo del cuerpo y un cuerno delgado que se proyecta desde cerca del extremo posterior Se alimenta de las hojas pudiendo llegar a eliminar todo el follaje.

Control: Metil Parathion I 8% PH (2-3 kg/ha) Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) y Carbaryl 85% PH (2 kg/ha). El control de la "Primavera" o gusano cuerno del tabaco (*Manduca sexta*) en tomate combina métodos preventivos culturales biológicos y químicos enfocándose en la eliminación manual de larvas y huevos uso de Bacillus thuringiensis (Bt) para larvas pequeñas trampas de feromonas para adultos rotación de cultivos y plantas repelentes como la albahaca y en casos severos insecticidas específicos siempre priorizando la identificación correcta de la plaga (distinta de Manduca quinquemaculata) (Sauka & Benintende 2008).

9.2.7 Áfidos o pulgones (Mysus persicae Sulzer)

a) *Cultivo que se afecta:* ***tomate y vainitas o habichuelas***



Figura 107. Áfidos.

Fuente: https://ephytia.inra.fr/es/I/6231/puceron-tomate-DB-301a-387

Daños: son insectos pequeños (Foto 107) de 1 5 a 2.5 mm de largo de color verde amarillento que forman grandes colonias en el envés de las hojas fundamentalmente en los meses de temperaturas más frescas (24-25 °C) y precipitaciones moderadas. Con su aparato bucal chupador succionan la savia de la cual se alimentan provocando el enrollamiento de las hojas y clorosis si no se le controla.

Control: Se combaten con Tamaron 60% (0.8 l/ha) Malathion 57% (15 l/ha). El control de pulgones (*Myzus persicae*) en tomate combina métodos culturales (desmalezado trampas amarillas/azules) biológicos (mariquitas crisopas avispas parasitoides) y químicos (jabón potásico aceite de Neem insecticidas específicos como pirimicarb imidacloprid) para romper ciclos dañar su cubierta cerosa y afectar su desarrollo protegiendo el cultivo (Ephytia 2021).

b) Cultivo que se afecta: ***pimiento***

Daños: se alimenta de la savia de la planta forma grandes colonias en el envés de la hoja y mediante su aparato bucal chupador extraen la savia provoca un enrollamiento y clorosis en las hojas. Puede ser vector de algunas virosis.

Control: se plantea Tamaron 60% CS (08 l/ha) y Bi-58 32% EC (1 l/ha).

c) Cultivo que se afecta: ***remolacha***

Daños: forman colonias en el envés de la hoja y con su aparato bucal chupador succiona la savia lo cual provoca enrollamiento y clorosis de la hoja. Daño directo: Debilita las plantas al succionar la savia provocando caída de hojas clorosis (amarillamiento) y marchitamiento

y daño indirecto: Hollín que consiste en la segregación de melaza (savia azucarada) que es colonizada por hongos negros "fumagina" que impiden la fotosíntesis afectando el desarrollo del cultivo. Es señalado además como un importante vector de enfermedades virósicas como el virus Y de la patata (PVY) el virus del mosaico del pepino (CMV) y el virus del tabaco (TEV) (SINAVIMO s. f.-a).

Control: para combatirlo se utiliza: Tamaron 60% CS (08 l/ha) y Parathion 50% EC (1 l/ha). Control biológico (Mackauer 1968 como se citó en Capinera 2023) observó que dado que el pulgón verde del melocotonero podía desarrollarse a temperaturas más bajas que sus parasitoides las avispas solo eran muy beneficiosas en climas benignos o donde la temperatura podía controlarse como en algunos invernaderos. De hecho se ha obtenido un éxito considerable utilizando parasitoides el hongo entomopatógeno *Verticillium lecanii* y el mosquito depredador *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae) para hortalizas cultivadas en invernadero especialmente en (Gilkeson & Hill 1987; Milner & Lutton 1986 como se citó en Capinera 2023) la amplia gama de hospedadores del pulgón verde del melocotonero dificulta la implementación exitosa de la rotación de cultivos. Además los cultivos que crecen a sotavento de campos infestados son especialmente susceptibles ya que los pulgones son voladores débiles y tienden a ser arrastrados por el viento. Los cultivos infestados deben destruirse inmediatamente después de la cosecha para evitar una dispersión y es posible destruir los hospedadores invernantes si son malezas. Si el cultivo continuo contribuye a la retención de las poblaciones de pulgones se requiere un período sin cultivos. Se pueden utilizar cubiertas para surcos para inhibir el desarrollo de las poblaciones

de pulgones.

9.2.8 Gusano del fruto (Helicoverpa zea Boddie

a) Cultivo que se afecta: ***tomate***



Figura 108. Gusano del fruto.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQ1sgsPuQ7e2kBxbr2z3ImnUL3ppKUfLBeNAw&s

Daños: la larva (Foto 108) se alimenta de los frutos del tomate abre galerías en su interior y provoca también pudriciones por infestaciones secundarias. El daño se produce tanto en estado verde como en maduro su ataque puede ser violento si no se combate a tiempo pues al penetrar en el fruto se hace difícil su control.

Control: se emplean para combatirlo Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) Carbaryl 85% PH (2-3 kg/ha) y Tamaron 60% CS (0.8 l/ha).

b) Cultivo que se afecta: ***pimiento***

Daños: las larvas penetran en el fruto abriendo galerías en su interior y provocando pudriciones por infestación secundaria. Prefiere los frutos verdes y su ataque puede ser de consideración si no se combate a tiempo

por lo que se recomienda su control antes de que penetre al fruto.

Control: se recomienda rotación de cultivos siembra intercalada de plantas trampas aplicaciones de Carbaryl 85% PH (2-3 kg/ha) Permetrin 10% EC (05 l/ha) M. Parathion 50% EC (1 l/ha)

Tamaron 60% CS (08 l/ha).

9.2.9 Mosca blanca del ají (Aleurotrachelus trachoides Back)

Cultivo que se afecta: ***pimiento***



Figura 109. Mosca blanca del ají.

Fuente: https://bioprotectionportal.com/wp-content/uploads/2024/05/112682_01.jpg?x62924

Daños: este insecto (Foto 109) de aparato bucal chupador se encuentra fundamentalmente en el envés de la hoja donde succiona la savia afectando notablemente la planta. Se reconoce fácilmente por su apariencia blanca debido al polvo fino que cubre las alas y el cuerpo.

Control: se emplea Metil Parathion 18% PH a razón de 25-3 kg/ha M.

Parathion 50% EC con dosis de 1 l/ha Malathion 54% EC a 2 l/ha entre otros.

Métodos Culturales y Preventivos.

- **Manejo del Cultivo:** Elimina brotes vegetativos excesivos realiza podas de aireación y evita el exceso de nitrógeno para no generar vigor excesivo.
- **Limpieza:** Retira malas hierbas y los frutos caídos ya que son focos de infestación.
- **Mallas:** En invernaderos usa mallas restrictivas para impedir la entrada de la plaga.

Métodos Biológicos

- **Controladores Biológicos:** Introduce avispas parasitoides (*Eretmocerus eremicus*) y ácaros depredadores para controlar larvas y huevos.
- **Hongos:** Utiliza hongos benéficos como alternativa eficaz.
- Métodos Mecánicos y Físicos
- **Trampas Cromáticas:** Usa trampas adhesivas amarillas para monitorear y capturar adultos.
- **Lavado:** Lava el envés de las hojas con agua o un paño húmedo para remover huevos y ninfas.

Métodos Ecológicos y Caseros

- **Jabón Potásico/Agua Jabonosa:** Mezcla agua con jabón neutro o potásico y rocía sobre las hojas (especialmente el envés) para asfixiar la plaga.

- **Aceite de Nim:** Aplica productos a base de aceite de nim que también es un insecticida natural.

Métodos Químicos (Último Recurso)

- **Insecticidas Sistémicos:** Productos con Acetamiprid o Flupyradifurone que se absorben por la planta y protegen el envés de las hojas.

- **Alternancia:** Si usas químicos alterna ingredientes activos (Ciflutrin Imidacloprid Metamidofos) para evitar la resistencia.

- **Aplicación**

- **Frecuencia:** Los métodos caseros y biológicos requieren aplicaciones más frecuentes (cada 4- 7 días).

- **Dirección:** Siempre pulveriza el envés de las hojas levantándolas ligeramente.

- **Momento:** Aplica al atardecer para evitar dañar insectos benéficos (Multiplag 2023).

9.2.10 icudo del ají (Faustinus cubae Boh)

a) Cultivo que se afecta: ***pimiento***



Figura 110. Picudo del ají.

Fuente: https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/394224853/original.jpg

Daños: Es un pequeño insecto de color negro (Foto 110) que ataca en estado larvario taladra los tallos afectando todo su interior finalmente provoca la muerte de la planta.

Control: se recomienda Carbaryl 85% PH (2 kg/ha) M. Parathion 18% PH (25-3 kg/ha) y Methil Parathion 50 % EC (1 l/ha).

El control del Picudo del ají (*Faustinus cubae*) se basa en el Manejo Integrado de Plagas (MIP) combinando prácticas culturales (rotación limpieza de residuos) trampas (cuña disco bisagra) para monitoreo y captura control biológico (hongos parasitoides) y en casos severos insecticidas de bajo impacto o específicos priorizando la prevención antes de la siembra y el monitoreo constante para evitar daños mayores en el cultivo de ají/pimiento (SINAVIMO s. f.-b).

9.2.11 Pulgones (Aphis gossypii Glover)

Cultivo que se afecta: ***pepino y sandia o melón de agua***



Figura 111. Pulgones.

Fuente: https://www.syngenta.es/sites/g/files/kgtney1561/files/media/image/2023/11/11/aphis-gossypii-en-sandia- 1024x768.jpg

El pepino y la sandía o melón de agua son atacado por las mismas plagas y enfermedades. **Daños:** los pulgones (Foto 111) se presentan en las plantaciones de pepino durante todo el año es favorecido por las condiciones climáticas y su reproducción partenogenética. Su incidencia se manifiesta con enrollamiento de las hojas producto de la succión de la savia moteado de estas marchitamiento de las yemas y arrugamiento de los frutos.

Control: aplicaciones de Bi-58 EC (1 l/ha) Tamaron 60% CS (08 l/ha) y Metil Parathion 18% PH (3 kg/ha). Para controlar esta plaga de manera eficaz o al menos mantener unos niveles de población aceptables es preciso compatibilizar los distintos métodos de control de que

disponemos empezando por llevar a cabo unas medidas culturales preventivas en las cuales se aconseja:

- Utilizar material vegetal sano procedente de viveros o semilleros autorizados.
- Eliminar malas hierbas y restos de cultivos del entorno del cultivo ya que pueden actuar como reservorio de la plaga.
- Evitar la proximidad de otros cultivos hospedantes e infectados.
- Colocar trampas adhesivas amarillas desde el inicio del cultivo. Éstas atraen a las formas aladas lo que puede ayudar a la detección precoz de la plaga.
- En el caso de invernadero o malla sombra procurar que sea lo más hermético posible colocando mallas (mínimo 10 x 20 hilos/cm2) en las bandas ventilaciones cenitales y puertas. Además es importante revisar periódicamente su estado sobre todo de las que coinciden con la dirección de los vientos dominantes. También se debe vigilar que no haya roturas en los plásticos o mallas.
- Controlar y llevar un seguimiento de los primeros estados vegetativos de las plantas.
- Llevar a cabo un buen manejo del riego y la fertilización dosificando de forma equilibrada para evitar un exceso de vigor. Evitar los aportes masivos de fertilizantes nitrogenados.
- Realizar rotaciones de cultivos.

- No asociar cultivos en la misma parcela.
- Respetar y favorecer el desarrollo de poblaciones de enemigos naturales usando en caso necesario productos fitosanitarios compatibles con ellos.
- No abandonar los cultivos al final del ciclo.
- Distanciar en el tiempo la realización de la nueva plantación.

Control biológico

Los principales enemigos naturales utilizados para combatir a los pulgones son:

- **Parasitoides:** Aphidius matricariae Aphidius colemani Aphidius ervi Aphelinus abdominalis Lysiphlebus testaicepes.
- **Depredadores:** Adalia bipunctata Aphidoletes aphidimyza Chrysoperla carnea Chrysopa formosa Coccinella septempuntata Sphaerophorbia ruppellii.
- **Hongo patógeno:** Verticillium lecanii.

Control Químico

Si al aplicar estos organismos que acabamos de citar se consigue un nivel de parasitismo superior al 60 % no se considera necesaria la realización de tratamientos fitosanitarios. Unos criterios de intervención orientativos para actuar con productos químicos pueden ser:

- Cuando no se detecte suficiente nivel de parasitismo.
- Cuando exista presencia de colonias bien establecidas o negrilla.
- Cuando se detecten síntomas de virosis en las plantas.
- A la hora de realizar los tratamientos se recomienda:
- Realizar los tratamientos de forma que se moje bien el envés de las hojas.
- Dirigir el tratamiento sobre los focos localizados. Si éstos van aumentando de tamaño y/o son numerosos se justifica un tratamiento generalizado.
- Si por circunstancias no se puede realizar el tratamiento se recomienda la utilización de productos a través del riego con acción sistémica.
- Evitar las aplicaciones sistemáticas llevándolas a cabo cuando sea necesario según el nivel de riesgo basado en el nivel de población y los daños del cultivo.
- Por supuesto es recomendable seguir las recomendaciones de los técnicos responsables de los cultivos.
- La elección de la materia activa a utilizar estará en función de la especie de áfido de la densidad de individuos y/o el estado del cultivo.

Hay algunos productos comerciales que contienen materias activas como: imidacloprid pirimicarb oxamilo piretroides sintéticos

(cipermetrín deltametrín) y más. El problema que tienen estos productos es que eliminan también a los enemigos naturales quedando los pulgones supervivientes libres para desarrollarse. En este sentido es preferible aplicar materias activas que sean respetuosas con estos organismos aunque haya que tratar alguna vez más. Algunas de estas materias compatibles son: aceite de parafina azadiractín pimetrozina piretrinas naturales sales potásicas de ácidos grasos vegetales etc.

Importante llevar a cabo un uso racional de los productos fitosanitarios y poder combinarlo con los otros métodos de control. Al final se trata de ser eficientes pero también responsables (Infoagro s. f.-g).

9.2.12 Pulgón verde de la col (Brevicnryne brassicae L.)

a) Cultivo que se afecta: ***repollo o col***



Figura 112. Pulgón verde de la col.

Fuente:
https://pictureinsect.com/imaghandle/image/1080/153836790757720086.jpeg?x-oss- process=image/formatwebp/resizes_170&v=1.0

Daños: este pulgón (Foto 112) aparece generalmente en la fase final del desarrollo de la planta formando colonias compactas en el envés de las hojas donde succiona la savia provoca el encaracolamiento de esta y la formación de repollos pequeños y de baja calidad.

Control: control químico aplicación de Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) M. Parathion 18% PH (2 kg/ha). Bi-58 38% EC (1 l/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha). El control puede ser biológico (mediante depredadores naturales). Se fomenta la presencia de depredadores naturales como mariquitas larvas de sírfidos y crisopas así como avispas parásitas que atacan a los pulgones. cultural (rotación de cultivos eliminación de malezas) o químico con jabón insecticida y aceite de Neem y aplicar chorros de agua a presión a través de una manguera para desprender físicamente los pulgones de las plantas (Intagri 2024).

9.2.13 Gusano de los melones (Diaphania hyalinata Stoll)

a) Cultivo que se afecta: ***pepino y sandia o melón de agua***



Figura 113. Gusano de los melones.

Fuente: https://www.ecured.cu/images/thumb/4/43/Melonworm03.JPG/260px-Melonworm03.JPG

Daños: sus larvas son verdes (Foto 113) con líneas blancas y se alimentan principalmente del follaje de plantas como melones y calabazas dejando las hojas con textura de encaje. Aunque puede afectar los frutos generalmente se alimenta de la superficie. Los adultos son polillas con una marca translúcida central en las alas. es considerado uno de los insectos más dañinos a las cucurbitáceas fundamentalmente en estado larvario. Son muy voraces; forman una red de hilos sedosos segregados por sus glándulas sericígenas con las cuales unen las hojas. Ocasionan la destrucción del follaje y perforan los tallos y frutos haciendo estos últimos inservibles.

Control: Carbaryl 85% PH (2 kg/ha). Malathion 57% EC (2 l/ha) Metil Parathion 18% PH (3 kg/ha) y Thiodan 50% PH (2 kg/ha). el gusano del melón se consideraba una plaga muy dañina pero dado que se alimenta preferentemente del follaje es fácil de controlar con diversos insecticidas. En zonas templadas y especialmente en la producción comercial de hortalizas se trata solo como una plaga menor. En la producción de cucurbitáceas sin insecticidas y en huertos familiares el gusano del melón puede causar graves daños. Además de los insecticidas sintéticos convencionales el Neem (una sustancia botánica) y el insecticida biológico Bacillus thuringiensis son eficaces para el control del gusano del melón. Los polinizadores en particular las abejas son muy importantes en la producción de cucurbitáceas y la aplicación de insecticidas puede interferir con la polinización matando a las abejas melíferas. Si se aplican insecticidas durante la floración es recomendable usar insecticidas con baja actividad residual y aplicarlos al final del día cuando la actividad de las abejas es mínima.

Prácticas culturales: Las cubiertas de hileras pueden utilizarse eficazmente para excluir a los adultos del gusano del melón (Webb & Linda 1992 como se citó en Capinera 2025). se recomienda la destrucción de los residuos de cultivo que pueden contener pupas del gusano del melón.

Control biológico: Además de los insecticidas químicos el insecticida bacteriano Bacillus thuringiensis se recomienda comúnmente para la supresión. El nematodo entomopatógeno Steinernema carpocapsae solo proporciona una supresión moderada ya que no sobrevive mucho tiempo en el follaje donde las larvas descansan y se alimentan (Shannag & Capinera 1995 como se citó en Capinera 2025).

9.2.14 Mosquito verde (Empoasca spp.) y Pulgón verde (Mysus persicae).

Cultivo que se afecta: ***lechuga.***



Figura 114. Mosquito verde.

Fuente: https://www.silosdelcinca.com/wp-content/uploads/mosquito-verde.png

Daños: Se consideran como trasmisores del virus del amarillamiento en

la lechuga la mosquita verde (Foto 114) realiza picaduras en las hojas para succionar la savia de la planta amarilleando y secándose los bordes. Ataques muy fuertes ocasionan una pérdida de vigor en el crecimiento de la planta.

Control: como control químico aplicar Malathion 57% EC (1 l/ha) y control biológico Himenópteros Parasitoides: *Anagrus atomus y Stethynium triclavatum* (ambos parasitan huevos) Depredadores: chinches míridos (Agrológica 2025).

9.2.15 Gusano de la col (Ascia monusle eubotea Lat.)

a) Cultivo que se afecta: ***repollo o col***



Figura 115.Gusano de la col.

Fuente: https://content.peat-cloud.com/thumbnails/great-southern-white-cabbage-1687164401.jpg

Daños: son orugas de color amarillo-verdoso (Foto 115) que atacan las hojas y dejan orificios en estas su daño principal es la defoliación y la contaminación de la cosecha con sus excrementos. Se alimentan de todas

las partes tiernas de las plantas de col pero prefieren las yemas terminales. Las plagas de la col causan pérdidas de rendimiento y en casos graves el fracaso total de la cosecha.

Control: se recomienda el Permetrin 50% EC (01 l/ha) Carbaryl 85% PH (2 kg/ha) Metil Parathion 18% PH (2 kg/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha). El control puede incluir la eliminación manual de huevos y orugas el uso de barreras físicas como redes y la aplicación de tratamientos biológicos o insecticidas orgánicos y aplicar aceite de Neem que es un aceite vegetal que puede actuar como repelente para los gusanos de la col (Skivington 2025a).

9.2.16 Polilla de la col (Plutella xylostella L.)

a) Cultivo que se afecta: ***repollo o col.***



Figura 116.Polilla de la col.

Fuente:
https://www.mnhn.gob.cl/sites/www.mnhn.gob.cl/files/styles/16x9_grande/public/2021- 04/Cabecera_1.jpg?h=dc7fcc5e&itok=XCn7YOzr

Daños: también conocida por oruga verde del repollo polilla diamante

o polilla de las crucíferas (Foto 116) son larvas de color verde que se localizan generalmente en el envés de las hojas de las cuales se alimenta haciendo numerosos orificios pequeños. El tiempo seco la favorece pudiendo causar daños de consideración ya que perfora el repollo y lo inutiliza para la comercialización. Esta polilla es activa especialmente durante el atardecer y la noche.

Control: aplicar Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) M. Parathion 18% PH (2 kg/ha) Permetrin 50% EC (01 l/ha) Malathion 57% EC (2 l/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha). Se ha citado como multirresistente a diversos tipos de insecticidas sintéticos aplicados en campo dificultando su control. Además ha sido una de las primeras plagas agrícolas citada como resistente a la toxina del *Bacillus thuringiensis* var. kurstaki (insecticida biológico). Se recomienda la utilización de 1 a 2 trampas tipo Delta (triangular) por hectárea cebadas con feromona sexual. Las trampas deben revisarse 1 vez por semana y renovarse la feromona cada 6 semanas. Asimismo se sustituirá la placa engomada cuando contenga un número elevado de insectos (Perera & Trujillo 2013).

9.2.17 Cachazudos (Agrotis subterránea F.)

a) *Cultivo que se afecta:* ***repollo o col***



Figura 117. Cachazudos.

Fuente: https://www.ecured.cu/images/1/10/Cachasudo.7.jpeg

Daños: (ahora también conocida como Feltia subterránea) son larvas de color gris oscuro (Foto 117) roen el cuello de las raicee de las plantas jóvenes lo cual obliga a resembrar varias veces. Cuando el ataque es intenso suben a las plantas y tronchan las hojas para luego devorarlas en el suelo. Causan graves daños agrícolas al cortar el tallo de plantas jóvenes a nivel del suelo o por debajo de la superficie y al alimentarse de sus raíces. Son plagas muy dañinas que se ocultan en el suelo durante el día y se activan por la noche para alimentarse resultando en plantas marchitas y pérdidas de cultivo.

Control: se emplea Carbaryl 85% PH (2 kg/ha) Metil Parathion 18% PH (2 kg/ha) y Metil Parathion 50% EC (1 l/ha). En el control químico se pueden usar insecticidas específicos pero su aplicación es recomendable solo cuando se anticipa una infestación grande. Manejo de malezas: reducir la infestación de malezas antes de la siembra puede ayudar a controlar sus poblaciones y Rotación de cultivos: es útil para interrumpir su ciclo de vida (SINAVIMO s. f.).

9.2.18 Falso medidor (Trichoplusia ni Hubner)

a) *Cultivo que se afecta:* ***repollo o col***



Figura 118. Falso medidor.

Fuente: https://agroproductores.com/wp-content/uploads/2021/01/Trichoplusia-ni-1024x680.jpg

Daños: son larvas de color verde con una línea blanca delgada a ambos lados del cuerpo (Foto 118) hace una especie de ondulación al caminar ocasiona daños similares al gusano de la col y en ocasiones atacan juntos.

Control: se aplica Carbaryl 85 PH (2-3 kg/ha). Permetrin 50% EC (05 l/ha). Metil Parathion 50% EC (1 l/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha). En el control químico los activos que han mostrado mayor eficacia son endosulfan malation metamidofos y metomilo.

b) *Cultivo que se afecta:* ***cebolla***

Daños: ataca en estado larvario se alimenta fundamentalmente de las hojas Cuando el ataque es intenso destruye gran cantidad de follaje tanto en semillero como en plantación.

Control se recomienda aplicar Carbaryl 85% PH (2-3 kg/ha) y Methil Parathion 50% EC (1 l/ha). **Control biológico:** El falso medidor cuenta con numerosos enemigos naturales dentro de los cuales se encuentran avispas y taquínidos parasitoides Voria ruralis Fallén Hyposoter exiguae Viereck y Copidosoma truncatellum Dalman y un virus poliédrico nuclear *Trichoplusia ni* (Agroproductores 2021).

9.2.19 Trips de la cebolla (Trip. tabaci Lindelman)

a) Cultivo que se afecta: ***cebolla y del ajo***



Figura 119. Trip. Tabaci.

Fuente:
https://www.intagri.com/assets/images/articulos/categoria1/Fitosanidad/art252-trips-cebolla/Larvas1.jpg

Daños: son insectos muy pequeños (Foto 119) de color amarillento que

chupan el contenido de las células subepidérmicas lo que hace que aparezcan manchas blanquecinas en las hojas. Cuando el ataque es muy violento las hojas se deforman y las plantas pueden marchitarse y caer al suelo. Se encuentran mayormente en las vainas de las hojas.

Control: se recomienda Malathion 57%EC (2 l/ha) M. Parathion 50% EC (1 l/ha) M. Parathion 18% PH (2-3 kg/ha) Thiodan 50**%** PH (2 kg/ha) y Tamaron 60% CS (08 l/ha).

Control Cultural: Elimina malezas y residuos de cosecha variedades tolerantes a trips Evita exceso de nitrógeno.

Control Biológico: Fomenta depredadores naturales como crisopas chinches piratas sírfidos y el hongo Neozygites parvispora (Intagri s.f.-b).

9.2.20 Ácaro del ajo (Acería tulipae)

a) *Cultivo que se afecta:* ***ajo***



Figura 120. Ácaro del ajo.

Fuente: https://www.ecured.cu/images/8/89/Acaro_del_ajo.jpg

Daños: este acaro es de pequeño tamaño (Foto 120) y resulta difícil verlo a simple vista. Produce deformaciones y enrollado del follaje adquiriendo este la forma como de zarcillo. A lo largo de las hojas se presentan bandas de color amarillo. Provoca deformaciones: Al alimentarse inyectan sustancias tóxicas que pueden causar deformaciones en las hojas (retorcidas) enanismo y estrías longitudinales. Afecta la brotación: Las plantas afectadas tienen una menor capacidad de brotación y germinación en la siguiente temporada de siembra. También atacan durante el almacenamiento de los bulbos dañando los dientes que pueden llegar a secarse parcial o totalmente. Constituye una de las plagas más dañinas en el ajo.

Control: se recomienda utilizar semillas libres de ácaros en la siembra y cuando se detecte en el campo su presencia. hacer 3 aplicaciones de cualquiera de los acaricidas siguientes: Keltane 25% PH (1-15 kg/ha) Azufre 80% PH (3-5 kg/ha). Se pueden combinar métodos culturales (rotación de cultivos uso de semillas sanas manejo de humedad) tratamientos presiembra con agua caliente o soluciones de jabón/aceite y prácticas de almacenamiento adecuadas como curado rápido y temperaturas frescas para reducir poblaciones siendo el control químico una opción para infestaciones graves aunque se priorizan métodos no químicos con azufre y fungicidas específicos como alternativas. Utilice material de siembra sano. Bajo ninguna circunstancia utilice productos de consumo no probados ya que a veces están infestados. En el caso de autopropagación mediante bulbos de aire las inflorescencias no deben dejarse en la planta hasta que las brácteas se abran ya que los ácaros

pueden migrar fácilmente a las flores y por tanto a los bulbos de aire. El cultivo debe almacenarse en un lugar fresco y seco para evitar la proliferación de ácaros. Los lotes de ajo deben almacenarse a cierta distancia entre sí para evitar la migración de dientes infestados a dientes sanos (MAPA s. f.).

9.2.21 Ácaros (Rhizogliphus setosus y Rhizoghiphus robini)

a) *Cultivo que se afecta:* ***ajo***



Figura 121.Ácaros.

Fuente: https://www.ecured.cu/images/f/fe/%C3%81caros_bulbo.jpeg

Daños: Estos ácaros (Foto 121) son de mayor tamaño globosos de color blanquecino y patas de color moradas movimientos lentos y con un número variable de setas y espinas. Afecta inicialmente el sistema radical del ajo y posterior el bulbo provocando su pudrieron.

Control: Sembrar semillas libres de la plaga. Establecer un correcto

régimen de riego teniendo en cuenta que las es correntías del agua favorecen la diseminación de este ácaro hacia surcos y áreas aledañas. Destrucción de restos de cosecha.

Biológicas Aplicaciones frecuentes con preparados a base de: Bacillus thuringiensis específicamente con la cepa 13.

Químicas Aplicaciones con Dicofol (desinfección de semillas). Se recomienda utilizar semillas libres de ácaros para la siembra.

Enemigos naturales: Dentro de los principales enemigos naturales se reportan: Phytoseiulus macropilis y Hypoaspis aculeifer (Ácaro) (EcuRed s.f.-a).

9.2.22 Larvas de Lepidópteros La Mantequilla (Spodoptera latisfacia Waik). El falso medidor (Trichoplusia ni Hubner) y la palomilla del maíz (Spodoptera frugiperda).

a) *Cultivo que se afecta:* ***ajo***

Daños: pueden afectar de forma considerable las plantaciones de ajo ya que trituran el follaje. Control: se recomienda Carbaryl 85% PH (3 kg/ha) Permetrin 50% EC (01 L/ha) Tamarón 60% es (0.8 L/ha) y Methil Parathion 18% PH (3 kg/ha).

Control Biológico

Bacillus thuringiensis (Bt): Bacteria que produce proteínas tóxicas para las larvas al ser ingeridas afectando su sistema digestivo.

Hongos entomopatógenos: Como Metharizium anisopliae o

Beauveria bassiana que infectan y matan a las larvas

Parasitoides: Liberación de avispas como *Trichogramma pretiosum* (ataca huevos) o moscas taquínidas.

Control Cultural y Mecánico

Limpieza de malezas: Eliminar hospederos alternos como quelites (*Amaranthus spp.*) para reducir las poblaciones de la plaga

Monitoreo: Uso de trampas con feromonas para monitorear adultos y determinar momentos clave de aplicación.

Rotación de cultivos y siembra: Respetar los periodos de siembra y rotar para romper el ciclo de la plaga (Skivington & Grossrieder 2025).

9.2.23 Oruga del frijol de terciopelo (Anticarsis gemmatilis H.)

a) *Cultivo que se afecta:* ***vainitas o habichuelas***



Figura 122. Oruga del frijol de terciopelo.

Fuente: https://inaturalist-open-data.s3.amazonaws.com/photos/5291298/large.jpg

Daños: ataca en estado larvario (Foto 122) devorando todo el follaje de la planta.

Control: se utiliza Carbaryl 85% PH (2 kg/ha) Malathion 57% EC (1 L/ha) y Methil Parathion 18% (3kg/ha). También se usa un enfoque Integrado que incluye control biológico con hongos y avispas parasitoides control cultural (rotación limpieza muestreo) y control químico con insecticidas específicos como piretroides aplicados al atardecer o noche cuando la oruga es activa o tratamientos a la semilla siempre considerando el nivel de daño económico y la presencia de enemigos naturales para no afectar el control biológico.

Control Biológico: Hongos entomopatógenos: Nomuraea rileyi es eficaz y Virus: Baculovirus anticarsia. Avispas parasitoides: Euplectrus puttleri Meteorus autographae y moscas taquínidas como Winthemia rufopicta (IICA 2010).

9.2.24 Salta hojas (Empoasca fabae Harris)

a) *Cultivo que se afecta:* ***vainitas o habichuelas***



Figura 123. Salta de hojas.

Fuente:
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/6/66/Empoasca_fabae_P1550789a.jpg/250px- Empoasca_fabae_P1550789a.jpg

Daños: succiona la savia de la planta (Foto 123) unido a que puede inocular sustancias tóxicas que paralizan el crecimiento de esta presentando sus bordes un color amarillento primero y después sé desecan. Se considera que sea el trasmisor del virus del mosaico.

Control: se emplea para combatirlo: Carbaryl 85% PH (2 kg/ha). Malathion 57% EC (1 l/ha) y Metil Parathion 18% PH (2 kg/ha). se recomienda un Manejo Integrado de Plagas (MIP) que combine monitoreo (trampas amarillas inspección visual) prácticas culturales (rotación mulching eliminación de malezas) y si es necesario el uso de insecticidas específicos o control biológico con parasitoides (como Anagrus spp.) y depredadores naturales priorizando métodos menos tóxicos para el medio ambiente (Méndez *et al.* 2022).

9.3 Enfermedades fungosas síntomas y control

Las enfermedades causadas por hongos presentan un incremento en la incidencia y la severidad cuando se presentan condiciones favorables para la diseminación y el desarrollo de algunos organismos patógenos junto a las condiciones desfavorables de defensa de las plantas que inducen pérdidas y en ocasiones hasta la ruina total de las cosechas.

9.3.1 Tizón temprano (Alternaría solani Elly Mart)

a) *Cultivos que afecta:* ***tomate***



Figura 124. Tizón temprano.

Fuente: https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2016/03/Nicole-W-Gauthier- 2.jpg?v=1631545926

Síntomas: se presentan manchas circulares concéntricas apergaminadas de color café a negro que pueden alcanzar hasta 4 mm de diámetro. Alrededor de la mancha necrótica se puede producir una estrecha zona clorótica que gradualmente pasa al verde normal (Foto 124). Cuando las manchas son muy numerosas se acelera el envejecimiento de las hojas y mueren terminando por desprenderse de la planta. Las manchas concéntricas pueden presentarse igualmente en tallos y frutos y en estés últimos pueden llegar a cubrirlo totalmente La enfermedad se manifiesta inicialmente en las hojas más viejas. Un suelo adecuadamente fertilizado tiende a reducir la intensidad de la enfermedad. El hongo puede presentarse en condiciones de temperaturas relativamente variables que van desde 16 hasta 28 °C y más y humedad relativa alta.

Control: Se combate con Zineb 75% PH (2-3 kg/ha) Maneb 80% PH (2 kg/ha) Triazine 50% PH (2 kg/ha) y Policarbacin 75% PH (2 kg/ha).

Cultural: Rotación de cultivos (2-3 años) con plantas no susceptibles

Retirar y destruir residuos de cosecha Espaciar plantas para buena circulación de aire y riego por goteo para mantener hojas secas y Riego por la mañana para que las hojas se sequen (Koppert s. f.).

9.3.2 Tizón tardío (Phytophtora infestans Mont D. By)

a) *Cultivos que afecta:* ***tomate***



Figura 125. Tizón tardío.

Fuente: https://panorama-agro.com/wp-content/uploads/2017/11/late-blight-Phytophthora-infestans-Gerald-Holmes- California-Polytechnic-State-University-at-San-Luis-Obispo-Bugwood.org_-1073x1600.jpg

Síntoma: se considera como una de las enfermedades más dañinas en el cultivo del tomate (Foto 125). Esta enfermedad aparece en el follaje en cualquier estado de su desarrollo como manchas de color pardo oscuro a negros avanzando rápidamente cuando las condiciones son favorables. En los frutos los síntomas aparecen en cualquier estado de su desarrollo;

cuando estos son verdes las manchas son arrugadas y de consistencia firme quedando verdes a medida que el tejido no afectado madura a su color normal. También se presentan en tallos y flores. El tiempo seco limita el desarrollo de la enfermedad, pero se ve favorecida en ambiente húmedo y con temperaturas altas.

Control: se controla con Maneb 80% PH (2 kg/ha) Triazine 50% PH (2 kg/ha) Zineb 75% PH (0- 3 kg/ha) y Oxicloruro de cobre 50% PH (2 kg/ha). Eliminar: Retirar y destruir plantas o partes muy afectadas para frenar su avance (no compostar) Fungicidas: Aplicar fungicidas preventivos como los cúpricos (sulfato de cobre) o mancozeb especialmente al inicio y en condiciones favorables asegurando cubrir el envés de las hojas y Rociar al atardecer o en días nublados y repetir cada 7- 10 días si el clima es húmedo (GardenTech s. f.).

9.3.3 Moho de las hojas (Cladosporlum fulvum. Cooke)

a) *Cultivos que afecta:* ***tomate***



Figura 126. Moho de las hojas.

Fuente: https://thumbs.dreamstime.com/b/moho-de-hojas-tomate-causado-por-hongo-passalora-fulva-o- enfermedad-f%C3%BAngica-cladosporium-fulvum-en-con-manchas-amarillo-p%C3%A1lido-289817521.jpg

Síntoma: La Cladosporiose se manifiesta como manchas cloróticas con márgenes indefinidos en las hojas inferiores y luego invade el resto de la planta (Foto 126). En el envés la mancha aparece cubierta por un moho aterciopelado de color verde grisáceo. La humedad relativa alta favorece el desarrollo de la enfermedad.

Control: se combate con Zineb 75% PH (2-3 kg/ha) Maneb 80% PH (2 kg/ha). Triazine 50% PH (2 kg/ha) y Captan 50% PH (2 kg/ha).

Variedades Resistentes: El uso de híbridos de tomate con genes de resistencia (como los genes Cf) es crucial aunque nuevas cepas pueden vencer esta resistencia.

Buenas Prácticas Agrícolas: Evitar el exceso de humedad asegurar una buena ventilación y prevenir el encharcamiento del agua sobre las hojas.

Control Biológico: Hongos como Trichoderma harzianum han mostrado eficacia reduciendo la severidad de la enfermedad.

Medidas Culturales: Desinfección de invernaderos y manejo adecuado del cultivo (Ephytia s. f.).

9.3.4 Marchitez por Fusarium (Fusarium oxysporum + lycopersici Saco y Snyder y Hansen)

a) *Cultivos que afecta:* ***tomate***



Figura 127. Marchitez por Fusarium.

Fuente:
https://www.koppert.es/content/_processed_/8/7/csm_basal_rot_fusarium_oxysporum_tomato_koppert_49887b21db.jpg

Síntomas: se presenta una amarillez en las hojas inferiores que finalmente marchitan y mueren y los síntomas continúan apareciendo sucesivamente en las hojas más jóvenes (Foto 127). Después que la enfermedad ha progresado en una sección transversal del tallo inferior se puede observar el sistema vascular afectado que se vuelve de color pardo. Se establece en muchos tipos de suelo que pueden quedar infestados definitivamente. Se trasmite en los trasplantes tierra arrastrada por el agua riegos y en los aperos de labranza.

Control: no tiene control químico recomendándose el empleo de variedades resistentes y rotación de cosechas.

9.3.5 Mancha gris de la hoja (Slemphyllium sotaní G.F. Weber)

a) Cultivos que afecta: tomate



Figura 128. Mancha gris de la hoja.

Fuente: https://www.agro-tecnologia-tropical.com/fs_files/user_img/Stemphylium%20solani.jpg

Síntomas: Las lesiones son comunes en las hojas nunca en los frutos. Las manchas son abundantes circulares o alargadas de color pardo a negro y ligeramente hundidas. A medida que la mancha aumenta su centro se vuelve gris parduzco y brillante (Foto 128). El diámetro de las manchas puede llegar hasta 2 mm. Cuando las manchas se generalizan en toda la hoja esta se vuelve amarilla muere y cae. Se presenta primero en las hojas más viejas y después va avanzando en\ línea ascendente en la planta. Causa un punteado gris en las hojas de la planta infectada con un contorno amarillo que en ocasiones se vuelve necrótico. Las masas de conidióforos se forman en los bordes de la mancha en ambos lados de la hoja.

Control: se recomienda para su control Zineb 75 % PH (2 kg/ha). Maneb 80% PH (2 kg/ha). Policarbacin 75% PH (2 kg/ha) y Oxicloruro de cobre 50% PH (3 kg/ha) (Forbes *et al.* 1975).

9.3.6 Antracnosis (Gloesporium piperatum Eli. y Ev.)

a) *Cultivos que afecta:* ***pimiento***



Figura 129. Antracnosis.

Fuente: https://es.dreamstime.com/antracnosis-de-pimientos-enfermedades-y-lesiones-pudrici%C3%B3n-fruta-en-la- vaina-fase-inicial-enfermedad-planta-pimienta-el-arbusto-image224270543

Síntomas: se presentan principalmente en los frutos verdes y maduros como manchas circulares deprimidas de color oscuro; la superficie de estas manchas presenta una masa de esporas (Foto 129). En las hojas y tallos también puede aparecer como manchas pequeñas necróticas redondeadas por zonas cloróticas.

Control: se recomiendan Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbacin 75% PH (2 hg/ha) Oxicloruro de cobre 50% PH (3 kg/ha) y Maneb 80% PH (2 kg/ha).

Cultural: Evitar el exceso de humedad mantener las hojas secas buena ventilación y espacio entre plantas. No manejar plantas con

follaje húmedo para no diseminar esporas.

Fungicidas: Aplicación de fungicidas registrados como los cúpricos o con azoxistrobina y clorotalonil especialmente en condiciones favorables (Laguna & Docampo 1971).

9.3.7 Mancha ocular (Cercospora capsici Heald y Wolf)

a) *Cultivos que afecta:* ***pimiento***



Figura 130. Mancha ocular.

Fuente: https://www.shutterstock.com/es/image-photo/pepper-disease-cercospora-leaf-spot-causal-1723646755

Síntoma: se presentan manchas circulares de color pardo en la superficie de las hojas (Foto 130). La zona afectada puede desprenderse de la hoja. Puede afectar, aunque en menor grado los peciolos el tallo y los frutos.

Control: se recomienda Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbacin 75% PH (2 kg/ha) Oxicloruro de cobre 50% PH (3 kg/ha) y Maneb 80% PH (2 kg/ha).

Identificar la apariencia exacta de la mancha es clave para aplicar el tratamiento correcto siendo la Cercosporiosis la que más se asemeja a la descripción de "mancha ocular" o "ojo de rana"(Rosa 2005).

9.3.8 Podredumbre del cuello (Phytophtora capsici Leo)

a) *Cultivos que afecta:* ***pimiento***



Figura 131.Podredumbre del cuello.

Fuente: https://www.zerimarlaboratoire.com/patogenos-3/phytophthora-en-mora?srsltid=AfmBOop2vCtY9OmoMAVfemJlBfwl3UjNIHxSDP-Oo6ILF2oHf5Xc5HPb

Síntoma: se produce una podredumbre de color negro en el cuello de la raíz que provoca el marchitamiento de la planta (Foto 131). Puede afectar también las hojas provocando manchas irregulares como quemaduras. ataca la base del tallo (cuello) y raíces provocando manchas oscuras marchitez y muerte de la planta a menudo confundida con problemas de riego o asfixia radicular y se controla con buen drenaje riego adecuado patrones resistentes y medidas culturales como rotación de cultivos.

Control: se recomienda Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbacin 75% PH (2 kg/ha) y oxicloruro de cobre 50% PH (3 kg/ha).

Mejorar el drenaje del suelo y evitar encharcamientos en la base de la planta.

Riego: Riegos más cortos y frecuentes sin mojar la zona del cuello.

Material vegetal: Usar patrones resistentes a Phytophthora.

Manejo cultural: Evitar lesiones en el tallo. Incorporar materia orgánica bien descompuesta lejos de la base. Rotación de cultivos y limpieza de restos vegetales.

Tratamientos: Aplicación de fungicidas específicos (como los que contienen fosetil aluminio) en otoño y primavera si la enfermedad ha sido un problema (Sanidad y Protección Vegetal s. f.).

9.3.9 Mildiu velloso (Pseudoperonospora cubénsis Berk y Curt Rostow)

a) *Cultivos que afecta:* ***pepino y sandia o melón de agua***



Figura 132. Mildiu velloso.

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-5-Mildiu-velloso-Pseudoperonospora-cubensis_fig5_352424678

Síntomas: las plantas son atacadas por este hongo se tornan de un color grisáceo se presentan manchas amarillas en las hojas que después se vuelven pardas (Foto 132). Por el envés de la hoja se produce un micelio de consistencia algodonosa de color gris aculado. En la medida que avanza la enfermedad la parte afectada puede llegar a secarse. Hay una reducción considerable de los rendimientos por su causa. La infección se agrava si los días siguientes existen humedades altas y las temperaturas son frescas por la noche y algo más cálidas durante el día. El daño causado por este hongo se manifiesta exclusivamente en las hojas provocando unas manchas amarillentas en el haz con formas poligonales perfectamente delimitadas por los nervios de la hoja mientras en el envés se puede apreciar un fieltro grisáceo que corresponde al micelio del hongo.

Control: debe controlarse en sus inicios con: Zineb 75% PH (2.5 kg/ha). Antrapol 70% PH (2 kg/ha). Oxicloruro de cobre 50% PH (3 kg/ha) y Policarbacin 80% PH (2 kg/ha). Para un buen control son importantes las mediadas culturales que eviten la presencia de humedades altas que puedan dar lugar a la presencia de agua libre sobre las plantas dentro del invernadero. Por ello es fundamental un buen manejo del riego y la ventilación. Debido al rápido desarrollo del hongo el control debe ser algo combinado entre manejo cultural y tratamientos químicos preventivos ya que en el caso de un fuerte ataque puede ser difícil de controlar solo a base de de tratamientos (Hortocampo 2018).

9.3.10 Mildiu polvoriento (Erysiphe cichoracearum Sehl. Salmón)

a) Cultivos que afecta: ***pepino y sandia o melón de agua***



Figura 133. Mildiu polvoriento.

Fuente: https://www.ecured.cu/images/e/e1/Polvoroso.jpg

Síntoma: enfermedad fúngica común que deja un polvo blanco o grisáceo en hojas y tallos afectando la fotosíntesis y debilitando la planta lo que causa amarillamiento y caída prematura de hojas (Foto 133) reduciendo el rendimiento y se favorece con calor seco y alta humedad relativa con manejo que incluye resistencia fungicidas y buenas prácticas culturales. provoca pequeñas manchas blancas sobre la superficie de las hojas y tallos que en la medida que aumentan se vuelven pulverulentas. Cuando la enfermedad se ve favorecidas por un clima cálido y húmedo produce amarillamiento y defoliaciones prematuras.

Control Químico: es difícil por medios químicos por lo que es más efectivo utilizar variedades resistentes. Se recomienda igualmente sembrar en áreas donde no se presenten las condiciones que propician la

enfermedad. Se emplea con relativo éxito la aplicación de Azufre 80% PH (3 kg/ha) Zineb 75% PH (3 kg/ha) y Policarbacin 80% PH (2 kg/ha).

Contra el mildiu polvoriento el tratamiento habitual es el uso reiterado de fungicidas. Estos son los más habituales:

El bicarbonato potásico destruye rápidamente las esporas del mildiu polvoriento. Cuando se aplica generosamente en las hojas enfermas una dosis de 10 g/l este fungicida de contacto (que también se utiliza en la agricultura orgánica) tiene el potencial de reducir la esporulación del patógeno hasta en un 80%.

Los fungicidas de azufre para eliminar la cenicilla en forma de polvo o aerosol han demostrado ser muy eficaces para interrumpir el crecimiento del hongo. Sin embargo aplicar el tratamiento de azufre contra el mildiu polvoriento en caliente o junto con algunos aceites puede dañar las plantas. Los triazoles son fungicidas sistémicos que son absorbidos por las plantas lo que les proporciona un efecto protector a largo plazo. Impiden el crecimiento de los hongos al impedir la producción de esteroles.

Los fungicidas de cobre para el control de la cenicilla son muy eficaces. Al mismo tiempo hay que tener cuidado con la dosis de estos fungicidas y evitar un uso indebido ya que el cobre puede acumularse en el suelo y volverse tóxico para las plantas.

Se cree que el peróxido de hidrógeno es una alternativa más segura que algunos fungicidas sintéticos. En cuanto detecte la presencia de mildiu polvoriento rocíe una solución de peróxido de hidrógeno al 3% por

ambos lados de las hojas; repita la operación una vez a la semana si es necesario.

Control Físico Y Cultural:

El cumplimiento de las siguientes prácticas puede prevenir o frenar el desarrollo de la cenicilla:

- Cortar cualquier parte de la planta infectada (hojas tallos brotes etc.) evita que el mildiu polvoriento se propague. Recortar algunas plantas perennes hasta el suelo es una opción.

- Deseche todas las partes de la planta eliminadas en lugar de compostarlas ya que las esporas pueden sobrevivir en el compost. Desinfecte las podadoras y otros instrumentos utilizados para cortar y podar las plantas enfermas.
- Rociar las hojas con agua a primera hora de la mañana para lavar las esporas fúngicas es una buena forma de prevenir o al menos ralentizar la propagación de la cenicilla. Al hacerlo por la mañana el follaje tiene tiempo de secarse lo que reduce el riesgo de otras enfermedades del cultivo causadas por el exceso de humedad.

Control Orgánico Del Mildiu Polvoriento

La cenicilla puede ser tratada mediante control orgánico. Algunas técnicas son las siguientes:

El aceite de neem no está considerado como un tratamiento independiente contra la cenicilla en las plantas; sin embargo su adición a las mezclas puede aumentar la eficacia de éstas.

El bicarbonato sódico aplicado generosamente puede ser más eficaz como estrategia preventiva pero también reduce la propagación del patógeno presente (EOS 2025a).

9.3.11 Antracnosis (Colletotríchum lagenarium Pass Eli. y Halst)

a) Cultivos que afecta: pepino y sandia o melón de agua



Figura 134. Antracnosis.

Fuente:
https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.20207800253

Síntomas: puede afectar las hojas tallos y peciolos y es favorecido por condiciones de humedad y temperatura alta. Los más característicos son: manchas pardas angulares o en alguna medida circulares de un centímetro de diámetro aproximadamente (Foto 134). En su estado avanzado provoca enrollamiento de la yema apical y defoliación. Se presenta en los frutos cuando estos están desarrollados; produce depresiones en ellos de forma circular y consistencia acuosa y pueden aparecer exudados gomosos.

Control: se recomienda la desinfección de semillas con TMTD a razón de 84 g/46 g de semilla y aplicaciones de Antracol 70% PH (1 kg/ha). Oxicloruro de cobre 60% PH (2 kg/ha) Zineb 75% PH (2 kg/ha) Dithane M-45 (1 kg/ha) y Policarbacin 80% PH (2 kg/ha) (Ephytia s. f.-a).

b) Cultivo que afecta: vainita o habichuela

Síntoma: afecta por igual las hojas vainas y semillas y presenta las mismas manchas pardo grisáceas con un borde de color purpura oscuro.

Control: se combate con oxido de cobre 50% PH (2 kg/ha). Zineb 75% PH (2 kg/ha) y Anlracol 70% PH (1.5 kg/ha).

Usualmente la antracnosis se establece a mediados del ciclo agrícola después de que se ha desarrollado el dosel vegetal. Elegir variedades resistentes al hongo de antracnosis si es posible. Muchas variedades de pepinillos y sandías son tolerantes o resistentes a esta enfermedad. Aplicar fungicidas aprobados para cada cultivo a intervalos periódicos y realizar las aplicaciones con más frecuencia cuando llueva. Evite trabajar entre las plantas cuando el follaje sigue húmedo. De manera correspondiente es necesario evitar mover la maquinaría o los trabajadores de un campo a otra cuando las hojas están mojadas. Controle las cucurbitáceas que germinan fuera de época. Pulverice regularmente con los fungicidas recomendados en su estado. Entierre los residuos de cultivos después de la cosecha (McAvoy 2017).

12-Manchas por Alternaria (*Allernaría cucumerina.* Eli.)**.**

a) Cultivos que afecta: ***pepino y sandia o melón de agua***



Figura 135. Manchas por Alternaria.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSS73SpLlWzRpUh_p8EsWur0-XkzLauIW5TjA&s

Síntomas: se presentan manchas pequeñas de color pardo en las hojas: estas manchas aumentan de tamaño y se fusionan (Foto 135). En su estado más avanzado son más oscuras; forman círculos concéntricos y pueden afectar al fruto después de cosechado y almacenado lo que ocasiona pudriciones. Es una enfermedad común en cucurbitáceas (melón sandía) que puede reducir significativamente el rendimiento y la calidad. Puede predisponer a la planta a otras infecciones.

Control cultural: Rotación de cultivos riego por goteo para evitar mojar hojas eliminar residuos vegetales Químico: Usar fungicidas como Azoxistrobina Mancozeb Triazoles Captan o Procloraz y Biológico/casero: Infusiones de ajo bicarbonato de sodio diluido leche diluida aceite de neem y jabón potásico. Para prevenir y controlar la propagación del tizón de la hoja causado por *Alternaria cucumerina* es importante implementar prácticas de manejo integrado de plagas. Esto incluye la eliminación de restos vegetales infectados la aplicación de riegos por goteo para evitar mojar las hojas la rotación de cultivos y el

uso de fungicidas preventivos (idMicrobe s. f.).

9.3.12 Pudrición por Rhizoctonia (Rhizoctonia sotaní Kuhn).

a) Cultivos que afecta: ***lechuga***



Figura 136. Pudrición por Rhizoctonia.

Fuente: https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=408

Síntoma: pudrición en las hojas más viejas de la planta (Foto 136). El daño comienza por las nerviaciones como manchas de color pardo oscuro y después se extiende a toda la superficie de la hoja. Cuando el ataque es intenso el hongo invade todo el repollo dejándolo como momificado. En Plántulas: Pudrición de tallos (pata negra) que puede llevar a la muerte.

Control: No existen productos químicos para su control. Se combate con rotación de cultivos y buen drenaje de los suelos. Prevención: Riego adecuado para evitar encharcamientos. Rotación de cultivos: Ayuda a reducir el inóculo en el suelo. Eliminación: Retirar y destruir plantas enfermas para evitar la propagación. Manejo cultural: Evitar excesos de nitrógeno ya que incrementan la susceptibilidad y Monitoreo: Vigilancia

constante del cultivo para una acción temprana (FAUBA 2026).

9.3.13 Mancha de la hoja (Alternaría brassicae Berk. Sacc.).

a) Cultivos que afecta: ***col o repollo***



Figura 137. Mancha de la hoja.

Fuente: https://es.extension.umn.edu/manejo-de-enfermedad/tiz%C3%B3n-foliar-por-alternaria

Síntoma: ocasiona manchas de color pardo en las hojas más externas de la roseta (Foto 137) se observan círculos concéntricos en estas que en la medida que la afectación avanza las manchas se unen y puede llegar a cubrir toda la hoja la cual se seca y muere. El desarrollo de la enfermedad se ve favorecida por las condiciones húmedas del ambiente.

Control: aplicaciones de Maneb 80% PH (1-2 kg/ha). Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbacin 75% PH (2 kg/ha) Antracol 70% PH (2 kg/ha) y Triazine 50% PH (2 kg/ha). Elimina las hojas enfermas desde el inicio de la infestación. La enfermedad Alternaria brassicae se puede combatir mediante un tratamiento fitosanitario. Como medida de precaución es importante observar una rotación de cultivos adecuada y utilizar únicamente semillas certificadas (Compo s. f.).

9.3.14 Amarillamiento de la hoja (Fusarium oxysporum var. cúbense Snyder y Hansen)

a) Cultivos que afecta: ***col o repollo***

Síntoma: Aparece en el campo una o dos semanas después del trasplante como una decoloración amarillenta del follaje: las venas y haces vasculares se tornan de color pardo las hojas inferiores se caen y el sistema radical también adquiere un color pardo oscuro El hongo persiste en el suelo y es más violenta su acción cuando las temperaturas son elevadas (de 28 a 32 °C).

Control: buena preparación de suelos control de humedad excesiva de los suelos rotación de cultivos y aplicaciones de Trichoderma harzianum T-22 Hongos beneficiosos (Koppert 2025).

9.3.15 Pudrición negra (Xathomonas campestris Pam. Dows)

a) Cultivos que afecta: col o repollo



Figura 138. Pudrición negra.

Fuente: https://es.extension.umn.edu/manejo-de-enfermedad/Manejo-org%C3%A1nico-de-la-podredumbre-negra.

Síntoma: Esta bacteria penetra por los poros acuíferos de los márgenes de las hojas y avanza hacia el interior del repollo por los haces vasculares. Los primeros síntomas de la enfermedad se manifiestan por un amarillamiento en las hojas las nerviaciones toman un color oscuro y los tejidos de color pardo se deshidratan y se vuelven quebradizos (Foto 138). Cuando la afectación es muy intensa si se hace un corte transversal en el interior del repollo se observa una pudrición negruzca.

Control: se recomienda buena preparación del suelo evitar encharcamientos. rotación de cultivos Estreptomicina (345 g/ha). Oxicloruro de cobre (3 kg/ha). Opte siempre por un método integral de medidas preventivas con tratamientos biológicos de ser posible. Para impedir que los camp os se contaminen resulta muy útil tratar las semillas con agua caliente. Para retrasar la propagación de la enfermedad también se emplean tratamientos foliares con fungicidas a base de cobre aplicados cada siete a diez días. Desafortunadamente estos tratamientos pueden causar el desarrollo de puntos negros en las hojas externas del repollo. Control orgánico: Para esterilizar el material de siembra el tratamiento recomendable es sumergirlo en un baño de agua caliente durante 30 minutos a 50 °C. Esto no es 100 por ciento eficaz contra la podredumbre negra pero reduce considerablemente la incidencia de la enfermedad. El inconveniente es que podría disminuir la tasa de germinación de las semillas (Plantix s. f.).

9.3.16 Pata prieta (Phytophthora nicotianae Breda de Haan)

a) Cultivos que afecta: ***col o repollo***



Figura 139. Pata prieta.

Fuente: https://forum.armuro.com/es/wp-content/uploads/sites/13/2024/09/negra-pata-de-la-col-tratamiento.jpg

Síntoma: La enfermedad se presenta desde el semillero como manchas en forma indefinidas pálidas que paulatinamente se vuelven definidas y con frecuencia rodeadas de un halo de color púrpura (Foto 139). Las lesiones se pueden extender a las raíces y producir úlceras oscuras Afecta ramas hojas y capsulas de las semillas que las trasmiten. Las plantas atacadas por esta enfermedad se marchitan súbitamente y mueren.

Control: rotación de cultivos y aplicaciones de Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbacin 75% PH (2 kg/ha) y Maneb 80% PH (1.5 kg/ha). Variedades Resistentes: Usar cultivares con resistencia es una estrategia clave.

Manejo Cultural: Buenas prácticas agrícolas para reducir la humedad y mejorar el drenaje.

Bio-control: Uso de organismos beneficiosos como Trichoderma para

controlar la enfermedad. **Opciones Innovadoras:** El ozono en agua puede ser efectivo para secar y controlar el patógeno en superficies de la planta. Para el manejo de la pata prieta deben seleccionarse los suelos para semilleros con niveles muy bajos de infección ya que el conjunto de medidas a aplicar son menos complejas y costosas además de ser efectivos (Fernández *et al.* 2012).

9.3.17 Pudrición blanda (Erwinia carotovora)

a) Cultivos que afecta: ***col o repollo***



Figura 140. Pudrición blanda.

Fuente: https://plantwiseplusknowledgebank.org/cms/asset/cedaf5e2-baec-4205-880a- 0dc5edcac023/podredumbre-blanda-o-%E2%80%9Cpie-negro%E2%80%9D-del-repollo-honduras-1.png

Síntoma: Esta enfermedad bacteriana (Foto 140) afecta el sistema radical y la parte basal del repollo y produce una pudrición húmeda de olor fétido. Puede presentarse en el campo o después de recolectados los repollos y es favorecida por el ambiente húmedo. Esta bacteria vive en el suelo y sobre desechos putrefactos.

Control: realizar una buena preparación del suelo control de la

humedad del suelo rotación de cultivos evitar los daños mecánicos al repollo Medida curativa: Eliminación de todas las plantas con síntomas de la enfermedad para evitar la contaminación. Quemarlas o enterar en lugar seguro. Conservar el repollo durante el almacenamiento y tránsito a temperaturas ligeramente superiores a 0°C.

Erwinia es difícil de controlar con productos químicos. Los productos químicos sólo reducen la diseminación de la infección. La mejor opción es usar prácticas preventivas (CABI 2012).

9.3.18 Mancha foliar (Cercospora carotae (CBT))

a) Cultivos que afecta: ***zanahoria***



Figura 141. Mancha foliar.

Fuente: https://www.zerimarlaboratoire.com/en/guia-enfermedades-plantas/viruela-de-la-zanahoria%2C-mancha-de- las-hojas-en-zanahoria?srsltid=AfmBOoqzZis86VDNT47BWYJEMx2bBImcHBihnJo7exUpIExYqLf8K5D9

Síntoma: Cercospora puede afectar cualquier tejido superficial de la zanahoria. Los síntomas se manifiestan como pequeñas lesiones circulares de color canela a marrón con bordes foliares rizados. Estas

lesiones inicialmente rodeadas por un halo clorótico suelen agrandarse y convertirse en manchas necróticas marrones. A medida que la enfermedad progresa los folíolos se amarillean y se curvan en los bordes (Foto 141). Las lesiones en los pecíolos de las hojas los tallos y las partes florales suelen ser elípticas y de color marrón oscuro. Bajo una fuerte presión de la enfermedad puede producirse una pérdida grave de follaje lo que eventualmente conlleva pérdidas de rendimiento. Se presenta mayormente en ¡as hojas jóvenes.

Control: con aplicaciones de Zineb 75% PH (4 kg/ha) Maneb 80% PH (4 kg/ha) y Policarbacin 75% PH (2 kg/ha). Utilice semillas libres de enfermedades o aplique fungicidas a las semillas antes de sembrar. Tras la cosecha si la enfermedad estaba presente asegúrese de destruir los restos del cultivo arando bajo los residuos y realizando una rotación de cultivos de 2 a 3 años. Utilice variedades resistentes disponibles comercialmente. Se controla con buenas prácticas culturales (limpieza rotación) y fungicidas preventivos como mancozeb o azoxistrobin para evitar daños severos y pérdida de follaje (UPRM s. f.).

9.3.19 Tizón por Alternaria dauci (Kuhn Groves y Skolko)

a) Cultivos que afecta: ***zanahoria***



Figura 142. Tizón por Alternaria dauci.

Fuente: https://www.zerimarlaboratoire.com/guia-enfermedades-plantas/tiz%C3%B3n-de-la-zanahoria- en-zanahoria?srsltid=AfmBOorz3_g4sNMvAZBnKUWi_1KYvncKnyejPgijID4b4XlL1phpZNUE

Síntoma: ataca fundamentalmente las hojas viejas Manchas foliares: Lesiones marrones oscuras a negras de forma irregular que suelen aparecer primero en los bordes de las hojas (Foto 142). Aparición de un halo amarillo: Alrededor de las manchas que se van agrandando. Coalescencia de manchas: Las lesiones se pueden unir cubriendo la hoja. Marchitez: La hoja puede amarillear secarse y morir.

Los síntomas iniciales de la plaga foliar por Alternaria suelen aparecer en las hojas más viejas como manchas marrones rodeadas de un borde amarillo. En etapas posteriores de la enfermedad se desarrollan lesiones necróticas irregulares de color marrón oscuro a negro en las láminas foliares y los pecíolos. Las hojas pueden morir cuando las manchas foliares se acumulan o por lesiones que se desarrollan en los pecíolos. En etapas avanzadas de la enfermedad las hojas presentan un aspecto quemado. Esta enfermedad debilita las hojas superiores que luego se rompen durante la cosecha mecánica lo que provoca que las raíces

queden en el suelo y la pérdida de rendimiento. El patógeno también causa el marchitamiento fúngico de las plántulas de zanahoria.

Control: Se combate con. Rotación de cultivos: Evitar plantar zanahorias en el mismo campo durante varios años. Uso de semillas sanas: Adquirir semillas certificadas y libres de contaminación. Manejo del riego: Evitar el riego por aspersión que mantenga las hojas húmedas por mucho tiempo. Eliminación de restos vegetales: Retirar y destruir los restos de cultivo infectados Eliminación de malezas: Eliminar hospederos alternativos para el hongo y Fungicidas: En casos de epidemias se pueden utilizar fungicidas específicos. Remueva los residuos de zanahoria mediante labranza o arado para acelerar su descomposición ya que el patógeno solo sobrevive en el suelo en los residuos de zanahoria infectados. Practique rotaciones de dos años y evite el cultivo continuo de zanahoria. No plante nuevos campos cerca de campos existentes con síntomas de tizón. Existen diferencias de susceptibilidad entre los cultivares (UC-IPM s. f.).

9.3.20 Mancha foliar de la remolacha por Cercospora beticola Sacc.

a) *Cultivos que afecta: remolacha*.



Figura 143. Mancha foliar de la remolacha.

Fuente: https://es.dreamstime.com/enfermedad-de-la-beticola-cercospora-en-el-campo-remolacha- destruye-cultivo-image256660487

Es la enfermedad más común en la remolacha.

Síntoma: ocasiona pequeñas manchas circulares de 2 mm de diámetro a menudo en gran número. Por lo general los márgenes son de un color más intenso (Foto 143). Cuando las manchas son numerosas la totalidad de la hoja envejece muere prematuramente y cae. Las hojas más viejas son las que se afectan con mayor facilidad. La mancha foliar por *Cercospora beticola* es la enfermedad fúngica más destructiva de la remolacha a nivel mundial causando manchas circulares grises con borde rojo/marrón y punto en las hojas que se necrosan y mueren afectando rendimiento y calidad. Se propaga en condiciones cálidas y húmedas (T > 17°C lluvias) y sobrevive en restos de cultivo propagándose por semillas.

Control: se recomienda para combatirla Zineb (4 kg/ha) 75% PH Maneb 80% PH (4 kg/ha)y el control integrado (rotación de cultivos fungicidas variedades resistentes) es clave para manejar este hongo

agresivo (Gutiérrez 2022).

9.3.21 Mancha púrpura (Alternaría porri Eli.)

a) *Cultivo que afecta:* ***ajo.***



Figura 144. Mancha púrpura.

Fuente: https://www.invesa.com/product/mancha-purpura/?srsltid=AfmBOoqS9eCuWkSxAPmkfj2StWAntSreXAivi2V24UPfa_bJz9yOwR4R

Síntoma: ataca fundamentalmente al follaje pero si su infestación es considerable puede afectar también al bulbo aparece inicialmente en el limbo de la hoja como una mancha blanca húmeda y hundida de pequeño tamaño que después se alarga tomando una coloración púrpura. observándose círculos concéntricos de color oscuro (Foto 144). En el bulbo se presenta como una pudrición semiacuosa empezando por el cuello de color amarillo-rojizo.

Control: Se recomienda para su control Triazine 50% PH (2 kg/ha) Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbazin 75% PH (2 kg/ha). Maneb 80%

PH (2 kg/ha) y Óxido de cobre 50% PH (3 kg/ha). Realizar prácticas de Rotación de cultivos. Después de cosechar la cebolla sembrar otros cultivos que no sean cebolla ni ajo. El suelo debe ser bien drenado (sin emposaderos). Eliminar las hojas infectadas y los rastrojos. Ampliar las (la densidad de siembra) a 20 centímetros entre surcos y 15 centímetros entre plantas. Al hacer el almácigo tratar la semilla con Trichoderma a razón de 50 cc en 3 litros de agua luego remojar la semilla y las raíces de las plántulas durante 7 minutos. (Aplicar agua hirviendo al sustrato o suelo del almacigo). Fumigar inmediatamente al fijarse que las plantas tienen la enfermedad. Aplicar caldo bordelés (150 gramos sulfato de cobre más 50 gramos de cal para 20 litros de agua). Intercalar aplicaciones a los 7 o 10 días después de la primera aplicación de caldo bordelés fumigando con caldo sulfocálcico a razón de 1 l por 20 l de agua (Mustacedo *et al.* 2020).

b) *Cultivo que afecta:* ***cebolla***

Síntoma: se presentan lesiones hundidas con el centro purpura en las hojas. Las variedades dulces son más susceptibles que las picantes.

Control: aplicar Zineb 75% PH (2 kg/ha) Policarbazin 75% PH (2 kg/ha) Triazine 50% PH (2 kg/ha) y Maneb 80% PH (2 kg/ha) (Mustacedo *et al.* 2020).

9.3.22 Podredumbre del cuello (Botrytis allii Munn)

a) *Cultivo que afecta:* ***ajo y cebolla***



Figura 145. Podredumbre del cuello.

Fuente: https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=3205&context=extension_curall

La podredumbre del cuello por Botrytis (Foto 145) es una enfermedad de almacenamiento postcosecha. se convierten en un problema durante el almacenamiento cuando las cebollas se cosechan inmaduras y pueden resultar en una pérdida de rendimiento de más del 30%.

Síntoma: Se presenta fundamentalmente en bulbos ya recolectados y generalmente la infección se produce a través de los tejidos del cuello o también puede ser a través de heridas hechas en los bulbos. Se caracteriza por un reblandecimiento de las túnicas exteriores en su parte superior. En la medida que avanza la infección en la parte inferior del bulbo los tejidos adquieren una consistencia acuosa. Con frecuencia la Botritis produce esporas en el exterior del bulbo y en ocasiones se puede observar micelio gris creciendo entre las escamas. Los bulbos infectados pueden presentar un aspecto hundido debido al tejido seco y una textura esponjosa en la zona del cuello. Estos hongos pueden encontrarse en el suelo o transmitirse por semillas y pueden estar presentes en cualquier región donde se cultiven cebollas o ajos. La Botrytis puede producir

esporas en el tejido de las hojas y ser dispersadas por el viento para infectar bulbos dañados. Las cebollas y el ajo que están infectados parecen estar empapados de agua en la región del cuello y cambian a un color marrón a medida que el hongo crece y se propaga hacia la placa basal del huésped. En casos severos la Botritis puede causar una pérdida de rendimiento superior al 30% en las cebollas almacenadas. Su manejo puede involucrar muchas prácticas como enterrar las cebollas de descarte hacer rotación de cultivos cada tres a cuatro años y seguir prácticas de producción de cebollas específicas y apropiadas.

Control: Para evitar su aparición se recomienda que los bulbos maduren completamente antes de la recolección se eviten daños mecánicos y se logre el secado perfecto de las túnicas antes del almacenamiento también evitar golpes durante la recolección cortar el tallo cuando haya alcanzado su maduración óptima y mantener una adecuada aireación en el almacén. Almacene las cebollas secas a una temperatura de 1-4 °C con una humedad del 70-75 %. Dado que la pudrición del cuello puede transmitirse por las semillas plante solo semillas libres del patógeno o trátelas con fungicidas (Nischwitz *et al.* 2021).

9.3.23 Raíz rosada (Pirenochaeta terrestrIs Hansen Gorenz)

a) *Cultivo que afecta:* ***cebolla***

Síntoma: Las lesiones se producen en las raíces las cuales se vuelven rosadas se arrugan y mueren. Trae por consecuencia un desarrollo muy pobre del bulbo. Por su persistencia en las áreas infestadas (Foto 146).

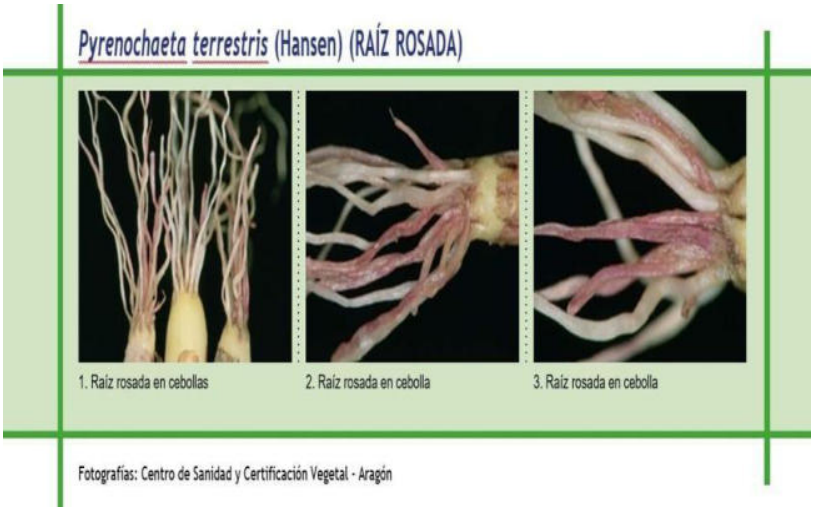

Figura 146. Raíz rosada en cebolla.

Fuente: https://sanidadyproteccionvegetal.com/wp-content/uploads/2024/01/raiz-rosada-cebolla-ajo-2.jpg

Control: se recomienda la rotación de cultivos por un periodo no inferior a 6-7 años. os métodos de control más eficaces son: Eliminar las plantas infectadas y los restos del cultivo y plantar variedades poco sensibles a este hongo (Sanidad y Protección Vegetal s. f.-a).

9.3.24 Roya (Uromyces phaseoli Persi. De Barry)

a) *Cultivo que afecta:* ***vainita o habichuela.***



Figura 147. La roya hace pústulas como volcancitos.

Fuente:
https://plantwiseplusknowledgebank.org/cms/10.1079/pwkb.20137804430/asset/9a42574a-af5a-4e6f-87a0- a2e2fabefa26/assets/graphic/2de47b51-0b1b-4608-9f89-ba315c5ff7ba.jpg

Síntoma: aparecen inicialmente manchas cloróticas (Foto 147) en cuyo centro se encuentra una pústula pulverulenta de color parduzco bronceado que en la medida que envejecen toman una coloración más oscura. El clima cálido y húmedo favorece su desarrollo. Cuando su intensidad es grande pueden producirse defoliaciones.

Control: se emplean aplicaciones de Azufre 80% PH (3 kg/ha) y Zineb 75% PH (2 kg/ha). El control incluye uso de variedades resistentes rotación de cultivos eliminación de rastrojos y aplicación de fungicidas (preventivos como azoles o curativos como Mancozeb) (Orquera 2012).

9.3.25 Mildiu polvoriento (Erysiphe polygoni. D.C.)

a) Cultivo que afecta: ***vainita o habichuela***



Figura 148. Mildiu polvoriento sobre la hoja.

Fuente: https://es.dreamstime.com/foto-de-archivo-moho-polvoriento-image45297123

Síntoma: Inicialmente se presentan manchas blancas sobre la superficie de las hojas y tallos que a medida que aumentan se vuelven pulverulentas (Foto 148). Si la afectación es intensa pueden ocasionar defoliaciones. El desarrollo del hongo es favorecido por un clima cálido y húmedo.

Control: El control químico no es muy efectivo por lo que debe trabajarse por lograr variedades resistentes sin embargo se logra un relativo éxito con Azufre 80% PH (3 kg/ha) y Zineb 75% PH (3 kg/ha). Se pueden usar fungicidas a base de cobre (como caldo bordelés) o azufre aplicando de forma preventiva o al inicio de los síntomas.

Control cultural.

Variedades resistentes: Elija variedades de judías que sean resistentes a esta enfermedad. Mantenga espacio entre plantas y poda para mejorar la circulación del aire. Retire y destruya el material vegetal infectado. Soluciones naturales: Aceite de Neem y bicarbonato de sodio son opciones (Wang *et al.* 2020).

9.4 Enfermedades bacterianas síntomas y control.

9.4.1 Mancha bacteriana (Xanilumumas vesicatoria. Doidge Dows)

a) *Cultivo que afecta:* ***tomate***



Figura 149. Mancha bacteriana en tomate.

Fuente: https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/wp-content/uploads/2020/10/Ed-Sikora2- 1.jpg?v=1666963548

Síntoma: Se presentan manchas redondeadas en las hojas de consistencia acuosa y aceitosa y a medida que avanzan se tornan de color pardo (Foto 149). En los frutos esas manchas aparecen corno pústulas. El tiempo cálido y húmedo favorece el desarrollo de esta enfermedad.

Control: Se recomienda aplicar Oxicloruro de cobre 50% PH (3-4 kg/ha) y Estreptomicina 22% (288 g/ha) (Maeso *et al.* 2017).

b) Cultivo que afecta: ***pimiento***



Figura 150. Mancha bacteriana en pimiento.

Fuente: https://mexico.infoagro.com/wp-content/uploads/2016/07/Mancha-bacteriana-300x239.jpg

Es una de las enfermedades más dañinas en el pimiento y es favorecida por una alta humedad del aire del suelo. Afecta el cultivo tanto en semilleros como después de plantado.

Síntoma: Aparecen generalmente en las hojas como pequeños puntos e color pardo o negro hundidos que aumentan de tamaño en la medida que avanza la enfermedad (Foto 51). Algunas de las lesiones presentan un halo clorótico amarillo. Al unirse las mane as afectan una mayor área de tejidos lo cual provoca finalmente que las hojas se sequen y mueran. e pueden presentar igualmente lesiones en tallos y frutos. La bacteria se transporta por las semillas penetra por las estomas en los cotiledones hojas y tallos. Los implementos agrícolas contribuyen a su diseminación y los restos de cultivo y plantas hospederas permiten su supervivencia.

Control: se recomiendan: utilizar semillas certificadas eliminar restos de cosecha y plantas hospederas desinfectar las semillas con bicloruro de mercurio agua caliente y Cerezan y en áreas de semilleros y plantación aplicar: Sulfato de estreptomicina (345 g/ha) y oxicloruro de cobre. Tratamientos a base de hidróxido de cobre Biorend Cobre complementado con Sporekill y Bion lograron un buen control de la enfermedad en follaje durante toda la temporada (Maeso *et al.* 2017).

9.4.2 Podredumbre blanda bacteriana (Erwina carotovora L.R. Jones. Holland)

a) Cultivo que afecta: ***pimiento***



Figura 151. Podredumbre blanda bacteriana.

Fuente: https://agroexcellence.com.mx/wp-content/uploads/2022/12/img_Art42.jpg

Síntoma: esta afecta fundamentalmente a los frutos en la planta o después de cosechados los cuales presentan un ablandamiento con su superficie y una sustancia acuosa de olor fétido (Foto 151).

Control: se recomiendan la rotación de cultivos evitar exceso de humedad alrededor de la planta y buena preparación de suelos. El control de la podredumbre blanda bacteriana en pimiento (causada por Pectobacterium carotovorum antes Erwinia carotovora) se basa en la prevención (manejo del riego sanidad rotación de cultivos desinfección) y en medidas culturales siendo difícil su erradicación química aunque se usan bactericidas como cobre o antibióticos (estreptomicina oxitetraciclina) con precaución para no generar resistencia. La clave es evitar heridas reducir la humedad y eliminar rápidamente plantas infectadas utilizando también productos biológicos como Bacillus subtilis (Sanidad y Protección Vegetal s. f.-b).

b) Cultivos que afecta: ***rábano***

Síntoma: La podredumbre blanda bacteriana (Erwinia carotovora) caracterizada por pudriciones en la raíz. Ablandamiento y

Desintegración: Las raíces y el cuello del rábano se vuelven blandos acuosos y se descomponen. Mal Olor: Las partes infectadas emiten un olor desagradable característico de la podredumbre bacteriana y Pérdida de Integridad del Tejido: El tejido interno se desintegra dejando un contenido líquido y viscoso.

Control: para lo cual es recomendable extraerlas del campo y quemarlas Cultivares Resistentes: Utilizar variedades de rábano que sean naturalmente resistentes a la enfermedad es una estrategia de control eficaz. Rotación de Cultivos: Rotar cultivos en el terreno ayuda a reducir la población de bacterias en el suelo. Manejo de Heridas: Evitar el daño mecánico a las plantas durante la siembra el desmalezado y la cosecha para prevenir la entrada de la bacteria y Remoción de Residuos: Al final de la temporada de crecimiento retirar y destruir los residuos de plantas infestadas para reducir el inoculo en el campo.

c) *Cultivo que afecta:* ***zanahoria***

Esta bacteria se presenta en condiciones de almacenamiento

Síntoma: penetra por las lesiones de las raíces carnosas y ocasiona pudriciones en estas.

Control: No tienen control químico por lo que se recomienda evitar las golpeaduras durante la cosecha.

d) *Cultivo que afecta:* ***cebolla***

Síntoma: esta enfermedad se puede presentar en el campo cuando las plantas están en su fase de madurez y en ocasiones puede pasar

inadvertida ya que se localiza en el cuello de los bulbos y en las' escamas carnosas externas cuando ya ha avanzado. Se caracteriza por una podredumbre blanda desprendiendo a su vez un desagradable olor sulfuroso. Esta bacteria prefiere el ambiente cálido y húmedo por tanto puede presentarse con frecuencia en nuestras plantaciones y en cebolla almacenada Se ha demostrado que en bulbos almacenados durante 4 meses sin condiciones de temperatura y humedad controladas en dependencias de las variedades las pudriciones por esta causa pueden ser del orden hasta de un 43% hasta de un 18%.

Control: las medidas a emplear son variedades resistentes y rotación de cultivo ya que la bacteria puede vivir de forma saprofita en el suelo (Herbario Virtual de Fitopatología s. f.).

9.4.3 Tizón bacteriano (Pseudomonas phaseoli. Dawson)

Síntoma: se producen lesiones oscuras cubiertas de una capa amarilla de aspecto acuoso (Foto 152). Se presenta en hojas y raíces pudiendo penetrar hasta las semillas. En las hojas tienen forma triangular o rectangular y en la medida que envejecen las desecan.

Control: no existe control químico para ella por lo que deben emplearse semillas no contaminadas con el patógeno. El control bacteriano en cebolla especialmente contra Pseudomonas se enfoca en la prevención y manejo integrado usando compuestos de cobre (fungicidas cúpricos) antibióticos agrícolas como estreptomicina/kasugamicina bacteriófagos Trichoderma y productos que fortalezcan la planta como quelatos de calcio y zinc controlando humedad y sellando heridas para evitar la entrada de patógenos como P. gladioli (podredumbre del bulbo) o

Xanthomonas (Quiñones *et al.* 2018).



Figura 152. Tizón bacteriano.

Fuente: https://cultivafuturo.com/wp-content/uploads/2022/03/Enfermedades-de-la-cebolla-y-como-tratarlas- 250x250-1.jpg

9.5 Enfermedades por Virosis síntomas y control. 9.5.1-Virus del grabado del tabaco en tomate

Está muy difundido en las áreas de tomate además puede infestar el tabaco y el pimiento. Se trasmite de forma mecánica y por el áfido *Mysus pérsicas* no está reportada la trasmisión por semillas.

a) *Cultivo que afecta:* ***tomate.***



Figura 153. Virus del grabado del tabaco en tomate.

Fuente: https://ephytia.inra.fr/es/Images/view/24363

Síntomas: hojas pequeñas y deformadas enanismo y frutos más pequeños (Foto 153). Se considera que ocupa uno de los primeros lugares en cuanto a la incidencia en nuestras plantaciones. Se han reportado pérdidas económicas por su causa del orden del 55% en los rendimientos.

Control: se combate mediante: selección negativa de plantas afectadas eliminación de malezas y aplicaciones periódicas de insecticidas. el uso de variedades resistentes puede controlar este virus de manera eficaz y duradera. Las fuentes de resistencia descritas para el ToMV que es mucho más grave en los tomates también son eficaces contra el TMV. Actualmente se comercializan muchos híbridos en muchos tipos de tomate; deberían poder ayudarte a resolver este problema viral (Ephytia 2021a).

9.5.1 Virus del mosaico del tomate

a) Cultivo que afecta: ***tomate***



Figura 154. Virus del mosaico del tomate.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSA-yodRAYlejRKi2EEBoy1uQqaLuHck1A33A&s

Se trasmite fácilmente por medios mecánicos por el roce entre plantas sanas y enfermas por hojas secas contaminadas.

Síntoma: se presenta mosaico en las hojas distorsión de estas frutos pequeños y deformados (Foto 154). y con hendiduras necróticas. El virus del mosaico del tomate es una enfermedad grave y extremadamente contagiosa. También es difícil de identificar con síntomas que varían enormemente dependiendo de la variedad y edad de la planta infectada la cepa del virus y las condiciones ambientales. Los síntomas del virus del mosaico del tomate se pueden encontrar en cualquier etapa de crecimiento y todas las partes de la planta pueden estar infectadas. A menudo se ven como un moteado general o apariencia de mosaico en el follaje. Cuando la planta está gravemente afectada las hojas pueden parecerse a helechos con regiones elevadas de color verde oscuro. Las hojas también pueden atrofiarse. Las plantas infectadas pueden tener una reducción severa en el cuajado de frutos y aquellos que cuajan pueden estar salpicados de manchas amarillas y puntos necróticos mientras que el interior del fruto es marrón. Los tallos

pecíolos hojas y frutos pueden mostrar signos de infección.

El virus del mosaico del tomate y el virus del mosaico del tabaco están estrechamente relacionados y son muy difíciles de distinguir. Si bien difieren genéticamente para un observador casual es más fácil distinguirlos por sus hospedadores predilectos. El virus del mosaico infecta a un gran número de plantas además del tomate.

Control: para su combate se recomienda: utilización de semillas desinfestadas selección negativa control cultural estricto y erradicación de malas hierbas (Sanidad y Protección Vegetal s. f.-c.).

b) Cultivo que afecta: ***pimiento***

Síntoma: El virus mosaico del tabaco y mosaico del pimiento pueden afectar las plantaciones de pimiento provocando moteado del follaje enrollamiento de las hojas enanismo y frutos deformados.

Control: se recomienda eliminación de hierbas hospederas de áfidos y aplicación de insecticidas para su control eliminación de plantas enfermas mediante selección negativa (Dyer 2021).

9.5.2 Mosaico del pepino

Cultivo que afecta: ***pepino.***



Figura 155. Mosaico del pepino.

Fuente:
https://profigen.com.br/content/workspaces/cmbs/pessoa/1/imgrep/750x520/doencas-mosaico-do- pepino-profigen-190211040852.jpg

El mosaico del pepino (Foto 155) lo provoca un virus que se manifiesta por los siguientes Síntomas; aspecto filiforme del follaje enanismo necrosis interna y externa de los frutos. Reduce considerablemente los rendimientos.

Control: hasta el momento no existen métodos.

Prácticas preventivas para evitar la transmisión del virus:

- Utilizar semillas sanas. En el caso de que lo requieran deberán tener el pasaporte fitosanitario además de estar registradas.
- No asociar cultivos en la misma parcela.
- No abandonar los cultivos al final del ciclo.
- Distanciar en el tiempo la realización de la nueva plantación.
- Usar variedades resistentes o tolerantes cuando existan.

- Realizar rotaciones de cultivo.

- Arrancar y eliminar las plantas afectadas.

- En cultivos en campo eliminar las semillas y plantas ornamentales o malas hierbas que sean hospedantes del virus (Sanidad y Protección Vegetal s. f.-d).

9.5.3 Virus del amarillamiento

a) Cultivo que afecta: ***lechuga***



Figura 156. Virus del amarillamiento.

Fuente: https://cdn.portalfruticola.com/2018/07/8214b7e0-septoria-enfermedades-cultivo-de-lechuga.jpg

Síntoma: se presenta un amarillamiento y rizado de las hojas internas de la lechuga (Foto 156) en las cuales se pueden presentar pequeñas manchas pardas formadas por látex seco. Control: se recomienda la eliminación de vectores y plantas hospederas y el empleo de semillas certificadas. Control cultural

Evite plantar lechuga cerca de cualquier fuente potencial del virus. Cultive las zonas de maleza cercanas antes de que emerjan las lechugas para reducir la posibilidad de que se desarrolle un problema de trips

cuando las malezas comiencen a secarse. Cultivar las zonas de maleza después de que emerjan las lechugas puede aumentar los problemas de Trips (UC-IPM s. f.-a.)

9.5.4 Mosaico de la col (Virus)

a) *Cultivo que afecta:* ***col o repollo.***



Figura 157. Mosaico de la col.

Fuente:
https://cdn.agroempresario.com/images/posts/44f9605a455605cf3402a0c9dc4cd3194c666ce75dfdae7f_840.jpg

Síntoma: Se presenta un moteado de zonas amarillas y verdes más oscuras que lo normal; produce un achaparramiento de la planta y la muerte de los tejidos que se tornan pardos o negros y se localizan también zonas necróticas (Foto 157).

Control: se recomienda utilización de semilla certificada eliminar plantas afectadas mediante selección negativa y control de vectores.

Una vía de nuevas infecciones por el virus del mosaico del repollo es a

través de las poblaciones de áfidos. Se sabe que hay 40-50 especies de áfidos que transportan este virus de una planta de repollo a otra pero dos áfidos en particular se llevan la mayor parte del crédito: Brevicoryne brassicae (áfido del repollo) y Myzus persicae (áfido del melocotón verde). La enfermedad también se puede propagar cuando las hojas infectadas de una planta simplemente tocan las de una planta sana. Las plantas infectadas con el virus del mosaico deben ser removidas (no hacer abono) de su jardín inmediatamente por esta razón. Este virus puede regresar cada temporada porque tiene la capacidad de invernar en las malezas herbáceas perennes (de las que también se alimentan los áfidos). Por lo tanto es muy recomendable mantener su jardín deshierbado de manera rutinaria. La recomendación general es mantener su parcela libre de malezas perennes.

Es importante señalar que no hay cura para las coles con el virus del mosaico una vez que se infectan. El daño no se puede deshacer con una aplicación de fungicida. Un buen saneamiento del HUERTO y el manejo de plagas de insectos son los mejores medios para mantener a raya los virus del mosaico que afectan a las coles (Agroempresario s. f.).

9.5.5 Virosis en zanahoria

a) *Cultivo que afecta:* ***zanahoria.***

Síntoma: provoca clorosis y enrollamiento muy acentuado en las hojas. Se considera que el vector es un insecto del género *Empoasca*.

Control: aplicación de insecticidas fosforados para el control del agente causal. El manejo eficaz de las enfermedades de la zanahoria requiere

una combinación de métodos culturales biológicos y químicos:

Control biológico: introducción de microorganismos antagonistas como Trichoderma spp. que pueden reducir la incidencia de enfermedades fúngicas.

Control cultural: Rotación de cultivos: evitar plantar zanahorias en la misma parcela durante al menos tres años para interrumpir los ciclos de patógenos. Uso de semillas certificadas: asegurarse de que las semillas estén libres de patógenos como Xanthomonas y fitoplasmas. Aplicación de fungicidas e insecticidas: seguir las recomendaciones de productos registrados y aprobados por las autoridades locales asegurando un uso adecuado y seguro. El manejo de las enfermedades en el cultivo de zanahoria exige un enfoque preventivo y una intervención oportuna (Cambiagro 2024).

9.5.6 Virus del mosaico

Cultivo que afecta: ***vainita o habichuela.***



Figura 158. Virus del mosaico.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSbR5vzdBpHBXx7VgU0DBbAYNNLBE2Jql97dA&s

Es muy frecuente en este cultivo y se presenta como Mosaico amarillo y Mosaico verde.

Síntoma: en el primer caso en las hojas aparece un moteado amarillento tallos retorcidos enanismo y poca o ninguna vaina en la planta (Foto 158). En la segunda se presenta una coloración verde más oscura que la normal enanismo y disminuye la producción pero es menos dañino que el anterior.

Control: el control efectivo de los vectores puede disminuir su incidencia.

9.6 Enfermedades fisiológicas síntomas y control

9.6.1 Quemaduras solares



Figura 159. Quemaduras solares.

Fuente: https://www.planfor.fr/Donnees_Site/Conseil/HTML/images/repere-les-fausses-maladies_01.jpg

Síntomas: estas se pueden presentar en el follaje y en los frutos.

Aparecen en las hojas cuando hay tiempo de lluvias y posteriormente una temperatura seca y soleada (Foto 159). Estas manchas se desecan rápidamente y el tejido se torna quebrado y de color pardo. En los frutos se produce cuando el follaje es escaso debido al hábito de la variedad o por la defoliación provocada por el ataque de alguna enfermedad. La parte del fruto expuesta al Sol se puede volver amarilla y madurar desigualmente o también la parte lesionada ponerse blanca. Esta quemadura por lo general va acompañada por el ataque de organismos secundarios.

En el pimiento también se puede presentar la quemadura solar con las mismas características que en el tomate. Las variedades de follaje pobre son las más afectadas. La deficiencia de calcio puede provocar la pudrición de la base del fruto.

9.7 Nemátodos síntomas y control.

a) *Cultivos que afecta:* ***tomate.***

Meloidogyne incógnita.



Figura 160. Nemátodos.

Fuente:
https://www.syngenta.es/sites/g/files/kgtney1561/files/styles/main_media_large/public/media/image/2016/07/28/nematodos0 1.jpg?itok=PG9nxgiT

Síntomas: produce tumores en las raíces (*Meloidogyne incógnita*). El ataque de este nemátodo produce agallas en las raíces se torna pálido el follaje y ocasiona enanismo en la planta (Foto 160). Cuando el ataque es intenso puede provocar la muerte de la planta.

Control: la rotación de cultivos y no estableciendo semilleros en áreas afectadas.

b) *Cultivos que afecta:* ***pepino y sandia o melón de agua.***



Figura 161.Nemátodos en la raíz.

Fuente: https://ephytia.inra.fr/es/IC/13936/Meloidogyne-courgette-DB-635

Las cucurbitáceas son muy susceptibles al ataque de los nemátodos y en especial *Meloidogyne spp*. **Síntomas:** el cual produce agallas en las raíces lo que trae como consecuencia que el follaje se torne pálido enanismo y en condiciones de tiempo cálido y seco; marchitamiento y hasta la muerte de la planta (Foto 161).

Control están: roturación intensiva del suelo y rotación con cultivos no

susceptibles.

c) *Cultivo que afecta:* ***col o repollo***

Síntomas: provoca tumores en las raíces lo cual trae por consecuencia que el follaje se torne pálido y que la planta se marchite hasta su muerte

Control: se recomienda

Control con Métodos Culturales y Preventivos: Buena preparación de suelos y rotación de áreas con cultivos no hospedantes.

- **Rotación de Cultivos:** Alternar con cultivos no hospedantes para romper el ciclo del nematodo.
- **Solarización:** Cubrir el suelo con plástico transparente para elevar la temperatura y eliminar nematodos.
- **Biofumigación:** Incorporar residuos de cultivos como mostaza para liberar compuestos tóxicos.
- **Plantas de Cobertura:** Usar Tagetes erecta (cempasúchil) cuyos exudados radiculares son letales para el nematodo.
- **Manejo de Riego:** Evitar condiciones de humedad constante alta que favorecen al nematodo.

Control Biológico:

- **Hongos Nematicidas:** Aplicación de Paecilomyces lilacinus Pochonia clamidospora y Trichoderma

harzianum que parasitan huevos y juveniles.

- **Bacterias y Extractos:** Uso de extractos de plantas o bioproductos (ej. a base de algas) para mejorar el crecimiento y controlar las poblaciones.

Control Químico (como última opción):

- **Nematicidas:** Productos como Velum (Flubendiamida) o Oxamil aplicados vía riego reducen eficazmente las poblaciones.

- **Productos Alternativos:** Bione Nemrup (biológicos) Verango (químico).

Manejo Integrado (MIP):

- **Combinación:** No depender de un solo método; integrar prácticas culturales biológicas y si es necesario químicas.

- **Monitoreo:** Detectar la presencia del nematodo mediante análisis de suelo y raíces.

- **Cultivares Resistentes:** Investigar y usar variedades de tomate que sean tolerantes o resistentes a M. incognita (Abushin & Vaca 2017).

9.8 Conceptos básicos del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y Manejo Agroecológico de Plagas (MAP)

El MIP busca integrar métodos compatibles seguros y sostenibles incluyendo el control biológico monitoreo constante y uso racional de

insumos. El MAP amplía esta visión incorporando principios agroecológicos y regenerativos. Ambos enfoques promueven una agricultura resiliente frente al cambio climático. En este contexto el uso de *Trichoderma spp.* ha demostrado ser una estrategia efectiva y sostenible por su capacidad de inducir resistencia sistémica y mejorar la salud del suelo (Chulze 2023; Andrade-Hoyos *et al.* 2023).

Desde su accionar en la implementación del MIP los extensionistas y productores deben realizar las observaciones lo más frecuente posible para mantener la sanidad vegetal con menos costos y más efectividad.Utilizar el MIP según Deiss (2025a) implica un enfoque integral para el control de plagas que prioriza la salud del medio ambiente y la salud humana. A diferencia de las prácticas tradicionales que dependen en gran medida del uso intensivo de plaguicidas químicos el MIP combina múltiples estrategias para controlar las plagas de manera más sostenible eficaz y ecológica lo que reportara los siguientes beneficios:

- **Disminución de los impactos negativos en la biodiversidad el suelo y el agua:** aplicar distintos métodos de control de manera adecuada ayuda a evitar la muerte de insectos beneficiosos lo cual suele ocurrir con el uso inadecuado de plaguicidas químicos
- **Reducción de los riesgos para la salud de los trabajadores agrícolas:** una menor dependencia de los plaguicidas significa menos exposición y por lo tanto menos problemas de salud.

- **Menor riesgo de resistencia o recurrencia de las plagas:** confiar en una sola táctica de control aumenta la probabilidad de que los insectos se adapten y se vuelvan resistentes. El MIP mediante la rotación de métodos de control contrarresta este problema de manera eficaz.

Además los agricultores perciben beneficios directos al implementar el MIP. Disponer de un programa de prevención y manejo hace posible evitar la proliferación de plagas representando un ahorro de tiempo y recursos. ***El MIP puede contribuir a los agricultores a:***

- Aumentar las ganancias de los cultivos gracias a un mejor control de plagas.
- Mantener el acceso a los mercados al cumplir con normas de inocuidad.
- Reducir el riesgo de restricciones en sus productos por residuos de plaguicidas.
- Generar mayor confianza en los consumidores al aplicar prácticas más seguras y responsables.

El manejo integrado de plagas (MIP) es un enfoque amigable con el ambiente que es usado para el manejo plagas en los cultivos. Su objetivo principal es contribuir a resolver los problemas de plagas y limitar los efectos no deseados sobre el medio ambiente y la salud. (Figura 1).

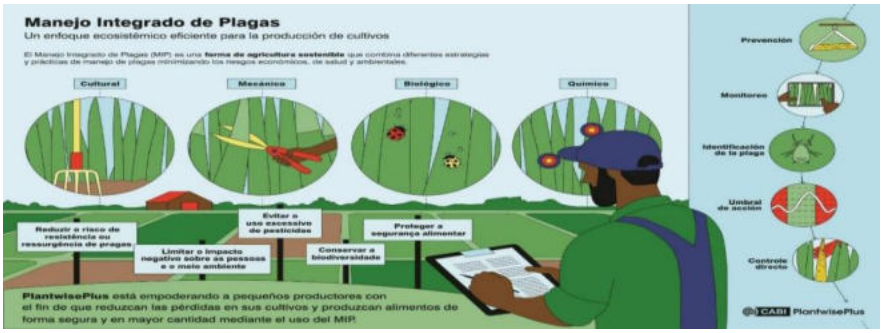

Figura 162. MIP combina diferentes estrategias de gestión agrícola en un proceso de cinco pasos y tiene múltiples beneficios.

Fuente: https://bioprotectionportal.com/wp-content/uploads/2025/01/IPM-infographic-ES-02.jpg

Según Deiss (2025a) la FAO describe al MIP como una herramienta que usa de manera armónica todas las técnicas disponibles para el control de plagas en los cultivos. El manejo integrado de plagas incluye la implementación de diversas técnicas (culturales) biológicas químicas físicas y técnicas específicas del cultivo lo que promueve la obtención de cultivos sanos y minimiza el uso de plaguicidas y disminuye la carga contaminante al entorno también se reduce los riesgos para la salud de las personas y el medio ambiente en general. El manejo integrado de plagas es una forma sostenible de manejo de plagas que tiene como objetivo:

- Lograr el manejo del daño de causado por las plagas de una manera más económica.
- Limitar el impacto sobre las personas sus bienes y el medio ambiente.

- Evitar consecuencias negativas para el agricultor.
- Contribuir con la mejora de la biodiversidad y la conservación.
- Proteger el derecho humano a la alimentación.

El concepto de manejo integrado de plagas (MIP) una estrategia sostenible para el manejo de plagas ha estado en práctica durante mucho tiempo. Aunque múltiples fuentes definen el MIP de diferentes maneras los modelos anteriores se centraron principalmente en los aspectos ecológicos y en cierta medida en los evolutivos del manejo de plagas (Peterson *et al.* 2018 como se citó en Dara 2019). Una pirámide reciente de MIP presentada por Stenberg identificó la falta de un enfoque holístico que utilice herramientas tanto tradicionales como modernas (Stenberg 2017 como se citó en Dara 2019). Sin embargo dicho marco conceptual abordó principalmente los aspectos ecológicos del manejo de plagas con énfasis en un enfoque de investigación interdisciplinario.

Diversos informes señalaron que la implementación del MIP depende de numerosos factores entre ellos el nivel educativo las condiciones económicas y sociales la conciencia ambiental el pensamiento racional los valores morales los aspectos regulatorios las políticas gubernamentales la disponibilidad de herramientas de MIP la educación de extensión la preferencia del consumidor y el marketing minorista (Parsa *et al.* 2014; Lefebvre *et al.* 2015; Jayasooriya & Aheeyar 2016; Rezaei *et al.* 2019 como se citó en Dara 2019). No obstante no existe hasta la fecha un modelo de MIP que integre de manera integral todos estos factores y proporcione una descripción completa (Dara 2019).

La interpretación del MIP también varía entre quienes desarrollan promueven o practican estrategias de MIP. Por ejemplo según el Servicio de Investigación Agrícola del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS 2018) el MIP es un proceso de toma de decisiones sostenible y basado en la ciencia que combina herramientas biológicas culturales físicas y químicas para identificar gestionar y reducir el riesgo de plagas así como herramientas y estrategias de gestión de plagas de una manera que minimice los riesgos económicos sanitarios y ambientales generales. Varias otras definiciones también se centran en minimizar o eliminar la dependencia de las opciones de control químico adoptando una serie de otras opciones con énfasis en la salud ambiental y humana. Sin embargo, algunos profesionales interpretan el MIP como la rotación de productos químicos de diferentes grupos de modos de acción para mantener la eficacia del control de plagas y reducir la resistencia a los pesticidas con énfasis en la reducción del daño de las plagas. Estas definiciones e interpretaciones representan una variedad de objetivos y estrategias para el manejo de plagas incluyendo plagas de vertebrados e invertebrados enfermedades y malezas. El MIP no es un principio que se aplique estricta y uniformemente a todas las situaciones sino una filosofía que puede guiar al profesional a utilizarlo según sea apropiada para su situación.

Por ejemplo, la resistencia de la planta huésped se utiliza eficazmente en algunos cultivos con variedades resistentes o tolerantes a plagas y enfermedades, pero no en otros cultivos. Las feromonas se utilizan ampliamente para la confusión sexual la captura masiva o el monitoreo de ciertas plagas de lepidópteros y coleópteros pero no para varias plagas de hemípteros.

El control biológico se utiliza comúnmente para plagas de invernadero pero no en la misma medida en el campo. Las herramientas mecánicas como las aspiradoras de insectos se utilizan en cultivos de alto valor como la fresa pero no son una opción económica en cultivos no especializados y no son eficientes en carbono debido al consumo de combustibles fósiles. Si bien los pesticidas químicos deben usarse como último recurso en principio a veces son la primera línea de defensa para prevenir la propagación a gran escala de ciertas plagas y enfermedades endémicas o invasivas o para proteger las semillas y los trasplantes de problemas de plagas comunes y persistentes.

El tratamiento de semillas con pesticidas químicos por ejemplo se ha convertido en una medida profiláctica popular en muchos cultivos en los últimos años (Dara, 2019).

La producción de cultivos es un arte una ciencia y una empresa y al incorporar factores ambientales y sociales el MIP (un enfoque utilizado en la producción de cultivos) también se ve influenciado por diversos factores. Cada agricultor tiene su propia estrategia para producir cultivos minimizar pérdidas y obtener ganancias de una manera aceptable para el minorista segura para los consumidores y menos perjudicial para el medio ambiente. En otras palabras el MIP es un enfoque para controlar las plagas de una manera económicamente viable socialmente aceptable y ambientalmente segura.

Teniendo en cuenta esta breve pero compleja definición y considerando los recientes avances en la producción y protección de cultivos las tecnologías de la comunicación y la globalización de la agricultura y el

comercio se presenta un nuevo paradigma del MIP con sus aspectos de gestión negocio y sostenibilidad que tienen los siguientes objetivos directos o indirectos:

- Actualizar el concepto de MIP según sea apropiado para los tiempos modernos y fomentar la reevaluación de lo que se percibe como sostenible.
- Fomentar la confianza y la educación de los consumidores en un sistema de producción basado en el MIP que sea ideal para todos los cultivos y situaciones garantice la seguridad alimentaria mundial y elimine la desigualdad social basada en los alimentos.
- Garantizar la rentabilidad de los productores y permitir al mismo tiempo que los consumidores informados en lugar de grupos de intereses especiales o minoristas tomen sus decisiones alimentarias.
- Minimizar el posible impacto negativo de las prácticas convencionales no basadas en MIP o de aquellas percibidas como alternativas sostenibles sobre el medio ambiente y los desafíos asociados con el manejo de ciertas plagas (Dara, 2019).

Los programas de manejo integrado de plagas incluyen una serie de pasos (Deiss 2025a) estos son: evaluaciones toma de decisiones y aplicación de controles de manejo de plagas. Al aplicar el manejo integrado de plagas generalmente los productores emplean un enfoque basado en cinco pasos: Identificación de la plaga Establecimiento de un umbral de acción Monitoreo Prevención y Control. (Figura 2).

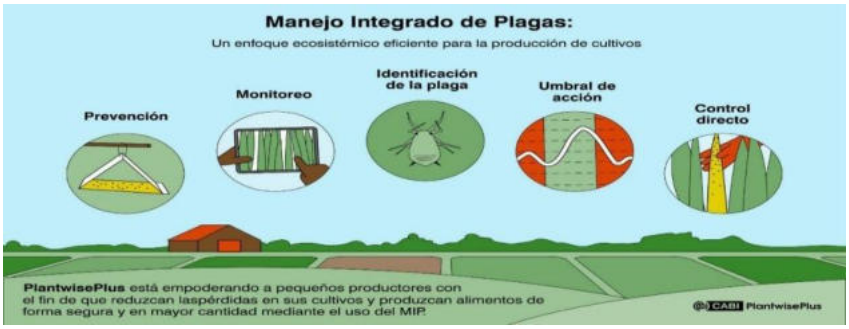

Figura 163. Funcionamiento. Los 5 elementos clave del manejo integrado de plagas.

Fuente: https://bioprotectionportal.com/wp- content/uploads/2025/01/IPM-infographic-ES-01.jpg

A continuación, se describen los pasos que generalmente se utilizan por parte de los productores:

1. **Identificación de la plaga.** La identificación correcta de la plaga es clave para la toma de futuras decisiones y la utilización de las medidas específicas. Este paso es esencial para evaluar la posibilidad de que la plaga se convierta en un problema y así seleccionar las estrategias de manejo adecuadas. Cuando una plaga se identifica de forma errónea o simplemente falta información sobre ella es muy común que se elijan medidas inadecuadas lo que a su vez conduce al fracaso del control de plagas. Lo ideal es contar siempre con una muestra de la maleza insecto o enfermedad de la planta para asegurar una identificación correcta. Esto permite tomar decisiones acertadas y efectivas. Además, puedes consultar a los técnicos o trabajadores de extensión agrícola quienes aportan experiencia valiosa para confirmar el diagnóstico. En algunos casos la plaga no es visible

a simple vista. Es necesario observar con atención los síntomas visibles en el cultivo identificar la plaga implica conocer su ciclo de vida y su biología lo que resulta clave para seleccionar la estrategia de control más adecuada y efectiva.

2. **Establecimiento de un umbral de acción.** Es uno de los aspectos más importantes del MIP. El umbral de acción es el punto en el que se deben tomar medidas para controlar una plaga. En otras palabras, es la guía que indica cuándo la población de la plaga alcanza un nivel (es decir el número de plagas por unidad de área) que justifica intervenir para evitar o reducir el daño. Para definir los umbrales de acción dentro de una estrategia del MIP es útil hacerse tres preguntas clave:

I- ¿Existe una amenaza económica y cuál es el costo de actuar?

Si la población de plagas no supera el umbral establecido no es necesario tomar medidas. El control solo debe aplicarse cuando el costo de la acción sea menor o igual a las pérdidas estimadas que causaría la plaga en caso de no tomar ninguna acción.

II- ¿Cuáles son los riesgos para la salud y la seguridad?

Cuando la plaga representa una amenaza para la salud o la seguridad humana el umbral debe ser más bajo. Por ejemplo, si el agricultor detecta insectos en granos o harinas destinados al consumo humano se requiere actuar de inmediato

III- ¿Existe la posibilidad de un daño estético?

La apariencia de un producto es clave para su comercialización. Un fruto

o grano dañado es difícil de vender.

El establecimiento de umbrales de acción depende del monitoreo constante de los cultivos lo que nos lleva al siguiente paso del MIP el Monitoreo.

Monitoreo llevar un buen registro de las poblaciones de plagas es esencial para saber cuándo actuar. Esto ayuda a evitar controles innecesarios. Las medidas de monitoreo y control siempre deben adaptarse a la situación específica de cada agricultor. Los umbrales de acción no deben ser rígidos sino que pueden ajustarse según distintos criterios por ejemplo:

- El número promedio de plagas capturadas por trampa cada semana
- El porcentaje de hojas o plantas dañadas o infestadas durante la revisión del cultivo
- El número de plagas caídas en cada muestra después de cada golpe o batida.

La importancia del registro y el monitoreo:

- **Toma de decisiones asertiva:** Permite identificar el momento exacto en que una plaga alcanza un nivel de daño económico guiando la aplicación de pesticidas solo cuando sea necesario.
- **Evitar el desperdicio:** La falta de monitoreo puede llevar a aplicaciones innecesarias de productos aumentando los costos y el impacto ambiental.

- **Entender la plaga:** Ayuda a identificar las especies de plagas y sus enemigos naturales favoreciendo el uso del control biológico y natural.
- **Adaptación a la realidad:** El monitoreo proporciona información concreta que permite ajustar las medidas de control a la situación específica de cada cultivo y tipo de cultivo.
- **Prevención e intervención inteligente:** El registro permite anticipar situaciones de riesgo y actuar preventivamente, así como planificar intervenciones de control una vez que se ha producido una infestación.

Para implementar el registro y el monitoreo debemos implementar las siguientes acciones:

Muestreo continuo: Realizar monitoreos periódicos observando diferentes partes de las plantas y utilizando trampas cuando sea necesario. **Identificación precisa:** Ayudar a identificar plagas y enemigos naturales para definir la mejor estrategia de control. **Análisis de datos:** Evaluar los datos recopilados para determinar el nivel de infestación y la necesidad de actuar. **Integración con el Manejo Integrado de Plagas (MIP)**: El monitoreo es la base del MIP que integra diversas prácticas de control (químicas biológicas físicas y culturales) para un manejo más eficaz.

Prevención La prevención es un paso clave dentro del manejo integrado de plagas y constituye la mejor línea de defensa contra las plagas. Su objetivo es evitar que las poblaciones alcancen niveles que

puedan causar pérdidas económicas al agricultor. El MIP busca prevenir los problemas de plagas porque en la mayoría de los casos resulta más económico y ofrece mejores resultados a largo plazo. Aunque la prevención no siempre elimina completamente las plagas sí ayuda a reducir su número lo que facilita su control posterior.

Entre las principales acciones preventivas se incluyen:

- Selección cuidadosa del lugar de cultivo.
- Selección de las variedades adecuadas.
- Siembra estratégica y rotación de cultivos.
- Aplicación de bioplaguicidas de forma preventiva.
- Métodos de protección mecánicos físicos y culturales.
- Manejo eficiente del agua.
- Optimización de la nutrición de la planta.
- Conservación de hábitats naturales cercanos a los cultivos.

Estas prácticas además de ser muy efectivas minimizan el riesgo tanto para las personas como para el medio ambiente.

Control El control de plagas se vuelve necesario cuando las poblaciones superan los umbrales de acción y las medidas preventivas ya no son suficientes. El uso combinado de diferentes métodos suele ofrecer los mejores resultados tanto en la eficacia como en la duración del control. Entre los métodos más utilizados en MIP se incluyen:

- Trampas para plagas (por ejemplo, con feromonas).
- Tratamientos con calor/frío.
- Remoción física de plaga.
- Control biológico.
- Aplicación de plaguicidas.

Es fundamental evaluar los efectos de las acciones de control para determinar el éxito de las estrategias aplicadas lo que puede lograrse mediante:

- El mantenimiento de un registro actualizado de cada método de control de plagas utilizado incluidas las aplicaciones de plaguicidas.
- Documentación de cuáles métodos de control no químico fueron considerados e implementados
- Registro de las lecciones aprendidas para prevenir futuros problemas de plagas (Deiss 2025).

Aspecto de gestión

Según Dara (2019) hay cuatro componentes principales en el nuevo modelo IPM que abordan varias opciones de manejo de plagas el conocimiento y los recursos que tiene el productor para abordar el problema de las plagas la planificación y organización de la información para tomar acciones de manejo apropiadas y el mantenimiento de una buena comunicación para adquirir y difundir conocimiento sobre las

plagas y su manejo.

Manejo de plagas

El concepto de control de plagas ha evolucionado a manejo de plagas con el paso de los años sabiendo que un enfoque equilibrado para controlar las poblaciones de plagas a niveles que no causen pérdidas económicas es mejor que eliminarlas o erradicarlas (excepto en el caso de plagas invasoras de reciente introducción) por razones ambientales y económicas el término control se utiliza con frecuencia y se refiere al manejo. Es importante un conocimiento profundo de los principios generales del MIP y de las diversas opciones de manejo para todos los posibles problemas de plagas ya que algunas son preventivas y otras curativas. Algunas de las prácticas recomendadas pueden no ser prácticas en todas las situaciones y el agricultor o el profesional del control de plagas debe elegir la(s) opción(es) adecuada(s) a su situación. También es esencial comprender las interacciones inherentes y potenciales entre estas opciones de manejo para lograr el control deseado.

Opciones de control comunes que pueden utilizarse en diferentes etapas de la producción agrícola para prevenir reducir o tratar las infestaciones de plagas: Resistencia de la planta huésped estrategia que implica el uso de cultivares resistentes y tolerantes a plagas desarrollados mediante acciones de mejoramiento tradicional o ingeniería genética. Estos poseen características físicas morfológicas o bioquímicas que reducen el atractivo o la aptitud de la planta para que esta se alimente desarrolle o se reproduzca con éxito. Los cultivares resisten o toleran al daño de las plagas y de esta forma reducen las pérdidas de rendimiento. Esta opción es la primera línea de defensa en el MIP.

Control cultural. Adoptar buenas prácticas agronómicas que eviten o reduzcan las infestaciones y los daños ocasionados por plagas se refiere al control cultural. La selección de semillas o material vegetal limpio es fundamental para evitar la introducción de plagas desde el inicio de la producción del cultivo. El ajuste de las fechas de siembra puede contribuir a evitar la aparición de plagas o a reducir su impacto durante las etapas más vulnerables del cultivo. La siembra temprana de caupí redujo las infestaciones de pulgones trips y chinches de las vainas en Uganda (Karungi *et al.* 2000 como se citó en Dara 2019) y disminuyó la incidencia del barrenador de las vainas de las leguminosas (*Maruca vitrata*) los trips de las flores (*Megalurothrips sjostedti*) y la chinche chupadora de las vainas (*Clavigralla tomentosicollis*) en Nigeria (Asante *et al.* 2001 como se citó en Dara 2019).

La densidad de plantas y el espaciamiento entre hileras también influyen en las infestaciones de plagas. Se ha reportado que una alta densidad de plantas redujo las infestaciones de gusanos de la raíz (*Delia* spp.) en canola en Canadá (Dosdall *et al.* 1996 como se citó en Dara 2019) y las infestaciones de áfidos en caupí en Uganda (Karungi *et al.* 2000 como se citó en Dara 2019).

La modificación de las prácticas de riego los programas de fertilización y otras prácticas agronómicas pueden generar condiciones menos favorables para el desarrollo de plagas. Un bajo contenido de potasio en las plantas induce la síntesis de ácido jasmónico lo que fortalece la capacidad de la planta para resistir plagas de insectos y ciertas enfermedades (Davis *et al.* 2018 como se citó en Dara 2019). Por el contrario, el incremento del nitrógeno puede exacerbar las infestaciones

de artrópodos (Hodson & Lampinen 2018 como se citó en Dara 2019). Asimismo, contenidos altos (Mitchell *et al.* 2003 como se citó en Dara 2019) o bajos de nitrógeno (Snoeijers *et al.* 2000 como se citó en Dara 2019) también pueden contribuir a problemas fitosanitarios.

La destrucción de residuos de cultivo y la labranza intensiva eliminan los sitios de reproducción y controlan las etapas del ciclo de vida de las plagas que habitan en el suelo. Las prácticas de saneamiento como la eliminación de material vegetal infectado o infestado la limpieza regular de equipos agrícolas y la prevención de la contaminación accidental por la actividad humana son fundamentales para evitar la diseminación de plagas. La rotación de cultivos con especies no hospedantes o tolerantes interrumpe los ciclos biológicos de las plagas y reduce su acumulación a lo largo del tiempo. Esta estrategia ha sido ampliamente utilizada para el manejo de insectos enfermedades y malezas en diversos sistemas de producción (Curl 1963; Wright 1984; Liebman & Dyck 1993; Mohler & Johnson 2009 como se citó en Dara 2019).

Finalmente, el cultivo intercalado con plantas no hospedantes o repelentes, así como el uso de cultivos trampa para desviar las plagas del cultivo principal constituyen otras estrategias relevantes de control cultural dentro del MIP (Pretty & Bharucha 2015; Nielsen *et al.* 2016 como se citó en Dara 2019).

Control biológico: Dara (2019) aborda resultados de diferentes investigadores manifiesta que los enemigos naturales como los artrópodos depredadores y las avispas parásitas pueden ser muy eficaces para provocar reducciones significativas en las poblaciones de plagas en

determinadas circunstancias. Las liberaciones periódicas de enemigos naturales disponibles comercialmente o la conservación de las poblaciones de enemigos naturales proporcionando refugios o evitando prácticas que los dañen son algunas de las prácticas comunes para controlar las plagas endémicas. Para abordar los problemas de plagas invasoras normalmente se utiliza el enfoque de control biológico clásico en el que los enemigos naturales de la región nativa de la plaga invasora se importan multiplican y liberan en el nuevo hábitat de la plaga. La liberación de insectos estériles irradiados es otra técnica de control biológico que se ha utilizado eficazmente contra varias plagas.

***Control del comportamiento*:** El comportamiento de la plaga puede ser explotado para su monitoreo y control a través de cebos trampas y técnicas de interrupción del apareamiento (Vladés *et al*. 2005; El-Sayed *et al.* 2009). Los cebos que contienen material venenoso atraerán y matarán a las plagas cuando se distribuyan en el campo o se coloquen en trampas. Las plagas se sienten atraídas por ciertos colores luces olores de atrayentes o feromonas. Se pueden usar dispositivos que usan uno o más de estos para atraer atrapar o matar plagas. Los señuelos de feromonas confunden a los insectos adultos e interrumpen su potencial de apareamiento y por lo tanto reducen su descendencia.

Control físico o mecánico: Se refiere al uso de una varias técnicas físicas o mecánicas para la exclusión de plagas captura (en algunos casos similar al control de comportamiento) eliminación o destrucción (Dara *et al.* 2019). La exclusión de plagas con redes o cubiertas de hileras recolección manual o aspirado para eliminar plagas herramientas mecánicas para el control de malezas trampas para plagas de roedores

modificación de las condiciones ambientales como el calor o la humedad en invernaderos esterilización por vapor o solarización disuasivos visuales o físicos para aves como material reflectante o dispositivos sónicos son algunos ejemplos de control físico o mecánico.

Control microbiano: Mediante el uso de bacterias hongos microsporidios nematodos o virus entomopatógenos y subproductos de fermentación de algunos microbios contra plagas de artrópodos los nematodos parásitos de las plantas y los patógenos de las plantas generalmente quedan bajo control microbiano (Lacey *et al*. 2015).

Control químico: El control químico generalmente se refiere al uso de pesticidas químicos sintéticos. Sin embargo para ser técnicamente precisos el control químico debe incluir productos químicos sintéticos así como productos químicos de origen microbiano o botánico. Aunque los extractos botánicos como la azadiractina y las piretrinas y los metabolitos tóxicos derivados de microbios como la avermectina y el spinosad se consideran productos biológicos siguen siendo moléculas químicas similares a los productos químicos sintéticos y poseen muchos de los riesgos de seguridad humana y ambiental como pesticidas químicos. ¿Cuáles son las implicaciones del uso de spinosad en programas de MIP? Para cultivos importantes como tomates pimientos berenjenas coles o verduras de hoja verde se pueden controlar casi todas las principales plagas de insectos en Nueva Inglaterra solo con spinosad y otro insecticida o una hormona de crecimiento. Esto debería permitir la supervivencia de más insectos beneficiosos y resultar en menos pulverizaciones a largo plazo. Las plagas de insectos que no se controlarían en estos cultivos con materiales tan suaves incluyen las

moscas de la col y del pimiento el gusano cortador negro los pulgones (los enemigos naturales deberían controlarlos la mayor parte del tiempo) los escarabajos pulga y las chinches hediondas (aunque hay evidencia en algunos estudios de una incidencia reducida) y algunas otras rarezas o plagas menores que rara vez se encuentran. En maíz dulce spinosad controlará tanto el barrenador europeo del maíz como el gusano cogollero. También ofrece la oportunidad de controlar al menos niveles bajos a moderados de gusano elotero del maíz con un material respetuoso con el medio ambiente (Boucher 1999).

Todas las opciones de manejo de plagas necesitan una cuidadosa consideración y aplicación para evitar riesgos potenciales. La resistencia a los pesticidas en las plagas es un problema en el manejo de las plagas en los cultivos y uno de los factores clave para el desarrollo de estrategias de MIP. Según lo requiera la situación del cultivo y la plaga se pueden utilizar una o más de las opciones de control durante todo el período de producción para un manejo eficaz de las plagas. Cuando se utilizan eficazmente las opciones de control no químicas retrasan reducen o eliminan el uso de pesticidas químicos.

Las decisiones de manejo de plagas se deben sustentar en los niveles y umbrales de daño económico que en muchas situaciones no están disponibles difíciles de determinar o no son aplicables a todas las regiones geográficas o temporadas o los existentes necesitan su actualización. Algunos de los umbrales establecidos también son cuestionables. Debido a que la producción de cultivos es altamente precisa debido a las tecnologías modernas por un lado así como altamente variable dependiendo de una miríada de factores bióticos y

abióticos y las prácticas patentadas de diferentes operaciones agrícolas la gestión de la información y las partes de la toma de decisiones juegan un papel crítico en el MIP. No se puede ofrecer una solución única para todos y la eficacia del control de plagas depende de varios factores además de la opción utilizada (Dara 2019).

Conocimientos y recursos

El conocimiento de las diversas opciones de control la biología de las plagas y el potencial de daño y la idoneidad de los recursos disponibles permite al agricultor tomar una decisión apropiada para su situación. Las conversaciones con agricultores en diferentes partes de Estados Unidos y otros países revelaron que la implementación del MIP está limitada por la falta de conocimientos recursos o beneficios económicos inmediatos suficientes. También es evidente a partir de muchas conversaciones con agricultores y profesionales del control de plagas en California que el manejo de la resistencia visto como la rotación de pesticidas entre diferentes grupos de modo de acción se percibe comúnmente como MIP aunque el manejo de la resistencia es solo una parte del MIP. La implementación del MIP es especialmente un desafío en los países en desarrollo o con agricultores de bajos ingresos en los países desarrollados. Una encuesta realizada por Parsa *et al.* (2014) también mostró que la falta de expertos calificados en MIP y de educadores de extensión era un impedimento para la implementación del MIP en los países desarrollados.

Parásito: La identificación de la plaga la comprensión de su biología y las tendencias poblacionales estacionales las etapas de vida dañinas y sus

hábitats la naturaleza del daño y su importancia económica la vulnerabilidad de cada etapa de vida para una o más opciones de control la preferencia del huésped y los huéspedes alternativos la previsibilidad de la aparición de la plaga en función del medio ambiente las tendencias de cultivo las prácticas agrícolas y otros factores influyentes y toda la información relacionada son fundamentales para identificar una estrategia de control eficaz.

Opciones de control disponibles: Debido a que no todas las opciones de control se pueden usar contra todas las plagas el agricultor debe elegir las que sean ideales para la situación. Por ejemplo, los insecticidas sistémicos son más efectivos contra las plagas que minan o perforan el tejido vegetal. Las plagas que siguen un patrón estacional particular se pueden controlar ajustando las fechas de siembra. Se pueden liberar enemigos naturales disponibles comercialmente contra algunos mientras que la disrupción del apareamiento funciona bien contra otros. Los nematodos entomopatógenos se pueden usar contra ciertas plagas del suelo bacterias y virus contra plagas con piezas bucales masticadoras como lepidópteros y coleópteros mientras que los hongos son efectivos contra una variedad de plagas. En algunas zonas donde escasean las tierras agrícolas o existe una demanda continua de cultivos especializados ciertas prácticas de MIP como la asignación de espacio para hábitats de enemigos naturales o la rotación de cultivos no siempre son posibles (Dara 2019).

***Herramientas y tecnología*:** Una plaga específica puede controlarse con ciertas opciones pero puede que no todas estén disponibles en un lugar específico para un cultivo específico o dentro de los recursos

económicos disponibles. Por ejemplo la liberación de enemigos naturales puede ser posible en cultivos especializados de alto valor pero no en cultivos de gran superficie. Un pesticida específico podría estar registrado para una plaga en algunos cultivos pero no en todos. El uso de mallas cubiertas para hileras o aspiradoras montadas en tractores puede ser eficaz pero muy costoso lo que limita su disponibilidad a quienes pueden permitírselo.

Este es un componente importante donde se toman decisiones diagnósticas y preventivas o curativas con base en las opciones de control disponibles y asequibles. Las directrices regulatorias que limitan el uso de ciertos pesticidas o promueven el uso de otros pueden tener una gran influencia en la implementación del MIP. Muchos países han eliminado gradualmente los pesticidas y fumigantes de amplio espectro. La reciente preocupación por la salud de los polinizadores también ha llevado a restricciones en el uso de ciertos pesticida.

Si bien estos factores del componente de conocimiento y recursos abarcan la implementación del MIP contar con recursos suficientes para desarrollar estrategias de MIP es un aspecto crucial de la ecuación que a menudo se ignora. La escasez de especialistas en MIP los recursos financieros limitados para investigación y extensión y las dificultades inherentes a la realización de investigación agrícola aplicada que requiere mucho tiempo son algunos de los obstáculos para el desarrollo y la difusión de estrategias de MIP. Con demasiada frecuencia muchas de las herramientas y tecnologías de MIP no llegan a la fase de implementación debido a limitaciones prácticas como el alto costo de comercialización o la falta de interés en su adopción (Dara 2019).

Planificación y organización

Este componente trata el aspecto de gestión del nuevo modelo IPM para la recopilación de datos la organización y las acciones reales contra las infestaciones de plagas.

Monitoreo de plagas Monitorear regularmente los campos para detectar la aparición y propagación de plagas es un paso básico en la protección de cultivos. La detección temprana en muchos casos puede ayudar a abordar la situación de las plagas mediante un tratamiento localizado de bajo costo o la eliminación de plagas o material vegetal infestado o infectado. Cuando las infestaciones de plagas continúan creciendo es necesario un monitoreo regular para evaluar el daño y determinar el momento de iniciar el control en toda la finca. El monitoreo también es importante para evitar aplicaciones de pesticidas basadas en calendarios especialmente en poblaciones de plagas más bajas que no justifican tratamientos. Por ejemplo la fumigación basada en muestreo junto con un saneamiento mejorado y otras prácticas pueden ser una alternativa económica a la fumigación basada en calendarios de trigo en elevadores (Adam *et al.* 2010; como se citó en Dara 2019).

Gestión de la información

Un buen registro de las plagas sus daños tratamientos efectivos fluctuaciones estacionales interacciones con factores ambientales prácticas de riego nutrición de las plantas y otra información relacionada de un año a otro fortalecerá el conocimiento institucional de una granja y preparará al productor para tomar medidas preventivas o curativas.

Acciones correctivas. Tomar medidas oportunas es probablemente el aspecto más importante del MIP. Incluso con todo el conocimiento sobre la plaga y la disponibilidad de recursos para su manejo eficaz las pérdidas solo se pueden prevenir si se toman medidas correctivas a tiempo. Una buena gestión de la finca permitirá al agricultor actuar de manera oportuna. Estas medidas no solo son necesarias para prevenir daños en una finca específica sino también para prevenir su propagación a fincas vecinas. Cuando se descuida el manejo de plagas en una finca esta puede propagarse a fincas vecinas y convertirse en un problema a nivel de toda la zona con mayores implicaciones regulatorias sociales y económicas.

Comunicación. Una buena comunicación para transferir el conocimiento individual o colectivo en beneficio de todos es el último componente del nuevo modelo de MIP. Las herramientas de comunicación modernas y tradicionales pueden utilizarse para la divulgación a medida que los investigadores desarrollan información sobre plagas endémicas e invasoras amenazas emergentes y nuevas estrategias de control.

Mantenerse informado. Los productores y profesionales del control de plagas deben mantenerse informados sobre las plagas existentes y emergentes y sus opciones de manejo. Se puede obtener información con base científica asistiendo a reuniones de extensión seminarios web o talleres leyendo boletines informativos artículos de revistas especializadas de extensión o científicas y manteniéndose en contacto con investigadores y otros profesionales a través de diversos canales de comunicación. Existen diversos recursos en línea de universidades y

otras instituciones de prestigio así como aplicaciones para teléfonos inteligentes que ofrecen actualizaciones periódicas (Dara 2016 como se citó en Dara 2019).

Comunicación dentro del grupo. Educar al personal agrícola mediante capacitación periódica o comunicación ayudará con todos los aspectos del manejo de plagas el manejo adecuado de pesticidas la seguridad de los trabajadores y la prevención de la contaminación ambiental. Los equipos de campo con experiencia podrán identificar y monitorear los problemas de plagas e implementar eficazmente las estrategias de manejo.

Comunicación entre productores. Si bien ciertas estrategias de producción y protección de cultivos se consideran información confidencial compartir conocimientos y recursos entre sí mejorará la eficacia del control de plagas y beneficiará a toda la comunidad de agricultores. Las plagas no conocen fronteras y pueden propagarse a múltiples campos si no se gestionan eficazmente en toda la región. Los agricultores de los países en desarrollo consideran que se requiere una acción colectiva para la implementación del MIP dado que existe una falta de conocimiento suficiente (Parsa *et al*. 2014).

Comunicación con el público. La demanda pública se ve influenciada por las estrategias de marketing minorista la preocupación por la seguridad alimentaria basada en las regulaciones sobre pesticidas en su región y la falta de conocimiento sobre la producción de alimentos entre otros factores. Durante múltiples reuniones de divulgación y visitas de campo organizadas exclusivamente para el público en el sur de

California durante los últimos años se evidenció que la mayoría desconocía los sistemas agrícolas tenía una comprensión errónea de la agricultura sostenible y creía que los alimentos orgánicos no contienen pesticidas Tras las conversaciones y las visitas de campo indicaron un cambio en sus conocimientos y un posible cambio en su comportamiento al elegir alimentos. Educar al público contribuirá a su comprensión y preferencia por los alimentos orgánicos convencionales o producidos de forma sostenible además de influir en las decisiones políticas y regulatorias en sus regiones para garantizar la seguridad alimentaria.

Investigación y divulgación. La investigación y la divulgación son una parte integral del modelo de MIP para identificar y anticipar problemas de plagas desarrollar estrategias preventivas y curativas y difundir eficazmente la información a través de herramientas y estrategias de comunicación tradicionales y modernas. La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA) reconoce la educación y la divulgación como factores clave en la implementación del MIP. Un estudio realizado por Parsa *et al*. (2014) que involucró a profesionales y practicantes de MIP de 96 países reveló que la capacitación y el apoyo técnico inadecuados son un obstáculo importante para la implementación del MIP. El desarrollo de información basada en la ciencia a través de la investigación aplicada la divulgación efectiva basada en la estructura socioeconómica y demográfica de la clientela las habilidades de red y comunicación de los educadores de extensión y la reputación de los investigadores y educadores de extensión juegan un papel importante en la educación de los practicantes de MIP. Además de la base de investigación y divulgación y de los cuatro componentes

de la gestión un modelo de MIP también debe incluir los factores que influyen en la producción de alimentos rentable segura y asequible a mayor escala así como sus implicaciones para la seguridad alimentaria mundial. Estos cuatro componentes se componen de dos niveles que abordan los aspectos comerciales y sostenibles de la producción de alimentos.

I- Aspecto comercial

Los consumidores buscan productos nutritivos saludables y sabrosos libres de plagas y a precios asequibles. Los agricultores buscan satisfacer esta demanda produciendo alimentos que satisfagan todas las necesidades de los consumidores manteniendo la seguridad ambiental y humana y generando ganancias. Los vendedores evalúan la demanda del mercado y diseñan estrategias de venta para satisfacer a los consumidores generando ganancias para mantenerse en el negocio. En un sistema ideal consumidor productor y vendedor mantendrían un equilibrio armonioso entre la producción y la venta de alimentos. En un sistema así los alimentos son seguros y asequibles para todos habrá seguridad alimentaria en todo el mundo y tanto agricultores como vendedores obtienen buenas ganancias con un riesgo mínimo para el medio ambiente en el proceso de producción de alimentos. Sin embargo este equilibrio se altera con frecuencia debido a:

1) La incomprensión de los consumidores sobre los diversos sistemas de producción de alimentos su demanda de frutas y verduras de forma perfecta a precios asequibles o su disposición a pagar un precio superior por alimentos que se perciben como

seguros

2) Los agricultores que intentan encontrar formas económicas de producir alimentos de alta calidad mientras se enfrentan a continuos problemas de plagas y otros desafíos.

3) Los vendedores que intentan comercializar alimentos orgánicos a un precio más alto como una alternativa más segura a los alimentos producidos convencionalmente. Si los agricultores implementan buenas estrategias de mip para producir alimentos seguros y los consumidores son conscientes de esta práctica y tienen confianza en los alimentos producidos en un sistema basado en mip entonces los vendedores podrían comercializar lo que demandan los consumidores informados. La extensión tradicionalmente se centró en educar a los agricultores y a los involucrados en la producción de alimentos pero la educación pública sobre la importancia del mip puede tener una influencia significativa en la forma en que se producen los alimentos (dara 2019).

II- Aspecto de sostenibilidad

El MIP es un enfoque para garantizar la viabilidad económica tanto a nivel del consumidor como del productor (siempre se espera que el vendedor obtenga una ganancia) la seguridad ambiental a través de un uso equilibrado de todas las opciones de control de plagas disponibles y la aceptabilidad social ya que los alimentos basados en el MIP son seguros y asequibles.

Aunque la producción de alimentos orgánicos generalmente se percibe

como segura y sostenible los siguientes ejemplos pueden explicar por qué no es necesariamente cierto. La producción de alimentos orgánicos no está libre de pesticidas y algunos de los pesticidas utilizados en un sistema orgánico son tan dañinos para los humanos y los organismos no objetivo como algunos pesticidas químicos. Por ejemplo las piretrinas son altamente tóxicas para las abejas los peces y los invertebrados acuáticos (NPIC 2014). Ciertos pesticidas aceptados orgánicamente tienen toxinas o moléculas químicas naturales que son muy similares a las de los pesticidas sintéticos. De hecho algunos pesticidas sintéticos (por ejemplo piretroides sintéticos vs. piretrinas y neonicotinoides vs. nicotina) se fabrican imitando las moléculas pesticidas de origen natural. Las plagas desarrollan resistencia a los biopesticidas al igual que desarrollan resistencia a los pesticidas químicos. Las películas de partículas de caolín utilizadas en la agricultura orgánica pueden controlar algunas plagas pero pueden afectar negativamente a los enemigos naturales y provocar la proliferación de otras plagas (Marko *et al.* 2008; como se citó en Dara 2019).

Las prácticas de agricultura orgánica pueden fomentar las poblaciones de enemigos naturales pero un mayor número de enemigos naturales no siempre da como resultado la supresión de plagas (Dara 2014). Para controlar ciertas plagas podrían ser necesarias múltiples aplicaciones de pesticidas orgánicos con los costos y riesgos asociados mientras que poblaciones similares de plagas podrían controlarse con menos aplicaciones de pesticidas químicos. Un control inadecuado no solo provoca pérdidas de cultivos sino que puede provocar su propagación a áreas más extensas lo que dificulta aún más su control. El estiércol que se usa comúnmente en granjas orgánicas puede tener una mayor huella de

carbono y la escasez de nitratos en la zona radicular y la lixiviación de nitratos son comunes en las granjas orgánicas (Tal 2018).

Tal (2018) comparó exhaustivamente los enfoques de la agricultura orgánica y convencional a nivel global. Al comparar la productividad la biodiversidad la calidad del agua los impactos ambientales externos la huella de carbono el cambio climático y otros aspectos la agricultura convencional gestionada con cuidado parece ser más sostenible que la agricultura orgánica.

La seguridad alimentaria y la producción agrícola sostenible en Ecuador destacan los desafíos y oportunidades de su implementación. Factores como el cambio climático la mala gestión de recursos hídricos y la falta de acceso a tecnologías avanzadas afectan negativamente la producción agrícola. La variabilidad climática y los eventos extremos como sequías e inundaciones han reducido significativamente la producción de cultivos esenciales aumentando la vulnerabilidad alimentaria. La adopción de prácticas agrícolas sostenibles como la conservación del suelo el manejo integrado de plagas y el uso de tecnologías avanzadas ha demostrado mejorar la productividad y resiliencia del sector agrícola. Las políticas públicas incluidos los programas de apoyo a pequeños agricultores y los incentivos para la agricultura sostenible son esenciales para promover estas prácticas. La cooperación internacional también juega un papel crucial en la transferencia de tecnología y conocimientos. A pesar de los avances persisten desafíos significativos como el acceso limitado a financiamiento y las desigualdades regionales que deben ser abordados para asegurar un desarrollo agrícola equitativo y sostenible (Guamán & Flores 2023).

La seguridad alimentaria para la creciente población mundial es necesaria a través de la optimización de los costos de los insumos la minimización del desperdicio la adopción de prácticas seguras y sostenibles por parte de los productores y la confianza del consumidor en los alimentos producidos a través de dichas prácticas. Es importante destacar que el MIP aborda todos los aspectos económicos ambientales y sociales y proporciona alimentos seguros y asequibles a los consumidores y ganancias a los productores y vendedores al tiempo que mantiene la salud ambiental (Dara 2019).

El manejo integrado de plagas es "Mantener el nivel del daño de enfermedades y plagas por debajo del límite económico aceptable combinando varias formas de control". Las formas de control como son: Control químico control mecánico control biológico control del cultivo y otras maneras. Aparte de estas maneras el pronóstico es un elemento muy importante para el MIP porque sirve para saber con anterioridad la aparición de enfermedades y plagas y también se puede optimizar la actividad de los enemigos naturales.

La agricultura de hoy depende mucho del uso de los productos químicos. Sin eso es casi imposible tener cosecha de los cultivos. Los productos químicos tienen efecto inmediato y pueden tratar enfermedades o eliminar insectos plagas con seguridad y sin mucha mano de obra.

Límite del daño económico aceptable y pauta de control para definir el límite del daño económico aceptable tenemos que saber el nivel de daño que se prevé a través del monitoreo y pronóstico de plagas y

enfermedades en la primera etapa de su aparición. Lógicamente se requiere observación e investigación en campo para monitoreo y acumulación de datos para pronóstico. Esto lo deben realizar las organizaciones encargadas de sanidad vegetal con participación de los productores. A través de estos trabajos se define el umbral cuantitativo. Se pueden tener pautas si los productores toman medidas de control a base de la información del umbral cuantitativo. Sin embargo el umbral cuantitativo está disponible solamente en las regiones bastante avanzadas de producción agrícola comercial como los EE.UU. La realidad de la mayoría de otras regiones está sin umbral cuantitativo. En consecuencia el esfuerzo de MIP se enfoca más a la reducción del uso de productos químicos que a la reducción de la pérdida económica Aunque el esfuerzo no tiene una procedencia sólida y cuantitativa es muy importante no solamente para la salud humana y conservación del medio ambiente sino también para reducir la carga económica de los agricultores (Anónimo s. f.).

Prácticas sostenibles de control de plagas en el marco del MIP

Las prácticas sostenibles de control de plagas en el marco del MIP son importantes para abordar los desafíos que plantea la creciente demanda mundial de alimentos la necesidad de conservar los biorrecursos nacionales y la urgencia de mitigar los efectos adversos del cambio climático. Las prácticas convencionales de control de plagas caracterizadas por la aplicación intensiva de plaguicidas han generado numerosos desafíos ecológicos económicos y sociales. Estos incluyen la aparición de resistencia a los plaguicidas la alteración de las comunidades de artrópodos beneficiosos la contaminación del suelo y el

agua y la posible exposición de los trabajadores agrícolas y los consumidores a sustancias químicas peligrosas. Por otro lado el MIP presenta un modelo más sostenible para el control de plagas al restringir el tratamiento con plaguicidas a umbrales económica y ecológicamente justificables. Al reducir la dependencia general de los plaguicidas químicos el MIP fomenta la conservación de la biodiversidad protege los servicios ecosistémicos y fortalece la estabilidad de los sistemas agrícolas. Además la utilización de procedimientos de MIP puede generar beneficios económicos para los agricultores mediante la reducción de los costos de los insumos y el aumento del rendimiento de los cultivos a la vez que promueve la inocuidad alimentaria y la calidad de los productos para los consumidores (Rejesus & Jones 2020).

El MIP no sólo aborda los impactos directos de las plagas en la producción agrícola sino que también respalda los objetivos más amplios del desarrollo sostenible incluida la conservación de los recursos naturales la protección de la salud pública y la promoción del bienestar social y económico.

Elegir el MIP es una decisión inteligente

El Manejo integrado de plagas (MIP) se destaca por ser una solución práctica y rentable. Al considerar cuidadosamente los umbrales económicos y promover intervenciones específicas el MIP no sólo optimiza los recursos sino que también reduce los costos de los plaguicidas. Su enfoque en la sostenibilidad garantiza beneficios a largo plazo convirtiéndose así en un actor clave para satisfacer las demandas de una cadena de valor en constante evolución. Elegir el manejo

integrado de plagas es más que una decisión inteligente es un compromiso con un futuro equilibrado y próspero para los cultivos que se alinea con la eficiencia económica y la responsabilidad medioambiental.

Se trata de un enfoque a largo plazo más eficaz para el control de plagas. La implementación de esta estrategia en tu cultivo tiene muchas ventajas desde la eficiencia económica hasta la reducción estas son **Cinco ventajas del manejo integrado de plagas:**

1. **Eficiencia económica de los riesgos a la salud**

Es un motor crucial de la eficiencia económica en la agricultura. Ayuda a determinar estratégicamente el umbral económico es decir el punto en el que los costos de emplear un programa de biocontrol están justificados por el daño económico causado por una plaga o enfermedad. Este enfoque garantiza un uso inteligente de los recursos maximizando la eficacia de los esfuerzos en el control de plagas desde el punto de vista económico.

Su impacto es significativo porque emplea una estrategia proactiva y selectiva para la asignación óptima de recursos lo que permite intervenciones precisas y capacita a los agricultores para evitar tratamientos innecesarios y costosos mediante el monitoreo y la supervisión de los umbrales económicos antes mencionados. Al hacer hincapié en medidas preventivas como la rotación de cultivos el MIP contribuye al ahorro económico a largo plazo evitando posibles infestaciones de plagas antes de que se agraven.

La adaptabilidad del MIP a diversos entornos y escenarios permite personalizar las estrategias en función de las condiciones específicas de cada cultivo y las plagas presentes en él. Gracias a esto se pueden tomar decisiones que optimicen la eficiencia económica.

Una ventaja adicional de trabajar con este enfoque es que los agricultores crean un sistema más robusto y fácil de equilibrar en el cultivo. Esto ayuda a reducir riesgos de alto impacto como la sequía la salinidad migración de plagas y enfermedades. En otras palabras, ayuda a mitigar riesgos.

2. **Gestión de las resistencias**

Al emplear un enfoque polifacético para controlar las plagas el MIP desempeña un papel crucial en la gestión de las resistencias de las plagas a las moléculas químicas. La integración de diversos métodos de control como los controles biológicos las prácticas culturales y el uso prudente de plaguicidas tradicionales reduce la presión selectiva sobre las poblaciones de plagas y mediante la rotación de distintas clases de plaguicidas y la incorporación de medidas de control no químicas el MIP hace más difícil que se desarrollen resistencias. Esta diversidad estratégica en las tácticas de control ayuda a preservar la eficacia de los plaguicidas disponibles a lo largo del tiempo garantizando que sigan siendo una opción viable para el control de plagas. La gestión de las resistencias dentro de un marco de MIP no sólo salvaguarda la eficacia de las medidas de control sino que también subraya la importancia de un enfoque sustentable y adaptable para el control de plagas que aborde la naturaleza evolutiva de sus poblaciones en entornos agrícolas y urbanos.

Sin la implementación de soluciones de biocontrol no hay estrategia de MIP el cual es esencial para la gestión de las resistencias.

3. **Legislación más estricta**

A medida que se refuerza la legislación sobre el uso de plaguicidas lo que eventualmente lleva a la prohibición de más productos químicos los agricultores encuentran una alternativa en la adopción de una estrategia del MIP ya que al adoptarla darán un paso adelante para afrontar un futuro sin el uso de determinados productos químicos. Al mismo tiempo los supermercados están aumentando los requisitos para comercializar frutas y hortalizas en donde buscan alimentos que no estén expuestos a sustancias que puedan dañar la salud de los consumidores. La aplicación de una estrategia de manejo integrado de plagas no sólo consiste en cumplir la legislación es también un enfoque práctico que sitúa a los agricultores como contribuyentes proactivos a una agricultura sostenible y de alta calidad en un panorama de mercado en constante cambio.

4. **Reducción de los riesgos sanitarios**

Una de las ventajas significativas del MIP es su contribución a la reducción de los riesgos a la salud. Al dar prioridad a los métodos de control no químicos y minimizar la dependencia de los pesticidas el MIP mitiga los riesgos potenciales para la salud asociados a la exposición a estas sustancias. Los agricultores y sus familias los trabajadores agrícolas y los consumidores se benefician de un entorno laboral y social más seguro ya que se reduce al mínimo el uso de productos químicos nocivos.

Además la conservación de organismos benéficos en un enfoque de MIP contribuye a un ecosistema más sano salvaguardando indirectamente la salud humana. El MIP se centra en la sostenibilidad a largo plazo y el bienestar medioambiental por lo que está en sintonía con una visión más amplia de la promoción de prácticas agrícolas y control de plagas respetuosas con la salud.

5. Control de plagas fomento del desarrollo de los cultivos y salud del suelo

Los organismos e insectos benéficos desempeñan un papel crucial en el control de plagas y enfermedades y el uso de soluciones de biocontrol garantiza el mantenimiento de éstos. De este modo se crea un equilibrio natural que ayuda a mantener bajo control el número de diversas plagas y enfermedades. Este enfoque no sólo reduce la necesidad de plaguicidas químicos sino que también contribuye a crear condiciones ambientales favorables y puede ser más específico en sus acciones minimizando el impacto sobre otras especies.

Una vez aplicadas las soluciones de biocontrol estos organismos benéficos pasan a formar parte de tu sistema de cultivo. Lo que significa que la aplicación de herramientas de biocontrol tiene un efecto a largo plazo a diferencia de los productos químicos que tienen «fecha de caducidad (Koppert 2024).

Según Zhou *et al.* (2024) al resumir opiniones sobre el MIP plantea que este surgió como un paradigma prometedor y sostenible para la protección de cultivos ofreciendo una alternativa viable a la aplicación excesiva e indiscriminada de pesticidas químicos. Mediante la

integración sinérgica de una amplia gama de estrategias de control preventivo biológico cultural y químico el MIP busca mantener las poblaciones de plagas por debajo de umbrales económicamente perjudiciales a la vez que mitiga los riesgos para la salud pública y el medio ambiente. Se ha demostrado que la adopción de prácticas de MIP produce múltiples beneficios incluyendo la reducción del uso de pesticidas y los riesgos asociados la mejora del rendimiento y la calidad de los cultivos el aumento de la biodiversidad y el aumento de la rentabilidad y la resiliencia de algunos sistemas agrícolas. Sin embargo a pesar de las ventajas bien documentadas del MIP su adopción generalizada y escalamiento se han visto obstaculizados por diversas barreras técnicas económicas institucionales y sociales. Estas barreras incluyen la complejidad y la naturaleza intensiva del MIP los altos costos iniciales y los riesgos percibidos de su adopción la falta de políticas de apoyo e incentivos de mercado y la limitada concienciación y participación de los agricultores y otras partes interesadas en el diseño e implementación de programas de MIP. Superar estas barreras requiere un enfoque holístico e integrado que aborde las múltiples dimensiones de la adopción del MIP y su gobernanza desde la elaboración de estrategias de MIP adaptadas localmente y rentables hasta la creación de entornos propicios cadenas de valor y regulaciones que apoyen la ampliación y la sostenibilidad agrícola del MIP. Un enfoque pionero y exitoso para la implementación sistemática y a gran escala del MIP es el uso de la estrategia de Unidad Piloto que puede promoverse como punto de partida y adaptarse a diversos cultivos.

La implementación eficaz y generalizada del MIP requiere un cambio de paradigma en la forma en que abordamos la protección de cultivos y

el desarrollo agrícola pasando de un enfoque estrecho en la maximización del rendimiento y la erradicación de plagas a una perspectiva más holística y agroecológica que reconozca las complejas interacciones y compensaciones entre productividad sostenibilidad y resiliencia al tiempo que aborda los desafíos del cambio climático y la sostenibilidad. Este cambio implica la adopción del MIP con otras prácticas agrícolas sostenibles como la agricultura de conservación la agricultura de precisión la agroforestería y la agricultura orgánica así como la integración del MIP en sistemas alimentarios más amplios y estrategias de gestión del paisaje. Para lograr este cambio de paradigma y aprovechar todo el potencial del MIP es necesario aumentar la inversión en investigación educación y extensión que puedan generar y difundir conocimientos tecnologías y prácticas que sean relevantes accesibles y adaptables a los diversos contextos y necesidades de los agricultores y otras partes interesadas. Esto incluye el desarrollo de enfoques de investigación innovadores y participativos que involucren a los agricultores y otras partes interesadas en el diseño conjunto y la coevaluación de estrategias de MIP así como el fortalecimiento de la capacidad y el empoderamiento de los agricultores y otros actores para adoptar y adaptar prácticas de MIP a sus condiciones locales. Un factor clave para la implementación exitosa de un programa de MIP que genere beneficios en el control de plagas que puedan ampliarse y ser sostenibles es el desarrollo de nuevos componentes de MIP.

El MIP ofrece un enfoque prometedor y sostenible para la protección de cultivos que puede contribuir al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas y a la transición hacia sistemas agroalimentarios más resilientes inclusivos y sostenibles. Sin embargo

para alcanzar todo el potencial del MIP se requiere un esfuerzo concertado y colaborativo de todas las partes interesadas incluyendo agricultores investigadores responsables políticos y organizaciones de la sociedad civil para abordar los múltiples desafíos y oportunidades que implica su escalamiento e integración. Al invertir en investigación educación y extensión que generen y difundan conocimientos y prácticas relevantes y viables y al crear políticas e instituciones propicias que apoyen la adopción y difusión del MIP podemos aprovechar su potencial para lograr un futuro más sostenible y equitativo para todos (Zhou *et al.* 2024).

Manejo agroecologico de plagas MAP

El manejo de plagas generalmente se sustenta en aplicaciones de agroquímicos tanto por productores como por técnicos. Esto está causando muchos problemas consecuencias indeseables por la dependencia al uso de plaguicidas. Al impulsar una estrategia diferente como el MAP se aplica una visión mucho más amplia que sustenta los principios del manejo agroecológico y no sólo se busca sumar alternativas de manejo.

El MAP no trata de solucionar con base en los síntomas sino de encontrar el origen de las plagas para incidir en las causas y modificar las condiciones que hacen que aumenten con el fin de tener un mejor manejo. De ahí que las herramientas son muy importantes.

El MAP consiste fundamentalmente en el muestreo para tomar decisiones de manejo de plagas se realiza un muestreo que justifique realizar alguna acción porque el hecho de ver un insecto en el cultivo no

es sinónimo de plaga ésta se da cuando el insecto afecta económicamente al productor conocimiento de que por cada plaga hay un número de insectos benéficos. En este sentido se puede tolerar cierta población de insectos en una parcela pero si la población que hay no justifica una acción de control no hay razón para hacerla ni aplicar plaguicidas en forma indiscriminada (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural 2020).

El manejo agroecológico de plagas en hortalizas busca un equilibrio ecológico mediante la prevención y la intervención no solo eliminando plagas sino también trabajando con la naturaleza para hacer el ambiente menos favorable para ellas y más fértil para los cultivos. Se basa en el conocimiento del cultivo y el ambiente e incluye técnicas como la rotación de cultivos el uso de variedades resistentes el control biológico con insectos benéficos trampas y la mejora de la salud del suelo.

Principios Fundamentales del MAP

- Prevención: Implementar prácticas agrícolas que impidan o minimicen la aparición de plagas y enfermedades.
- Conocimiento del Ecosistema: Entender cómo funcionan las plagas y sus enemigos naturales en el cultivo y el ambiente para aprovechar las condiciones naturales.
- Restauración del Equilibrio: Fomentar la presencia de insectos benéficos para controlar las poblaciones de plagas dañinas en lugar de eliminarlas por completo.

El uso de plantas para el control de plagas tiene una larga tradición en la

mayoría de las sociedades del mundo y fue una de las principales intervenciones para el manejo de plagas en cultivos agrícolas antes del desarrollo de pesticidas sintéticos (Gerwick & Sparks 2014). La intensificación de la agricultura y la adopción de prácticas de monocultivo a gran escala junto con el fitomejoramiento enfocado en el desarrollo de variedades con mayor rendimiento pueden exacerbar los problemas de plagas y enfermedades y reducir la biodiversidad (Bommarco *et al*. 2011).

Los brotes de plagas en la agricultura intensiva pueden ser graves y esto ha facilitado la elaboración y el uso de productos químicos sintéticos que están diseñados para matar rápidamente las plagas y persistir en el medio ambiente para prevenir la reinvasión de plagas (Heong *et al*. 2015). Además el uso de pesticidas a menudo no es beneficioso en muchos sistemas agrícolas. A mediados del siglo XX el uso de agroquímicos sintéticos persistentes se consideró altamente eficiente y rentable. Sin embargo los costos ambientales para la salud la biodiversidad y la resiliencia a menudo se ignoraron en las evaluaciones de costo-beneficio (Kanter *et al*. 2018). Aunque los beneficios económicos se obtienen a costa de la pérdida de biodiversidad (Zabel *et al*. 2019).

Además los pesticidas sintéticos siguen siendo un problema para la salud humana particularmente en los países de ingresos bajos y medianos (PIBM) donde las tasas de exposición a una variedad de compuestos sintéticos a menudo están muy por encima de los estándares de seguridad establecidos (Boedeker *et al*. 2020). La alteración de la regulación natural de las plagas por insecticidas sintéticos que matan a los parasitoides e invertebrados depredadores ahora se comprende bien

en los contextos agrícolas globales e irónicamente puede conducir a un mayor uso de insecticidas reduciendo aún más la biodiversidad y la resiliencia del hábitat con impactos económicos (Overton *et al*. 2021).

Los insumos en finca usados por los pequeños agricultores para el control de plagas pueden de hecho considerarse de naturaleza agroecológica ya que los recursos son locales con muchas funciones de apoyo ecológico por ejemplo biocontrol de conservación (néctar/polen) apoyo a los suelos (especies de leguminosas) o reciclaje de desechos (cáscara de cítricos desechos de semillas) (Rosset & Altieri 1997).

Diez elementos de la agroecología y el manejo ecológico de plagas y enfermedades

La conciencia sobre los beneficios de los métodos sostenibles de manejo de plagas en la agricultura está creciendo entre los consumidores agricultores y formuladores de políticas quienes abogan por prácticas ambientalmente más sostenibles y la adopción de la agricultura agroecológica (Wezel *et al.* 2020).

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) ha liderado la coordinación internacional para ayudar a los países a realizar la transición hacia sistemas alimentarios y agrícolas sostenibles y ha publicado un conjunto de principios que consta de 10 elementos (diversidad cocreación e intercambio de conocimientos sinergias eficiencia reciclaje resiliencia valores humanos y sociales cultura y tradiciones alimentarias gobernanza responsable y economía circular) para guiar la transición del mundo hacia la

intensificación agroecológica de la producción de alimentos (FAO 2018).

Los 10 Elementos de la Agroecología fueron el resultado de un proceso multisectorial cuyo objetivo fue generar un marco de rediseño de sistemas y procesos para optimizarlo y adaptarlo a los contextos locales. Se desarrolló entre 2015 y 2019.

Propósito de los 10 Elementos de la Agroecología

Las reuniones regionales de la FAO sobre agroecología revelaron una diversidad de perspectivas experiencias geografías culturas y vías de transición. Esta diversidad proporciona una riqueza que constituye la base de la agroecología sobre la que la FAO puede construir esfuerzos para ampliarla. Sin embargo a través de estas reuniones participativas con múltiples partes interesadas también se hizo evidente que no existe una definición única ni una única forma de aplicar la agroecología. Por lo tanto las transiciones agroecológicas deben diseñarse de manera inclusiva incorporando los contextos y las limitaciones locales.

Estos 10 Elementos ayudan a enmarcar la agroecología de forma inclusiva sin privilegiar una definición grupo de interés o región en particular y proporcionan una estructura para otras entidades que contribuyen a impulsar su adopción. Los 10 Elementos pueden utilizarse como herramienta analítica o modelo mental para ayudar a los responsables políticos profesionales y otras partes interesadas en la planificación gestión y evaluación de las transiciones agroecológicas. De este modo pueden facilitar la identificación de puntos de partida para la exploración el análisis y la disección de teorías plausibles de cambio

transformador hacia una agricultura y unos sistemas alimentarios sostenibles. Los 10 elementos están interrelacionados y son interdependientes (Barrios *et al.* 2020).

Los 10 elementos de la agroecología son:

1. **Diversidad:** Se centra en la variedad de elementos biológicos económicos y sociales para fortalecer los sistemas.
2. **Cocreación de conocimiento:** Fomenta la colaboración entre científicos y agricultores para generar saberes locales y tradicionales.
3. **Sinergias:** Promueve la optimización de las interacciones entre los componentes del agroecosistema incluyendo plantas animales y el entorno.
4. **Eficiencia:** Busca optimizar el uso de recursos y minimizar el desperdicio.
5. **Reciclaje:** Enfatiza la reutilización de materiales y nutrientes dentro del sistema agrícola.
6. **Resiliencia:** Apunta a fortalecer la capacidad de los sistemas para resistir y recuperarse de perturbaciones.
7. **Valores humanos y sociales:** Considere el bienestar de las personas la justicia social y la equidad en la producción de alimentos.
8. **Cultura y tradiciones alimentarias:** Reconoce la importancia de las prácticas culturales y el conocimiento culinario en la

sostenibilidad.

9. **Gobernanza responsable:** Implica la participación de la sociedad en la toma de decisiones y la regulación de los sistemas alimentarios.

10. **Economía circular y solidaria:** Promueva modelos económicos que prioricen la sostenibilidad la equidad y la colaboración.

En todas las regiones y culturas el uso de pesticidas botánicos sigue siendo un concepto con el que las personas pueden identificarse. La conciencia sobre el uso de productos naturales como medicinas remedios herbales así como para el control de plagas suele ser habitual tanto en las economías avanzadas como entre los países de ingresos bajos y medianos (Balick & Cox 2020).

Los productos botánicos generalmente se venden a nivel comunitario como remedios caseros de curanderos tradicionales o de agricultor a agricultor. Particularmente en los trópicos se han identificado numerosas especies vegetales locales con propiedades para el control de plagas muchas de las cuales han sido objeto de investigación científica y su bioactividad se ha confirmado mediante ensayos controlados. Los 10 elementos de la agroecología se pueden utilizar como marco para facilitar el manejo ecológico de plagas y enfermedades.

Tres de los elementos de la agroecología de la FAO abarcan particularmente la dinámica social del control de plagas y enfermedades: la cultura y las tradiciones alimentarias los valores humanos y sociales y la cocreación y el intercambio de conocimientos.

1- La cultura y las tradiciones alimentarias son fundamentales para la configuración de la sociedad donde los sistemas alimentarios modernos pueden provocar una desconexión entre los hábitos alimentarios y la cultura. Las prácticas culturales los alimentos y las prácticas tradicionales resaltan la diversidad global de alimentos y conocimientos. La agricultura industrial global se ve impulsada por agroquímicos sintéticos lo que lleva a la erosión de las tradiciones alimentarias culturales y donde las prácticas tradicionales de control de plagas y enfermedades se están erosionando a través de las cadenas de suministro globales que promueven el uso de plaguicidas sintéticos. Las prácticas agroecológicas que combinan la ciencia moderna y el conocimiento tradicional pueden apoyar la regulación natural de plagas a través de la rotación de cultivos el cultivo intercalado la diversidad de plantas en los márgenes de los campos y el uso de pesticidas botánicos (Mkenda *et al.* 2019).

2- Los valores humanos y sociales se relacionan con el manejo de plagas y enfermedades a través de la necesidad de que la agroecología se base en una producción agrícola intensiva en conocimiento respetuosa con el medio ambiente socialmente responsable innovadora y que dependa de mano de obra calificada. La agroecología tiene como objetivo proteger y mejorar los medios de vida rurales la equidad y el bienestar social donde a menudo los problemas de plagas y enfermedades se experimentan a nivel comunitario y donde la acción comunitaria puede ayudar a reducir los problemas de plagas y enfermedades a través de acciones coordinadas a nivel de grupo (Kansanga *et al*.

2020).

3- La cocreación y el intercambio de conocimientos han sustentado las prácticas de gestión de plagas y enfermedades durante siglos (Morales 2002). Las encuestas etnobotánicas sobre los usos de las plantas en particular para medicinas pero también como pesticidas en diferentes paisajes culturales han sido criticadas en ocasiones por explotar las prácticas tradicionales para obtener beneficios comerciales sin recurrir a los poseedores de los conocimientos indígenas. En respuesta el Convenio de las Naciones Unidas sobre la Diversidad Biológica redactó una legislación jurídicamente vinculante que comprometía a los países firmantes del acuerdo a compartir los beneficios de forma equitativa. Esto culminó en el Protocolo de Nagoya sobre Acceso y Participación en los Beneficios que ha sido ratificado por 132 países (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica 2011). El Protocolo proporciona un marco legal para compartir conocimientos y recursos genéticos que pueden conducir por ejemplo a nuevos productos de control de plagas con miras a prevenir la explotación del conocimiento indígena sin compensación financiera. La cocreación y el intercambio de conocimientos en el contexto de plagas y enfermedades también es relevante con respecto a la revitalización del conocimiento tradicional y la construcción científica de sistemas agrícolas agroecológicos.

Las características ecológicas centrales del manejo de plagas y enfermedades se relacionan particularmente con *3 de los elementos de la*

FAO: diversidad eficiencia y resiliencia. Estos factores sustentan el desarrollo potencial de insectos y patógenos a niveles donde su daño a los cultivos supera el umbral de daño económico y donde su estatus de plaga se hace evidente (Higley & Pedigo 1993).

A- La biodiversidad en la protección de cultivos es importante dentro del área de cultivo y se apoya a través de la rotación de cultivos cultivos intercalados y estrategias de empuje-atracción que aseguran que las especies de plantas de cultivo mixto se cultiven juntas (Dainese *et al.* 2019 ; Brooker *et al*. 2021) así como la diversidad en hábitats inmediatamente adyacentes a las áreas de cultivo como los márgenes de los campos otras áreas de cultivo cercanas y la diversidad a niveles de paisaje más amplios (Mkenda *et al*. 2019). Si bien por un lado la evidencia respalda la noción de que una mayor diversidad de plantas puede conducir a una reducción de las presiones de plagas y enfermedades este no es universalmente el caso ya que los análisis globales han demostrado que la relación entre la composición del paisaje y la regulación natural de plagas no siempre es beneficiosa.

B- La diversidad contribuye a la eficiencia. Los cultivos mixtos pueden reducir la abundancia de insectos y enfermedades que se propagan al crear barreras de diferentes plantas que ciertas plagas o patógenos no pueden explotar (Hooks & Fereres 2006; Parolin *et al.* 2012; Dada *et al.* 2020 como se citó en Belmain 2022). Por lo tanto reducir la práctica del monocultivo podría tener impactos positivos significativos en el manejo de plagas y enfermedades. El monocultivo se puede hacer más sostenible mediante prácticas de plantación de márgenes de flores o franjas de flores en cultivos que proporcionen alimento y refugio a depredadores y

parasitoides que puedan aumentar sus poblaciones en momentos clave para cuando sus especies presa se vuelvan abundantes (Hatt *et al.* 2017; Albrecht *et al.* 2020 como se citó en Belmain 2022). El mantenimiento de las plantas en los márgenes de los campos el aumento de la diversidad vegetal en los márgenes de los campos e incluso la ingeniería de los márgenes de los campos mediante la plantación de especies vegetales específicas con propiedades beneficiosas han demostrado ser estrategias eficaces para facilitar la proliferación de enemigos naturales de las plagas de los cultivos (Gurr *et al.* 2016 como se citó en Belmain 2022).

Según Barrios *et al*. (2020) la diversidad es un elemento paraguas que abarca conceptos como la diversificación de actividades y la diversidad de sistemas de conocimiento pero también la diversidad biológica reflejada por la diversidad genética taxonómica y funcional en los diferentes componentes del agroecosistema también reconocen la importancia de los servicios ecosistémicos resultantes de las interacciones de la biodiversidad superficial/subterránea para apoyar las transiciones agroecológicas es decir transiciones socioecológicas basadas en los 10 elementos de la agroecología.

Garantizar la diversidad vegetal a estas diferentes escalas del paisaje agrícola suele ser una buena práctica para asegurar una mayor diversidad de insectos lo que conduce a una mejor regulación natural de las plagas lo que facilita una menor cantidad de plagas y una mayor abundancia de enemigos naturales. Otros servicios ecosistémicos como una mejor polinización también se facilitan al garantizar una buena diversidad vegetal dentro y alrededor de las áreas de cultivo (Arnold *et al.* 2021; Raderschall *et al.* 2021 como se citó en Belmain *et al.* 2022) y la

diversidad a menudo puede ayudar a mejorar la fertilidad del suelo (McDaniel *et al.* 2014; Tian *et al.* 2019; Saleem *et al.* 2020 como se citó en Belmain *et al.* 2022). Por lo tanto la diversidad ayuda a habilitar los elementos de eficiencia y resiliencia. Los hábitats resilientes suelen ser hábitats diversos (como se citó en Belmain *et al.* 2022).

C- La resiliencia a las plagas y enfermedades a menudo es un factor de fertilidad del suelo acceso a nutrientes y agua donde las plantas vigorosas y saludables pueden emplear sus defensas naturales contra los ataques o aumentar los mecanismos de crecimiento compensatorio después del ataque (Blundell *et al.* 2020 como se citó en Belmain *et al;* 2022). El uso de extractos botánicos también puede ayudar a facilitar las defensas naturales de las plantas a través de la estimulación de las defensas endógenas además de actuar como fertilizantes foliares que fortalecen la resiliencia de las plantas (Mkindi *et al*. 2020). El elemento agroecológico de la resiliencia también es relevante para los agricultores y las comunidades cuando las personas pueden utilizar los recursos renovables disponibles localmente para el manejo de plagas y enfermedades. En la mayoría de los países de ingresos bajos y medios los insumos agroquímicos son importados y a veces incluso subsidiados por los gobiernos locales. Estos productos pueden crear dependencia de las importaciones y distorsión de los servicios locales de manejo de plagas y enfermedades como el uso de productos vegetales pesticidas disponibles localmente.

Los usos múltiples de las especies vegetales utilizadas para el control de plagas resaltan el potencial multifuncional de algunas especies vegetales no cultivadas es decir el piretro y otras plantas pesticidas en sistemas

agrícolas que podrían incluso proporcionar nuevos cultivos aprovechando las experiencias de producción de piretro (se basa en el cultivo de la flor de crisantemo *Chrysanthemum cinerariaefolium* L. de cuyas flores secas se extrae la piretrina) un insecticida natural y plantas como *Tephrosia vogelli* para productos de control de plagas (Mkindi *et al*. 2020).

La FAO ha identificado *cuatro elementos más de la agroecología: sinergias reciclaje economía circular y solidaria y gobernanza responsable.* Su relevancia para el manejo de plagas y enfermedades se ha discutido en parte en las relaciones con otros elementos.

I- Las sinergias en el uso de pesticidas botánicos y la fertilidad del suelo (Tian *et al.* 2019; Saleem *et al.* 2020 como se citó en Belmain *et al.* 2022) la resiliencia de las plantas (Blundell *et al.* 2020 como se citó en Belmain *et al.* 2022) y la regulación natural de plagas (Mkenda *et al.* 2019; Ndakidemi *et al.* 2021 como se citó en Belmain *et al.* 2022) destacan que el manejo ecológico de plagas y enfermedades puede respaldar los servicios ecosistémicos multifuncionales. El fomento de paisajes biodiversos dentro de los campos de cultivo y sus alrededores puede generar sinergias con otros usos como el suministro de forraje para el ganado plantas silvestres comestibles medicinas locales plantas pesticidas y servicios de polinización (Harrison *et al.* 2014; Duru *et al.* 2015; Englund *et al.* 2017 como se citó en Belmain *et al.* 2022). El uso de productos botánicos ayuda a reducir la necesidad de insumos sintéticos externos reciclando recursos vegetales sostenibles para el manejo de plagas y

enfermedades además de apoyar el reciclaje de nutrientes cuando los productos botánicos se utilizan como fertilizantes foliares mantillos y cultivos intercalados (Nyende & Delve 2004; Mkindi *et al.* 2020 como se citó en Belmain *et al.* 2022). Las sinergias entre los elementos sociales y naturales pueden influir en el desarrollo de una gobernanza responsable del sector de manejo de plagas y enfermedades. Las innovaciones en la RNF pueden mejorar la participación de las bases con los responsables políticos para ayudar a generar mejores marcos y políticas de gobernanza (como se citó en Belmain *et al.* 2022).

II- El elemento de reciclaje de productos locales para el control de plagas aumenta la autonomía de los productores y reduce su vulnerabilidad a las importaciones sintéticas.

III- Una economía circular y solidaria tiene como objetivo reconectar a productores y consumidores de maneras que prioricen los mercados locales y apoyen el desarrollo económico local mediante la creación de círculos virtuosos. Se ha demostrado que los alimentos orgánicos locales son un importante punto de entrada para crear mercados agrícolas locales (Curtis et al. 2020) y de manera similar la investigación con pequeños agricultores en África ha demostrado que también valoran la producción de alimentos que consideran más seguros para el consumo de sus familias mediante el uso de pesticidas botánicos en lugar de productos sintéticos (Mkindi et al. 2021).

IV- El último elemento de la agroecología la gobernanza responsable

es posiblemente el área donde el manejo ecológico de plagas y enfermedades requiere mayor apoyo. Los plaguicidas sintéticos suelen ser producidos por grandes empresas multinacionales ya que su desarrollo y registro requiere ingentes recursos. Además tienen considerable influencia e interés en mantener su monopolio sobre los sistemas de producción alimentaria. Sin embargo el uso de pesticidas botánicos también puede conllevar riesgos ya que algunos compuestos vegetales son tóxicos pero normalmente estos están presentes en el material vegetal en concentraciones inferiores a los niveles que probablemente provoquen toxicidad aguda (Belmain et al. 2012; Isman 2020 como se citó en Tembo et al. 2018). Además los productos químicos vegetales suelen ser mucho menos persistentes a menudo debido a que son lábiles a la luz ultravioleta lo que reduce los efectos a largo plazo y puede ser necesario aplicarlos con mayor frecuencia pero son potencialmente menos dañinos para el medio ambiente especialmente para los insectos no objetivo (Tembo et al. 2018).

A pesar de los menores riesgos asociados con los pesticidas botánicos versus sintéticos los requisitos regulatorios y de registro de productos son típicamente de la misma escala y costos tan altos hacen que esto sea inasequible para productos pesticidas de plantas comparativamente de pequeña escala (Isman 2008 como se citó en Tembo *et al.* 2018). Algunos países han reconocido que esto sofoca la innovación de productos de control de plagas más seguros y han creado diferentes vías regulatorias para ayudar a reducir el costo de evaluar la seguridad y eficacia de nuevos productos pesticidas botánicos. Por ejemplo China Brasil e India

han relajado las regulaciones para apoyar al sector de pesticidas de plantas (Isman 2020 como se citó en Tembo *et al.* 2018). Sin embargo una mejor gobernanza del sector de control de plagas es claramente necesaria en más países para reducir la dependencia de los sintéticos y en su lugar desarrollar productos de control de plagas sustentables de base vegetal que alienten a las comunidades a proteger su salud mientras apoyan las oportunidades comerciales locales.

La gobernanza de la tenencia de la tierra tanto de los hábitats agrícolas como de los no agrícolas puede tener un impacto significativo en la gestión de los paisajes para promover la biodiversidad que facilita la regulación natural de plagas. Esto puede desconectar a los agricultores y las comunidades de la tierra que cultivan y desalentar la inversión en mejoras del suelo mediante la plantación de árboles o la adición de materia orgánica al suelo en tierras que no les pertenecen (Belmain *et al;* 2022).

FRN manejo de plagas y transiciones agroecológicas

La agricultura agroecológica requiere un conocimiento intensivo que demanda una conciencia considerable en diferentes dominios. Para implementar los principios agroecológicos se ha argumentado que ayudar a los agricultores a adaptarse a la agroecología puede requerir una resolución colectiva de problemas más sólida a través de programas de extensión de conocimiento fortalecidos que permitan procesos de aprendizaje colaborativo entre investigadores agricultores y otras partes interesadas relevantes. En las últimas décadas se han intentado varios enfoques destinados a facilitar este tipo de participación en particular las

escuelas de campo para agricultores. Más recientemente se ha propuesto el concepto de FRN para aumentar la agencia de los agricultores en el proceso de investigación en particular para llevar a cabo investigación agroecológica a gran escala con muchos agricultores en diferentes contextos que empoderen a los agricultores para evaluar y adaptar las prácticas agroecológicas a sus valores y tradiciones locales. Los elementos importantes de las FRN son los siguientes: (1) los agricultores cocrean la agenda e investigación (2) los agricultores participan en todo el proceso experimental (3) los agricultores fortalecen su capacidad para adquirir y buscar conocimiento y (4) las redes son inclusivas para la comunidad (Richardson *et al*. 2021). Se ha demostrado que las FRN pueden ser una forma eficaz de abordar los problemas de plagas y enfermedades que experimentan las comunidades de pequeños agricultores en Tanzania y Malawi.

Como el manejo de plagas y enfermedades es una clara prioridad para todos los agricultores argumentamos que proporciona un punto de entrada con amplio apoyo para desarrollar una producción agrícola más sostenible desde el punto de vista ambiental en particular al mostrar primero a los agricultores que los productos vegetales pesticidas pueden ser tan efectivos como los pesticidas sintéticos para proteger sus cultivos sin el gasto de comprar productos comerciales así como sin los problemas de seguridad y salud que los agricultores pueden experimentar al usar sintéticos (Mkindi *et al*. 2021).

Las FRN se pueden utilizar para recopilar datos de campo confiables que sean comparables a los que los investigadores pueden recopilar. La confiabilidad de los datos recopilados por los agricultores se puede

confirmar mediante la operación de ensayos gestionados por agricultores y ensayos gestionados por investigadores uno al lado del otro en la misma localidad utilizando los mismos protocolos. Para ello se capacita a los agricultores en cómo hacer extractos botánicos optimizados lo que incluye procedimientos estándar para el cultivo y la cosecha de plantas pesticidas el secado y procesamiento de materiales vegetales y la preparación de extractos y su aplicación. Esto se puede hacer a través de pequeños talleres de capacitación o el uso de videos cortos de capacitación vistos en teléfonos inteligentes (Bello *et al.* 2011).

Transiciones agroecológicas

Aunque existen muchos puntos de entrada potenciales para facilitar las transiciones agroecológicas (Barrios *et al.* 2020) argumentaríamos que la inmediatez y la crisis de la gestión de los problemas de plagas que experimentan los pequeños agricultores pueden obtener el apoyo de los agricultores en particular mediante el uso de recursos vegetales locales con propiedades pesticidas que pueden reemplazar de manera más segura y sostenible el uso de pesticidas sintéticos. Esto se puede hacer sin sacrificar el rendimiento de los cultivos al tiempo que se permiten las tradiciones culturales de manejo de plagas y se promueven las economías circulares el reciclaje y la resiliencia de los cultivos. Cuando los pesticidas botánicos son cultivados o cosechados localmente para hacer extractos simples permite iniciar conversaciones con los pequeños agricultores sobre la agricultura sostenible y abrir la puerta a transiciones agroecológicas.

Los plaguicidas de origen vegetal suelen producirse y cosecharse localmente y por lo queofrecen la ventaja adicional de una menor huella de carbono en comparación con los sintéticos ya que no requieren fabricación ni transporte. Su uso también es agroecológico aunque el contexto de uso es importante. En el caso de los pequeños agricultores el uso de materiales vegetales locales recolectados en diferentes condiciones de cultivo influye en el contenido fitoquímico y su eficacia. Por lo tanto es necesario establecer la variabilidad contextual en función de las especies vegetales que crecen en las diferentes localidades la tecnología local de extracción y aplicación y para las diferentes especies de cultivos y plagas. Se necesitan puntos de acceso para interactuar con los agricultores sobre cuestiones complejas como el biocontrol de la conservación. Sin embargo la naturaleza altamente contextual y variable del biocontrol de la conservación implica que los resultados no siempre son prometedores ni se aprecian rápidamente lo que puede desmotivarlos y reducir su confianza. Las FRN son una poderosa herramienta de investigación y desarrollo que hemos utilizado para facilitar la cocreación de conocimiento conectar a productores potenciar las innovaciones y apoyar procesos de base que impulsan el diálogo horizontal con instituciones y tomadores de decisiones. Trabajo de Belmain *et al;* (2022) con pequeños agricultores en África oriental demuestra que los plaguicidas botánicos pueden ser una puerta de entrada adecuada y propicia para impulsar las transiciones agroecológicas basadas en recursos contextuales tanto sociales como ecológicos.

El grado de compatibilidad de los plaguicidas sintéticos con la agroecología es limitado (Lefèvre *et al*. 2020); sin embargo existen

enfoques más ecológicos para el control de plagas y enfermedades que se alinean firmemente con los 10 principios de la agroecología descritos por la FAO. La transición de los agricultores hacia un manejo más sostenible de plagas y enfermedades es posible y puede realizarse sin aumentar significativamente los costos financieros lo que garantiza una relación costo-beneficio rentable. Las motivaciones para que los agricultores adopten el manejo ecológico de plagas y enfermedades pueden ser altas y la transición puede ser muy exitosa si se les brinda a los agricultores el apoyo adecuado y una mayor capacidad de acción a través de marcos propicios como FRN. El manejo ecológico de plagas y enfermedades puede actuar como un punto de entrada para que los agricultores consideren otros problemas de producción agroecológica como la fertilidad del suelo y la mitigación del clima que serán esenciales a medida que el mundo apunta a producir más alimentos en condiciones más sostenibles.

Técnicas Prácticas del MAP

La implementación de un grupo de actividades técnicas control cultural control biológico control mecánico y el uso de variedades resistentes propician de manera sostenible la producción en la huerta.

Control Cultural:

Rotación de Cultivos: Alternar diferentes tipos de hortalizas para interrumpir el ciclo de vida de las plagas y enfermedades específicas de cada cultivo.

Cultivos de Cobertura y Trampa: Plantar especies específicas para atraer

o desviar plagas de las hortalizas principales.

Manejo de Residuos: Eliminar o gestionar adecuadamente los restos de cultivos para reducir los refugios de plagas.

Preparación del Terreno y Fertilización: Utilizar abonos orgánicos para mejorar la salud del suelo lo que fortalece las plantas y las hace más resistentes.

Control Biológico:

Liberación de Agentes de Control: Introducir insectos benéficos como depredadores (mariquitas) o parasitoides (avispas) para que controlen las plagas de forma natural.

Uso de Microorganismos: Emplear hongos o bacterias benéficas que atacan directamente a las plagas.

Control Mecánico:

Trampas: Utilizar trampas pegajosas (amarillas azules) con feromonas o de otro tipo para capturar insectos y monitorear sus poblaciones.

Control Manual: Recoger las plagas a mano y eliminarlas.

Uso de Variedades Resistentes:

Seleccionar y sembrar variedades de hortalizas que naturalmente sean más tolerantes a las plagas y enfermedades de la región.

Control etológico: Técnicas que hacen uso de algún tipo de atrayente para los insectos plaga por ejemplo trampas de luz trampas amarillas

(blanca o azul). También se hace uso de sustancias que repelen a los insectos plaga como los macerados o machacados de plantas amargas (ejemplo ajos ortiga).

Control legal: Se refiere a las normas o reglas que se elaboran para regular los problemas de plagas o enfermedades. Por ejemplo las cuarentenas y el programa de erradicación de la mosca de la fruta.

Muchos agricultores justifican el uso de plaguicidas (remedios químicos o sintéticos) como mecanismos de erradicación de plagas. Incluso llegan a hacer aplicaciones frecuentes de manera preventiva es decir aun cuando no hay insectos plaga. Estas acciones ocasionan que los insectos desarrollen resistencia a los productos químicos pérdidas de insectos benéficos y aparición de nuevas plagas poniendo en peligro la salud de las personas. Por lo tanto es necesario reducir el uso excesivo de insumos químicos sintéticos y poner en práctica mayores técnicas alternativas para prevenir el ataque de plagas y enfermedades a la vez que se conserva el ambiente y se protege la salud de las personas por ello la importancia que reviste la implementación del MAP.

Costos de producción

Los costos de producción se pueden disminuir haciendo prácticas agroecológicas con estas prácticas como los macerados o el control biológico propiciamos la disminución del uso de insumos químicos. Podemos realizar prácticas de control mecánico y control biológico que son más económicas que un control químico lo que propicia la reducción de los costos de producción. También se puede lograr el cuidado y conservación del medio ambiente y a la vez tener ganancias en la

producción esto es posible lograr implementando el uso de las trampas etológicas de luz o melaza las cuales se pueden hacer de forma casera baratas y usando materiales locales o reciclados lo que facilita monitorear y a la vez capturar algunas plagas presentes en el cultivo. Se puede hacer uso del control biológico con la liberación de insectos benéficos de manera periódica

que ayudaran a tener en equilibrio las poblaciones de insectos plaga. El uso de hongos antagonistas como el Trichoderma propicia que los cultivos adquieren resistencia al ataque de algunas enfermedades (Flores & Mondragón 2020).Buenas ácticas agrícolas aplicadas en hortaliza.



Figura 164. Cultivo de lechuga.

CAPÍTULO X

10 BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPA) APLICADAS A HORTALIZAS

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) para hortalizas constituyen un conjunto de normas para producir alimentos inocuos, seguros y sostenibles abarcando desde la preparación del terreno hasta el empaque y transporte. Incluyen el manejo de suelos y agua la selección de material vegetal, el uso seguro de plaguicidas a través del Manejo Integrado de Plagas, la higiene del personal y las instalaciones la trazabilidad y los registros y la gestión de residuos para proteger el medio ambiente y la salud.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) según FAO/OMS "consisten en la aplicación del conocimiento disponible a la utilización sostenible de los recursos naturales básicos para la producción en forma benévola de productos agrícolas alimentarios y no alimentarios inocuos y saludables a la vez que se procura la viabilidad económica y la estabilidad social". La implementación de las BPA tiene como objetivo la producción de alimentos sanos inocuos y de calidad mediante el cuidado de los procesos y las condiciones de producción y el cuidado principalmente de la salud del trabajador rural y su familia y de la sociedad en su conjunto como así también la preservación de los recursos naturales (Red de BPA 2015).

10.1 Concepto y beneficios de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).

Según FAO (s. f.-a) las Buenas Prácticas Agrícolas son un conjunto

de normas principios y recomendaciones técnicas aplicadas a las diversas etapas de la producción agrícola que incorporan el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y el Manejo Integrado del Cultivo (MIC) cuyo objetivo es ofrecer un producto de elevada calidad e inocuidad con un mínimo impacto ambiental con bienestar y seguridad para el consumidor y los trabajadores y que permita proporcionar un marco de agricultura sustentable documentado y evaluable. Plantean que la adopción de las BPA implica varias ventajas:

- Mejorar las condiciones higiénicas del producto.
- Prevenir y minimizar el rechazo del producto en el mercado debido a residuos tóxicos o características inadecuadas en sabor o aspecto para el consumidor.
- Minimizar las fuentes de contaminación de los productos en la medida en que se implementen normas de higiene durante la producción y recolección de la cosecha.
- Abre posibilidades de exportar a mercados exigentes (mejores oportunidades y precios). En el futuro próximo probablemente se transforme en una exigencia para acceder a dichos mercados. Obtención de nueva y mejor información de su propio negocio merced a los sistemas de registros que se deben implementar (certificación) y que se pueden cruzar con información económica. De esta forma el productor comprende mejor su negocio lo cual lo habilita para tomar mejores decisiones.
- Mejora la gestión (administración y control de personal insumos instalaciones etc.) de la finca (empresa) en términos productivos

y económicos y aumentar la competitividad de la empresa por reducción de costos (menores pérdidas de insumos horas de trabajo tiempos muertos etc.).

- Se reduce la cadena comercial (menos intermediarios) al habilitar la entrada directa a supermercados empresas exportadoras etc. El personal de la empresa se compromete más con ella porque aumenta la productividad gracias a la especialización y dignificación del trabajo agropecuario.

- Mejora la imagen del producto y de la empresa ante sus compradores (oportunidades de nuevos negocios) y por agregación mejora la imagen del propio país.

- Desde el punto de vista de las comunidades rurales locales las BPA representan un recurso de inclusión en los mercados tanto locales como regionales o internacionales. Así mismo constituyen una excelente oportunidad para demostrarse a sí mismas y a otras comunidades semejantes que se pueden integrar con éxito al tiempo que mejoran su calidad de vida y su autoestima sin dejar de lado sus valores culturales.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son un conjunto de pautas y técnicas que están diseñadas para producir alimentos de una manera segura, saludable y sostenible, cuidando tanto la salud de los trabajadores como la protección al medio ambiente. Entre sus ejemplos más comunes se encuentran el uso de riego por goteo, la rotación de cultivos, la selección de semillas certificadas y el manejo responsable de productos químicos. Estas prácticas constituyen una guía para los

agricultores y los productores, los que deben hacerla cumplir para garantizar alimentos de alta calidad, reducir el impacto ambiental y preservar la salud de los ecosistemas y la suya propia. Muchas de estas prácticas se han desarrollado como respuesta a los grandes retos de la agricultura moderna, tales como: la erosión del suelo, la contaminación del agua, la pérdida de biodiversidad y la creciente resistencia de plagas y enfermedades. Por tanto, el objetivo central de las BPA es encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos y la conservación de los recursos naturales, asegurando al mismo tiempo la seguridad alimentaria de la población (ADEX, 2025).

Es fundamental el acompañamiento y apoyo a los agricultores en el proceso de capacitación y certificación de las BPA lo cual se puede lograr a través de asistencia técnica especializada y con esta la transferencia de resultados científicos y prácticos con lo que se ayudara a los agricultores a cumplir con los estándares exigidos. Este acompañamiento debe respaldarse en:

1- Orientación sobre prácticas agrícolas sostenibles: brindar asesoría sobre técnicas y métodos que promuevan la sostenibilidad ambiental y la eficiencia en el uso de recursos.

2- Gestión eficiente de recursos: ofrecer estrategias para la gestión adecuada del suelo y el agua asegurando su uso responsable y sostenible.

3- Implementación de medidas de seguridad alimentaria y laboral: capacitación a los agricultores en prácticas que garanticen la seguridad de los alimentos y la protección de los trabajadores

(Molina 2025).

Áreas clave de las BPA

Las BPA abarcan diversas áreas esenciales para promover una agricultura sostenible y segura entre las que se encuentran:

- Manejo del suelo que incluye prácticas para mantener y mejorar la fertilidad del suelo prevenir la erosión y promover la biodiversidad.
- Manejo del agua debe estar enfocado en el uso eficiente y sostenible del agua incluyendo técnicas de riego adecuadas y la conservación de fuentes de abasto.
- Manejo de fertilizantes promover y estimular el uso responsable de fertilizantes para evitar la contaminación del suelo y el agua y mejorar la salud de las plantas.
- Manejo de plaguicidas con ello fomentar el uso seguro y racional de plaguicidas para proteger los cultivos sin dañar el medio ambiente ni la salud humana.
- Almacenamiento higiene y aseo de instalaciones con esto se asegura que las instalaciones agrícolas se mantengan limpias y ordenadas previniendo la contaminación de los productos.
- Manejo del ambiente laboral se garantiza condiciones de trabajo seguras y saludables para los trabajadores agrícolas.
- Almacenamiento y desinfección de utensilios se establece procedimientos para el

almacenamiento adecuado y la desinfección de herramientas y equipos agrícolas (Molina 2025).

Los beneficios de las BPA

Según Molina (2025) los productores al implementar las BPA reciben múltiples beneficios al igual que los consumidores y el medio ambiente tales como:

Inocuidad y calidad del producto. Las BPA garantizan que los productos agrícolas no contengan residuos de plaguicidas o contaminantes, pues estos pueden provocar un alto daño a la salud de los consumidores. Es decir, con el uso de estas normas se asegura que los alimentos que llegan al mercado cumplan con los altos estándares de calidad e inocuidad, y por tanto tengan calidad. Aquí se debe tener en consideración el uso de insumos autorizados, la utilización solo de semillas certificadas y plaguicidas, que estén aprobados para así evitar cualquier residuo peligroso en los alimentos. El Control de la contaminación asegura la inocuidad del agua de riego y el saneamiento constante de las instalaciones, por lo que esto ayuda a mantener un registro detallado del uso de plaguicidas y otros insumos que facilite la trazabilidad.

Uso eficiente de los recursos naturales

Las BPA ayudan a impulsar la aplicación de técnicas sostenibles para cuidar el suelo y el agua, dos recursos esenciales para la vida y la producción. Se trata de prácticas como la rotación de cultivos, la reducción del consumo de agua y la mejora de la fertilidad del suelo mediante la agricultura de conservación. Estas acciones son

fundamentales para disminuir el impacto ambiental y con ello garantizar la productividad a largo plazo. Se debe garantizar:

- **Uso eficiente del agua**: Implementar sistemas de riego modernos, como el goteo, y monitorear la humedad del suelo para aplicar agua únicamente cuando sea necesario.

- **Manejo del suelo**: Realizar rotación de cultivos para mantener la fertilidad, reducir plagas y enfermedades, o aplicar técnicas de conservación que protejan la estructura del suelo.

- **Gestión de residuos**: Desarrollar planes de manejo adecuados, como el "triple lavado" de envases de plaguicidas, para evitar la contaminación del suelo y del agua.

Salud y bienestar de los trabajadores

Las BPA también ponen en el centro a las personas que trabajan en el campo, promoviendo un ambiente seguro y saludable, por lo que esto incluye:

- **Capacitación**: Formar al personal en el uso correcto de equipos, productos químicos y procedimientos de seguridad.

- **Equipamiento de protección**: Proveer y garantizar el uso de equipo de protección personal (EPP) adecuado para cada tarea.

- **Condiciones de trabajo**: Asegurar espacios laborales dignos, con acceso a servicios básicos como baños, agua potable y áreas de descanso.

Semillas e insumos de calidad

El uso de **semillas certificadas** e insumos aprobados es esencial para obtener una producción sana y de calidad. Estas semillas cuentan con altos estándares genéticos, lo que se traduce en cultivos más resistentes a plagas y enfermedades, y en mejores rendimientos para los agricultores.

Acceso a mercados especializados

Cumplir con las BPA no solo fortalece la sostenibilidad de la producción, sino que también abre la puerta a **mercados internacionales** más exigentes. Los productos certificados bajo estas normas son más valorados por los consumidores, alcanzan mejores precios y brindan ventajas técnicas y económicas a los productores.

Otras prácticas

Además de lo anterior, las BPA promueven acciones complementarias que refuerzan la seguridad y eficiencia de la producción:

- **Trazabilidad**: Mantener registros desde la siembra hasta la cosecha, lo que permite identificar problemas y aplicar soluciones rápidas, especialmente en situaciones de crisis alimentaria.
- **Construcciones y mantenimiento**: Utilizar materiales duraderos en la construcción de estructuras como invernaderos y mantener las áreas de producción limpias y desinfectadas para garantizar la sanidad.

De esta manera, las BPA no solo aseguran alimentos más seguros y de

calidad, sino que también protegen el medio ambiente, cuidan a los trabajadores y fortalecen la competitividad de los productores en mercados cada vez más exigentes.

La certificación de BPA es fundamental para la exportación de productos agrícolas frescos o procesados esta demuestra ante compradores mayoristas minoristas y consumidores finales que los productos cumplen con los estándares de calidad e inocuidad. La certificación BPA se basa en normas y requerimientos técnicos que los productores deben cumplir para garantizar la calidad de sus productos. oportunidades en mercados premium. El comercio internacional de productos agrícolas exige que los cultivadores cuenten con certificaciones aceptadas globalmente.

Importancia de las BPA

¿Cuál es la importancia de las buenas prácticas agrícolas?

Las BPA son clave para minimizar el impacto negativo de la agricultura en el entorno. Al aplicar las medidas de conservación del suelo, el agua y la biodiversidad, se protege la salud de los ecosistemas y se contribuye a mitigar los efectos del cambio climático. De esta manera, la producción agrícola se convierte en una actividad más sostenible y responsable con el planeta en sentido general.

Seguridad alimentaria

La implementación de las BPA asegura que los alimentos sean de alta calidad y estén libres de contaminantes peligrosos. Una gestión adecuada de los recursos garantiza la disponibilidad de alimentos para

la población actual y futura. Además, al reducir el uso de productos químicos dañinos y controlar la contaminación, se fortalece la **seguridad alimentaria** y se protege la salud de los consumidores frente a las sustancias nocivas.

Rentabilidad

Aunque adoptar las BPA puede implicar inversiones iniciales y cambios en las prácticas agrícolas tradicionales, a largo plazo generan beneficios económicos. La conservación del suelo y del agua disminuye la necesidad de gastos constantes en la corrección de problemas ambientales, lo que se traduce en mayor eficiencia y rentabilidad. Así, los agricultores logran producir de manera más estable y son menores los costos futuros.

Acceso a mercados internacionales

Cada vez más mercados internacionales exigen que los productos agrícolas cumplan con estándares de sostenibilidad y calidad. La adopción de las BPA abre oportunidades para que los agricultores accedan a estos mercados, mejoren sus ingresos y fortalezcan su competitividad. Los productos certificados son más valorados por los consumidores y logran posicionarse mejor en los escenarios comerciales exigentes.

Salud pública

La gestión responsable de plaguicidas y fertilizantes químicos protege tanto a los agricultores como a los consumidores. Al reducir la exposición a sustancias dañinas, se promueve un entorno de trabajo más

seguro y alimentos más saludables. De este modo, las BPA contribuyen directamente al bienestar de la población y a la prevención de riesgos asociados al uso inadecuado de insumos agrícolas.

A medida que la población mundial crece y los recursos naturales se vuelven más escasos, resulta imprescindible que los agricultores adopten prácticas que reduzcan el impacto ambiental, mantengan la calidad de los alimentos y promuevan la sostenibilidad a largo plazo. Los gobiernos, las organizaciones agrícolas y la sociedad en su conjunto tienen un papel fundamental en este proceso: invertir en la **investigación agrícola**, crear políticas y regulaciones efectivas, y educar a los productores sobre las ventajas de estas prácticas. Al adoptarse las BPA, aseguramos que la agricultura continúe siendo una fuente de alimentos y sustento para las actuales y futuras generaciones, y al mismo tiempo protegemos nuestro entorno y la salud humana y de la naturaleza (ADEX, 2025).

Valdría la pena preguntarse: ¿Sabías que un error en la limpieza del agua de riego puede hacer que rechacen toda tu cosecha? Cada vez más productores enfrentan exigencias sanitarias estrictas y los consumidores chilenos y de muchos países están poniendo mayor atención a cómo se producen sus alimentos. Aplicar BPA no es un trámite burocrático es una herramienta para diferenciar proteger la producción su rentabilidad y acceso a nuevos mercados. Esto permite beneficios tanto para productores como para consumidores (ASA 2025).

Beneficios de implementar BPA para productores

- Acceso a exportaciones y retail sin intermediarios

- Cumplimiento de requisitos para mercados internacionales
- Mejores opciones de financiamiento público
- Menor riesgo de rechazos por contaminación o falta de trazabilidad
- Mejora de la eficiencia operativa y la gestión del campo
- Confianza y reputación ante clientes
- Preparación para auditorías externas.

Beneficios de las BPA para los consumidores

- Alimentos seguros y libres de contaminación
- Trazabilidad del origen del producto
- Producción ambientalmente responsable
- Condiciones laborales dignas para trabajadores rurales
- Procesos higiénicos desde la cosecha al transporte.

Certificación de las BPA

El proceso de certificación BPA en Ecuador comienza con la descarga y revisión de las guías de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) de Agrocalidad la verificación del cumplimiento de requisitos en la finca y el registro en el Sistema Guía de Agrocalidad. Luego se realiza la solicitud formal a través del Sistema Guía donde se asigna un auditor que verificará el cumplimiento en una visita a la finca; si es favorable se otorga el certificado por tres años sujeto a visitas periódicas de

seguimiento (ARCFZ s. f.).

El proceso de certificación se hace necesario para la exportación de productos agrícolas frescos o procesados ya que hay que demostrar ante el comprador mayorista o minorista y el consumidor final la calidad e inocuidad de los productos agrícolas. La calidad BPA está basada en normas o requerimientos técnicos que debe cumplir el productor o grupo de productores y en esencia estas normas BPA corresponden a las EUREPGAP Europea y las USAGAP Norteamericana. Cumplir estas normas sólo es de interés para el productor o grupo de productores que deseen exportar a países de la Comunidad Económica Europea o a los Estados Unidos y sólo si el importador se los exige específicamente. La FAO ha impulsado la creación de sellos regionales que permiten diferenciar los productos BPA y BPM de pequeños productores agrícolas para mercados locales y que no pueden acceder a los altos costos que supone asumir una certificación BPA plena (FAO s. f.-a).

En Ecuador según ARCFZ (s. f.) las acciones involucradas para producción procesamiento almacenamiento y transporte de alimentos de origen agrícola en su fase primaria orientados a asegurar la inocuidad del producto protección al medio ambiente y personal que labora en la explotación. ***Estará dirigido a:***

- **Persona Jurídica - Privada:** Legalmente constituida
- **Persona Jurídica - Pública:** Empresa pública
- **Persona Natural - ecuatoriana:** Ciudadanos ecuatorianos mayores de 18 años y

- **Persona Natural - Extranjera:** Mayores de 18 años. Para para hacer el trámite se necesita cumplir con los siguientes requisitos.

Requisitos Obligatorios:

1- Estar registrado en el Sistema Guía de la Agencia como productor en el área de Sanidad Vegetal o Inocuidad de Alimentos (orgánicos) según corresponda.

2- Realizar la solicitud de BPA utilizando el Manual de Usuario para solicitud Buenas Prácticas Agropecuarias- BPA.

Considerando los requisitos proceder a realizar el trámite según lo indicado tramite de

Certificación BPA Nacional:

1- Obtener las guías de BPA en cualquiera de las oficinas de AGROCALIDAD o en la página web a través del siguiente link: https://www.agrocalidad.gob.ec/direccion-de-inocuidad-de-alimentos/

2- Verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en las guías de BPA dentro de su finca.

3- Una vez que compruebe el cumplimiento de los requisitos se debe:

a. Estar registrado en el Sistema Guía de la Agencia (https://guia.agrocalidad.gob.ec/agrodb/ingreso.php) como productor en las áreas de Sanidad Animal Sanidad Vegetal o Inocuidad de Alimentos.

b. Realizar la solicitud de BPA a través del Sistema Guía. La Agencia asignará un Auditor Oficial quien verificará que la solicitud se encuentre llena y completa correctamente.

4- En caso de aceptar la solicitud el auditor se pondrán en contacto con el productor y coordinarán una visita a la finca para verificar el cumplimiento de los requisitos de la guía de BPA.

5- Si el resultado de la auditoría es favorable se otorgará el certificado a través del Sistema Guía el certificado tiene una duración de tres años.

6- Durante este tiempo se realizarán visitas técnicas periódicas para verificar su cumplimiento.

Certificación BPA a través de una certificación equivalente:

1- La Agencia analiza el esquema equivalente con el fin de cumplir con los principios de las Buenas Prácticas Agropecuarias.

2- Para un esquema reconocido como equivalente la Agencia otorgará el certificado BPA que tiene la misma vigencia del certificado equivalente.

3- Se realizarán auditorias en BPA a las fincas certificas bajo esquemas equivalentes de manera aleatoria anualmente.

Actualmente se encuentra reconocida la equivalencia con GLOBAL GAP FLOR ECUADOR y CERTIFICACIÓN ORGÁNICA.

Sistema GOB.EC: Ingresar al siguiente enlace: https://www.gob.ec/tramites/15056/webform Llenar los campos para

generar el formulario.

10.2 Buenas prácticas agrícolas a desarrotación de cultivos cultivos intercalados y policultivos Siembra directa Agricultura orgánica Uso de tecnología de precisión y Conservación de la biodiversidad

Un alto porcentaje de los costos de producción está relacionado con la compra y aplicación de insumos entre ellos los agroquímicos productos que los tomateros usan de una manera excesiva y que además de encarecer los costos de producción causan serios disturbios al medio ambiente y a la salud de los consumidores y de los mismos productores. Desde el punto de vista de sanidad vegetal el empleo excesivo de plaguicidas y su aplicación tipo calendario rompen el equilibrio biológico y destruyen los insectos benéficos. Muchas de las especies dañinas de plagas de importancia secundaria se tornan primarias ante la presión de plaguicidas. No rotar los cultivos no eliminar los residuos de cosecha usar en forma indiscriminada agroquímicos no atender adecuadamente las múltiples labores que demanda el mantenimiento del cultivo desconocer el manejo de los patógenos y plagas que afectan el cultivo y no aplicar prácticas agronómicas di ferentes al empleo de plaguicidas como única herramienta de control de plagas son entre otras las razones que hacen de este sistema de producción un método altamente contaminante donde se requiere con urgencia la capacitación del productor en el manejo integrado del cultivo bajo invernadero encaminado a la aplicación y establecimiento de esquemas de buenas prácticas agrícolas que permitan asegurar la inocuidad del producto y evitar daños al medio ambiente.

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son todas las acciones tendientes a reducir los riesgos microbiológicos físicos y químicos en la producción cosecha y acondicionamiento en campo procesamiento empaque transporte y almacenamiento y se definen como un conjunto de actividades que incorporan el manejo integrado de plagas (MIP) y el manejo integrado del cultivo (MIC) con el fin de proporcionar un marco de agricultura sustentable documentado y evaluable para producir frutas y hortalizas respetando el medio ambiente (FAO 2004 como se citó en FAO s. f.-a). Además de los aspectos de higiene e inocuidad se consideran como base para alcanzar la sustentabilidad de la producción agrícola la salud de los trabajadores y el cumplimiento de las normativas laborales dentro del marco de la producción agraria comercial. La obtención de productos hortícolas bajo un sistema de Buenas Prácticas Agrícolas constituye una necesidad urgente debido a la preocupación de los gobiernos por contribuir significativamente a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes y a las exigencias impuestas por los exportadores o empresas agroindustriales que trabajan bajo un sistema de "análisis de puntos críticos de control y riesgos" (HACCP por su sigla en inglés) o por aquellas que están en proceso de certificación (FAO 2003 como se citó en FAO s. f.-a).

10.2.1 Buenas prácticas agrícolas

Las buenas prácticas agrícolas pueden variar según la región y el tipo de cultivo Estas prácticas agroecológicas permiten conservar la salud del suelo reducir la presión de plagas y enfermedades y mejorar el uso de los recursos disponibles aquí algunos ejemplos comunes que los agricultores pueden seguir: (ADEX 2025).

1. **Rotación de cultivos.** La rotación de cultivos ayuda a prevenir la degradación del suelo y a reducir la acumulación de plagas y enfermedades. Al alternar diferentes cultivos en un mismo campo se promueve la biodiversidad y se mantienen los nutrientes del suelo. Consiste en alternar diferentes especies por ciclos. Por ejemplo después de una hortaliza de fruto (como tomate) se puede sembrar una de hoja (como lechuga) o de raíz (como zanahoria). Esto impide la acumulación de patógenos específicos y equilibra la extracción de nutrientes.

Su importancia principal radica en su capacidad para preservar y mejorar la salud del suelo a largo plazo. El suelo es un ser vivo y en él habitan una gran biodiversidad de especies que necesitan ser tratadas y controladas para evitar la fatiga del suelo. Cuando un solo cultivo se cultiva repetidamente en el mismo terreno agota los nutrientes esenciales del suelo aumenta la presencia de plagas y enfermedades y puede causar erosión del suelo debido a la pérdida de estructura. Por lo tanto la implementación de esta técnica contrarresta estos efectos negativos introduciendo cultivos con necesidades nutricionales y relaciones con el suelo lo que resulta en un mayor equilibrio y salud (Agroquivir 2024).

Esta es una práctica agrícola consagrada por el tiempo según Zou *et al.* (2024) citando varios resultados de investigaciones de diferentes autores que implica alternar el cultivo de diferentes cultivos en una secuencia definida durante un período específico dentro de un área definida. Al rotar cultivos los agricultores reducen el riesgo de acumulación de plagas enfermedades y malezas específicamente adaptadas a un cultivo en particular. Además, estos sistemas pueden mejorar la fertilidad del suelo

al incorporar fijadores de nitrógeno plantas de raíces profundas o cultivos de cobertura en la rotación reduciendo en consecuencia la dependencia de fertilizantes sintéticos. Los sistemas de cultivo intercalado que consisten en cultivar dos o más cultivos simultáneamente en estrecha proximidad pueden crear una relación sinérgica entre diferentes especies lo que conduce a mayores rendimientos menor presión de plagas y mayor eficiencia en el uso de los recursos. Dichos sistemas maximizan la utilización del nicho y minimizan la competencia por los recursos promoviendo en última instancia una producción agrícola más sostenible.

10.2.2 Beneficios de la Rotación de cultivos (CRD)

1- En la mejora de la fertilidad del suelo

Estas prácticas son ampliamente reconocidas como estrategias eficaces para gestionar la fertilidad del suelo en sistemas agrícolas. La fertilidad del suelo es crucial para mantener la productividad agrícola. El monocultivo continuo ha agotado significativamente los nutrientes del suelo y ha promovido la proliferación de plagas y enfermedades específicas de los cultivos. Cuando se introducen diferentes cultivos en una rotación sus diferentes demandas de nutrientes y patrones de enraizamiento ayudan a reducir el riesgo de desequilibrios nutricionales y a mejorar el ciclo general de nutrientes.

Se ha descubierto que el principio de aumentar la diversidad funcional en las rotaciones de cultivos en lugar de solo la diversidad de especies es más predictivo del impacto en las concentraciones de materia orgánica del suelo (MOS). Por ejemplo las rotaciones que incluyen cultivos de

cobertura o especies perennes pueden aumentar significativamente el aporte de carbono al suelo y las concentraciones de MOS. Esto se debe a que las rotaciones de cultivos aprovechan nichos temporales que de otro modo serían improductivos mejorando así la "perennidad" del sistema agrícola. De manera similar los sistemas de cultivos intercalados tuvieron rendimientos de grano que fueron en promedio un 22% mayores que los monocultivos con una mayor estabilidad interanual. Este aumento en el rendimiento se atribuyó a los aumentos observados en MOS nitrógeno total y macro agregados en suelos con cultivos intercalados en comparación con los suelos de monocultivos.

Los mecanismos subyacentes a estos beneficios son multifacéticos e involucran interacciones complejas entre las raíces de las plantas los microorganismos del suelo y las propiedades fisicoquímicas del suelo. Las prácticas de CRD promueven el ciclo de nutrientes al introducir diferentes especies de plantas con diferentes requerimientos de nutrientes y sistemas radiculares que promueven el ciclo de nutrientes al alterar los exudados radiculares la deposición de biomasa radicular y la calidad de los residuos. El uso de residuos orgánicos con bajo contenido de carbono y nitrógeno y una mayor diversidad temporal en las secuencias de cultivo pueden aumentar significativamente la retención de carbono y nitrógeno en el suelo. De manera similar rotaciones que incluyen batata o maní de primavera pueden mejorar el carbono orgánico del suelo el nitrógeno total el fósforo disponible y las actividades enzimáticas lo que es indicativo de una mejor salud del suelo. Los residuos de cultivos de diferentes especies se descomponen a diferentes velocidades lo que proporciona un suministro continuo de nutrientes durante la temporada de crecimiento. Los ensayos de campo a largo plazo

han demostrado que los beneficios de la rotación de cultivos pueden ser más pronunciados en el contexto de tipos de suelo y condiciones ambientales específicos.

La importancia de la biota del suelo en el diseño de rotaciones de cultivos es destacada por Dias *et al*. (2015) como se citó en Zou *et al.* (2024) quienes enfatizan que optimizar las interacciones microbianas entre plantas y suelo puede conducir a una mejor productividad de los cultivos y la salud del suelo. Esto se debe a que las rotaciones diversas pueden reducir la carga de plagas y patógenos y promover comunidades microbianas beneficiosas que contribuyen al ciclo de nutrientes y la estructura del suelo. Las rotaciones más diversas dieron lugar a la comunidad microbiana del suelo más activa y metabólicamente diversa lo que a su vez se asoció con una mayor producción de biomasa vegetal y un mayor pH del suelo lo que indica un ciclo de retroalimentación positiva entre la diversidad de cultivos la actividad microbiana y la fertilidad del suelo.

Diferentes cultivos con sistemas radiculares variables aplican distintos niveles de estrés mecánico al suelo lo que mejora su estructura y su capacidad para retener agua. Esto permite la utilización de los nutrientes del suelo en toda la zona radicular mejorando la eficiencia del uso de nutrientes y reduciendo las pérdidas de nutrientes del suelo por lixiviación. Los cultivos con raíces pivotantes profundas como la alfalfa o ciertos cultivos de cobertura pueden acceder a capas profundas del suelo y extraer nutrientes que de otro modo permanecerían sin explotar lo que beneficia a cultivos posteriores en el mismo suelo.

Los cultivos de raíces poco profundas, como las verduras y los cereales, tienden a expandirse de manera horizontal, lo que favorece la agregación del suelo y mejora su capacidad de retener agua. Un aspecto clave es el desarrollo de la exodermis, una capa protectora presente en algunas especies, que puede influir directamente en la retención hídrica. Esta estructura actúa como una barrera que evita la pérdida de agua de las raíces hacia el suelo, siendo especialmente valiosa en zonas secas o salinas. En condiciones de extrema sequedad, también puede formarse una especie de "vaina de suelo" alrededor de las raíces, que ayuda a prevenir la pérdida de agua. Esto sugiere que, en ciertos casos, la interacción física entre las raíces y el suelo resulta más efectiva que las propias estructuras biológicas de las raíces.

La **diversificación de cultivos** fomenta una red variada de sistemas radiculares, que en conjunto mejoran la estructura del suelo, favorecen el crecimiento de nuevas raíces y aumentan la infiltración de agua. Asimismo, la introducción de cultivos de cobertura en las rotaciones agrícolas contribuye a la salud del suelo al ofrecer cobertura vegetal, evitar la lixiviación de nutrientes y mitigar las fluctuaciones de temperatura. Estos cultivos aportan materia orgánica mediante la incorporación de biomasa, lo que incrementa la fertilidad y fortalece la estructura del suelo.

Estas prácticas desempeñan un papel fundamental en la acumulación de **materia orgánica del suelo (MOS)**, mejorando su fertilidad y estructura, facilitando el ciclo de nutrientes, fomentando una comunidad microbiana diversa y reduciendo la erosión. La diversidad de sistemas radiculares de los distintos cultivos puede modificar propiedades físicas

como la compactación y la porosidad, además de aumentar la capacidad de retención de agua mediante el desarrollo de estructuras como la exodermis y la incorporación de materia orgánica (Zou et al., 2024).

2- Mitigación y resiliencia al cambio climático

Las prácticas de CRD son estrategias de gestión agrícola que contribuyen significativamente a la mitigación de las emisiones de GEI (GASES CON EFECTO INVERNADERO). No solo mitigan las emisiones de GEI a través de varios mecanismos directos e indirectos como el aumento del secuestro de carbono la gestión eficiente de nutrientes la reducción de insumos sintéticos y la mejora de la salud del suelo sino también a través de medios menos tangibles como la influencia en las emisiones de compuestos orgánicos volátiles y los efectos heredados del suelo.

La rotación de cultivos que incorpora plantas perennes como los huertos frutales también puede actuar como sumideros eficientes de carbono atmosférico ayudando a minimizar las emisiones causadas por los cultivos de campo a través de la perturbación del suelo y la liberación de GEI. Además las tecnologías innovadoras en agricultura digital genética de cultivos y electrificación combinadas con CRD tienen el potencial de reducir significativamente las emisiones de GEI de la agricultura de cultivos en hileras ayudando a lograr emisiones netas negativas mientras se mantiene la productividad. Se ha demostrado que la rotación de cultivos con cultivos de captura o de cobertura desempeña un papel importante en la mitigación de las emisiones de GEI. Estos cultivos pueden mejorar el almacenamiento de carbono no solo en su

biomasa aérea sino también en su biomasa subterránea. Al mejorar el contenido de carbono orgánico del suelo los cultivos de cobertura mejoran la estructura y la función del suelo lo que genera una mayor resistencia contra la erosión y la pérdida de nutrientes lo que mitiga aún más las emisiones de GEI. Prácticas como la labranza cero y la aplicación de estiércol pueden aumentar las emisiones de GEI y esta última sigue impulsando el rendimiento de los cultivos.

Mejorar la productividad mediante cambios agronómicos cultivos intercalados y un uso eficiente del nitrógeno puede conducir a reducciones en las emisiones de GEI. El impacto de la fertilización nitrogenada en las emisiones de GEI es significativo y su gestión es crucial para la producción sostenible de biomasa. Las correlaciones entre las propiedades del suelo y las emisiones de GEI resaltan la importancia de la salud del suelo en la sostenibilidad agrícola (Cheng *et al.* 2022).

En general un equilibrio entre el aumento de la productividad y la reducción de las emisiones de GEI es esencial para lograr tanto la seguridad alimentaria como la protección del medio ambiente. Las prácticas de CRD son estrategias fundamentales para mejorar la resiliencia agrícola al cambio climático al proporcionar una protección contra patrones climáticos impredecibles plagas y enfermedades que el cambio climático puede exacerbar. Las rotaciones de cultivos diversificadas han evolucionado para mitigar los efectos de las variaciones climáticas y mejorar la estabilidad del rendimiento lo cual es crucial frente a tensiones ambientales impredecibles (Gaudin *et al.* 2015).

Las prácticas de DRC actúan como un amortiguador contra la variabilidad climática y los fenómenos extremos al mejorar la salud del suelo la gestión de la humedad y la resistencia a plagas y enfermedades lo que se traduce en sistemas agrícolas más estables y resilientes (Zou *et al*. 2024).

3- En el manejo de plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades son factores críticos que pueden afectar la salud y calidad de las plantas causando potencialmente brechas de rendimiento. El monocultivo continuo proporciona hábitats favorables para plagas y patógenos específicos que pueden acumular poblaciones que son difíciles de controlar. Las estrategias tradicionales dirigidas a controlar las principales restricciones bióticas que afectan a las plantas de cultivo en sistemas de producción intensiva incluyen el mejoramiento de la resistencia la siembra oportuna y el uso adecuado de fertilizantes. Sin embargo el cambio climático puede modificar el espectro de enfermedades del trigo y los patógenos o plagas considerados sin importancia hoy en día pueden convertirse en nuevas amenazas en el futuro cercano. En los últimos años las prácticas de CRD han ganado un renovado interés como estrategias sostenibles para el manejo de plagas y enfermedades en sistemas agrícolas. Al perturbar los ciclos de vida establecidos de plagas y enfermedades CRD previene su acumulación a niveles económicamente perjudiciales. El sitio de puesta de huevos de la plaga se vuelve inadecuado una vez que el cultivo huésped se rota lo que lleva a una disminución en las tasas de reproducción de la plaga. De manera similar las enfermedades que requieren un huésped continuo para la dispersión de esporas se ven

obstaculizadas cuando su cultivo huésped está ausente en el siguiente ciclo de rotación. Aunque las prácticas de manejo como la selección de cultivos y cultivares la aplicación de fungicidas y la eliminación de malezas y plantas de cultivo voluntarias juegan un papel crucial en este proceso (Krupinsky *et al.* 2002). El "efecto de rotación de cultivos" se atribuye a la acción de antagonistas residentes naturales que ayudan a controlar los patógenos transmitidos por el suelo. Al evitar el cultivo del mismo cultivo en el mismo campo durante más de uno o dos años consecutivos el potencial de inóculo de los patógenos puede reducirse por debajo de los umbrales económicos (Zou *et al.* 2024).

4- Efectos positivos en los rendimientos

Los beneficios de la diversidad en la rotación de cultivos en particular en términos de rendimiento de grano aumentan con el tiempo. Se observan beneficios a corto plazo en el rendimiento de grano después de cinco años de implementación con aumentos significativos en el rendimiento hasta 35 años después. Estas mejoras en el rendimiento se atribuyen a las interacciones ecológicas y a la complementariedad de recursos dentro de las rotaciones diversificadas más que a los avances tecnológicos (Smith *et al.* 2023 como se citó en Zou *et al.* 2024).

Los mecanismos agronómicos y ecológicos que contribuyen a los beneficios del CRD incluyen una actividad microbiana del suelo mejorada y un ciclo de nutrientes mejorado y complementariedad de nichos entre especies de cultivos donde diferentes cultivos ocupan diferentes nichos ecológicos lo que lleva a un uso más eficiente de los recursos (Aguilera *et al.* 2022). Esto sugiere que los beneficios de cultivar diferentes cultivos en una rotación se maximizan cuando los

cultivos ocupan diferentes nichos ecológicos y su crecimiento no se superpone en el tiempo o el uso de recursos (Tilman *et al.* 2006). El cultivo que precede al cultivo de ganancia (el cultivo que se espera que se beneficie de la rotación) puede dejar un legado de condiciones mejoradas como una mayor fertilidad del suelo o una menor presión de plagas que pueden afectar positivamente el rendimiento del cultivo posterior (Aguilera *et al.* 2022).

Los mayores beneficios de producción se observan en rotaciones con dos a tres grupos funcionales lo que sugiere un equilibrio óptimo entre diversidad y rendimiento. Sin embargo la respuesta a la diversidad de la rotación de cultivos varía entre los cultivos indicadores lo que destaca la importancia de la selección de cultivos en el diseño de rotaciones efectivas. Los beneficios del CRD son particularmente pronunciados en condiciones de bajo aporte externo de nitrógeno. La combinación de rotaciones diversificadas con aportes óptimos de nitrógeno produce los mayores beneficios en el rendimiento lo que indica una posible estrategia para reducir la dependencia de la fertilización nitrogenada externa (Smith *et al.* 2023 como se citó en Zou *et al.* 2024).

5- Perspectivas y direcciones futuras

El futuro de la agricultura depende de la adopción de prácticas que fomenten la sostenibilidad y la resiliencia. Las prácticas de rotación de cultivos (CRD) están a la vanguardia de estos esfuerzos, ofreciendo una vía para construir sistemas agrícolas más robustos y respetuosos con el medio ambiente. A medida que la investigación avanza y se descubren nuevos beneficios, es probable que se incremente su integración en los

sistemas agrícolas de todo el mundo, generando un panorama de producción alimentaria más sostenible y resiliente (Smith et al., como se citó en Zou et al., 2024).

La longitud y la secuencia óptimas de las rotaciones pueden variar según las condiciones locales y las presiones de plagas, lo que exige enfoques de gestión adaptativos. Diseñar rotaciones efectivas es un proceso complejo que requiere una comprensión profunda de los sistemas agrícolas locales y de las condiciones ambientales. En este sentido, las intervenciones políticas deben enfocarse en brindar apoyo e incentivos que faciliten la adopción de estas prácticas sostenibles (Zou et al., 2024).

En el contexto del cambio climático, la diversificación de cultivos ofrece estrategias clave para mejorar la resiliencia agrícola. Una de ellas es la incorporación de variedades adaptadas al clima dentro de los sistemas de cultivo. Los programas de fitomejoramiento buscan desarrollar variedades con características como resistencia a la sequía, tolerancia al calor, resistencia a plagas o maduración temprana. Al introducir estas variedades junto con las tradicionales, los agricultores pueden distribuir riesgos y aumentar sus posibilidades de obtener cosechas exitosas incluso bajo condiciones climáticas adversas (Samurkas et al., 2020). La combinación de rotaciones de cultivos, diversificación agrícola y el desarrollo de variedades resilientes constituye una estrategia integral para enfrentar los desafíos del futuro. Estas prácticas no solo fortalecen la sostenibilidad y la rentabilidad, sino que también aseguran la seguridad alimentaria y la salud de los ecosistemas en un mundo cada vez más afectado por el cambio climático.

Investigación futura debe centrarse en la caracterización funcional de genes identificados y su papel en las interacciones alelopáticas la exploración de las redes reguladoras que controlan la producción y secreción de aleloquímicos la comprensión de los mecanismos de percepción y señalización de aleloquímicos en plantas objetivo y el desarrollo de herramientas moleculares para la manipulación de rasgos alelopáticos en cultivos para el manejo de malezas.

En conclusión los desafíos inminentes de la producción mundial de alimentos y la creciente necesidad de sistemas agrícolas sostenibles exigen una transición urgente hacia prácticas de DRC con el objetivo de optimizar estas prácticas para diferentes contextos ambientales y de gestión comprender su papel en el manejo integrado de plagas y malezas y evaluar su resiliencia al cambio climático. En conjunto estos esfuerzos pueden contribuir a un sistema agrícola más productivo y sostenible (Kremen & Merenlender 2018).

Cómo implementar un plan de rotación de cultivos (AgroSpray 2021a)

Para hacer un plan de rotación de cultivos se requiere una cuidadosa planificación y consideración de diversos factores del espacio clima necesidades y demandas debiendo seguir los siguientes pasos:

1- Conoce tu suelo realiza análisis de suelo y conocer su composición pH y niveles de nutrientes. Esto ayudará a seleccionar los cultivos adecuados y planificar la rotación de manera más efectiva.

2- Diseña un calendario de rotación. con un calendario detallado que

indique qué cultivos sembrarás en cada época y qué áreas del terreno ocuparas. Considere el ciclo de cada cultivo y cómo se relacionan entre sí en términos de necesidades nutricionales y de suelo.

3- Variar los tipos de cultivos es importante y así evita sembrar el mismo tipo de cultivo en la misma área durante varios años consecutivos. Alternar entre cultivos de diferentes familias botánicas para evitar la acumulación de plagas y enfermedades específicas del cultivo rompiendo sus ciclos de establecimiento y desarrollo.

4- Manejar cultivos de cobertura y abonos verdes resulta de gran importancia. Utiliza cultivos de cobertura entre las principales cosechas para proteger y mejorar el suelo. Los abonos verdes también pueden enriquecer el suelo con nutrientes orgánicos.

5- Considerar las necesidades de nutrientes seleccionar cultivos para el esquema o plan de rotación que complementen las necesidades nutricionales de los cultivos anteriores después de cultivos que agotan el suelo sembrar leguminosas que fijan nitrógeno en el suelo.

6- Aprovechar las asociaciones beneficiosas algunas plantas tienen asociaciones beneficiosas que pueden ayudar a mejorar el crecimiento de otras. Por ejemplo cebollas y pimiento pepino y frijol lechuga y zanahoria se benefician mutuamente cuando se plantan juntas.

7- Mantener registros detallados y observa donde se lleve un

registro de los cultivos sembrados las fechas de siembra y cosecha así como cualquier observación relevante además observar cómo responde el suelo a la rotación y ajustar el plan según los resultados que se obtengan.

Esquemas de rotación de cultivos

Los esquemas de rotación de cultivos implican alternar hortalizas en la misma parcela a menudo por grupos de familias de plantas para mejorar la salud del suelo y reducir plagas y enfermedades. Un esquema común divide el terreno en varias zonas y rota las familias de plantas (como solanáceas cucurbitáceas leguminosas y brásicas) en un ciclo de tres o cuatro años asegurándose de no plantar una familia en el mismo lugar durante al menos tres años.

Si el terreno que posees es una huerta diversifica los cultivos permitiendo que el suelo se recupere y se enriquezca entre temporadas o épocas de siembra de cada cultivo. La rotación de cultivos es una práctica agrícola fundamental que ofrece una multitud de beneficios. Con frecuencia los horticultores se enfrentan a graves problemas de productividad y enfermedades en sus huertos porque no practican la rotación de cultivos. Se pueden cometer errores al diseñar una parcela permanente para establecer el cultivo tomates o reservar un lugar preferido en el área para cultivar brócoli y luego plantar las mismas hortalizas en el mismo lugar año tras año lo cual llevaría a grandes problemas en nuestra huerta por lo que debemos seguir los siguientes pasos para su establecimiento.

Hay 2 formas de rotación de cultivos que debemos considerar la primera *Rotación de cultivos por familia de plantas y al segunda Rotación de*

cultivos según las demandas de nutrientes de las plantas para implementar la primera debemos seguir los siguientes pasos (Eliades 2016).

Pasos para elaborar un esquema de rotación de cultivo débenos:

1- Dividir el huerto debemos planificar la distribución de los cultivos para la siembra en parcelas o zonas. La rotación más simple logramos al dividir el terreno en cuatro áreas.

2- Clasificar los cultivos participantes por familia esto conseguimos agrupando las hortalizas por familia botánica ya que plantas emparentadas comparten necesidades y susceptibilidades similares a enfermedades por ejemplo:

- **Solanáceas:** Tomates pimientos berenjenas patatas.
- **Cucurbitáceas:** Pepinos calabazas melones.
- **Brasicáceas:** Col brócoli coliflor rúcula.
- **Leguminosas:** Guisantes frijoles (judías verdes) lentejas.
- **Raíces:** Zanahorias remolachas patatas (aunque también son solanáceas).
- **Otros:** Cebollas ajos lechugas.

3- Sigue un ciclo: Planifica una secuencia para que las familias se alternen anualmente en cada parcela. Por ejemplo en un esquema de 4 años la secuencia podría ser:

- **Año 1:** Solanáceas (tomates).
- **Año 2:** Leguminosas (guisantes).
- **Año 3:** Brasicáceas (col).
- **Año 4:** Cucurbitáceas (pepinos) o Raíces (zanahorias).

4- Rotar la siembra en sentido horario rota las familias de cultivos en un sentido determinado (por ejemplo en sentido horario) cada año.

5- No repetir las mismas familias dentro del esquema debemos evitar sembrar una hortaliza de la misma familia en la misma zona durante al menos tres años. Por ejemplo, si sembramos tomates (solanáceas) en una parcela este año no debemos sembrar berenjenas (también solanáceas) en la misma parcela el siguiente año.

Ejemplo de esquema de rotación de 4 zonas

- **ona 1:**
  - Año 1: Solanáceas (Tomates pimientos).
  - Año 2: Leguminosas (Guisantes frijoles).
  - Año 3: Brásicas (Repollo brócoli).
  - Año 4: Raíces y bulbos (Zanahorias cebollas).
- **Zona 2:**
  - Año 1: Leguminosas (Guisantes frijoles).

- Año 2: Brásicas (Repollo brócoli).
- Año 3: Raíces y bulbos (Zanahorias cebollas).
- Año 4: Solanáceas (Tomates pimientos).

Y así sucesivamente para las Zonas 3 y 4.

La segunda forma de rotación la *Rotación de cultivos según las demandas de nutrientes de las plantas* se basa en que algunas plantas necesitan más nutrientes que otras y algunas incluso aportan nutrientes al suelo. Si siempre sembramos plantas que absorben grandes cantidades de nutrientes en el mismo lugar de la parcela estas agotarán rápidamente el suelo y la productividad disminuirá. Al realizar la rotación con cultivos de diferentes necesidades nutritivas podemos mantener la fertilidad del suelo y maximizar la productividad. Por lo tanto según Eliades (2016) debemos valorar el comportamiento de las plantas o cultivos en sistema de rotación de cultivos que clasifica las plantas como:

Plantas que necesitan muchos nutrientes: la mayoría de las hortalizas entran en esta categoría. Son plantas muy exigentes que absorben muchos nutrientes del suelo. Requieren en particular mucho nitrógeno que las plantas utilizan para el crecimiento de sus hojas verdes.

Plantas que aportan mucho nitrógeno: son plantas fijadoras de nitrógeno que pueden absorberlo del aire y convertirlo en una forma utilizable por las plantas. Devuelven el nitrógeno al suelo manteniendo su fertilidad.

Plantas de consumos ligeros que incluyen todos los cultivos de raíces solo utilizan una pequeña cantidad de nutrientes lo que le da al suelo un

descanso y una oportunidad de recuperarse antes de plantar nuevamente los fertilizantes pesados.

Resumiendo el implementar la rotación de cultivos de hortalizas anuales es una buena manera de minimizar plagas y enfermedades aumentar la producción y mantener el suelo sano y fértil. La rotación de cultivos es esencial en los sistemas agrícolas para mejorar la salud del suelo el control de plagas y malezas y el ciclo de nutrientes. Optimizar las secuencias de cultivos incluyendo leguminosas cereales y tubérculos puede ayudar a regular la fertilidad del suelo mejorar la disponibilidad de nutrientes y controlar los patrones de plagas y enfermedades. Además los cultivos de cobertura y el pastoreo rotativo pueden practicarse junto con la rotación de cultivos para promover prácticas compatibles con la agricultura orgánica mejorando así la estructura del suelo limitando los insumos químicos y aumentando la biodiversidad en los sistemas de producción agrícola.

Más allá de sus ventajas agronómicas la rotación de cultivos desempeña un papel crucial en la sostenibilidad ambiental. Contribuye al secuestro de carbono en el suelo reduce las emisiones de GEI y minimiza la escorrentía química apoyando así los esfuerzos globales para combatir el cambio climático. Los resultados documentados incluyen un mayor rendimiento de los cultivos tras la implementación de leguminosas una mejor salud del suelo que condujo a un mayor contenido de COS y una disminución de las necesidades de aporte de nitrógeno así como una reducción de las emisiones de N_2O de hasta un 39 %. La rotación de cultivos mejora la fijación de nitrógeno y el ciclo de nutrientes reduciendo así la necesidad de fertilizantes sintéticos. Esta mejora

contribuye a la protección del medio ambiente y a la reducción de los costos de producción. Además la rotación de cultivos aumenta el rendimiento promueve la salud del suelo a largo plazo mejora la resiliencia climática y la retención de agua y minimiza la dependencia de insumos químicos. Por lo tanto la rotación de cultivos actúa como una solución multidimensional que garantiza la fertilidad duradera del suelo y la seguridad alimentaria (Al-Musawi *et al.* 2025).

1. Cultivos intercalados

El objetivo principal del cultivo intercalado es lograr el máximo rendimiento potencial de un campo específico maximizando el potencial de los recursos disponibles en un momento dado. Es un sistema que ya se ha utilizado tradicionalmente por pequeños agricultores en climas tropicales donde es común la combinación de cultivos intercalados de cereales y leguminosas (GRAINSA 2018).

En términos sencillos el cultivo intercalado consiste en plantar cultivos alimentarios a corto plazo como maíz legumbres u hortalizas en los espacios entre las palmas aceiteras jóvenes que aún están creciendo. Estos cultivos prosperan mientras la luz del sol aún llega al suelo convirtiendo lo que de otro modo serían tierras ociosas en tierras de cultivo productivas. Es una decisión inteligente. Los agricultores obtienen alimentos para sus familias ingresos en tiempos difíciles y un suelo más sano para el futuro (GAR 2025).

El cultivo intercalado en el que se incorporan cultivos alternativos o plantas no cultivadas junto con cultivos comerciales es una de las formas más sencillas de diversificar la agricultura industrial (Bybee-Finley &

Ryan 2018). Se puede emplear en diversas configuraciones espaciales. En el cultivo intercalado mixto crecen varios cultivos simultáneamente sin arreglos de hileras distintos (Chen *et al*. 2004). El cultivo intercalado en hileras se emplea plantando plantas secundarias en hileras alternas con el cultivo principal (Chen *et al.* 2004). Los cultivos intercalados en franjas crecen en franjas lo suficientemente anchas para el cultivo individual pero lo suficientemente angostas para que cada cultivo interactúe ecológicamente (Li *et al.* 2001 como se citó en Bybee- Finley & Ryan 2018; Brennan 2016 como se citó en Bybee-Finley & Ryan 2018).

Estos diversos tipos de cultivos intercalados complementarios pueden utilizar eficientemente el espacio el agua y los nutrientes (Xu *et al.* 2020) sofocar las malezas (Verret *et al.* 2017) mejorar la supresión natural de plagas (Andow 1991 Iverson *et al.* 2014 Staton *et al.* 2019 Darayanto *et al.* 2020) y mejorar la productividad general de los cultivos en relación con los monocultivos convencionales (Lithourgidis *et al.* 2011 Li *et al.* 2020-a) que a menudo requieren más insumos químicos y consumo de combustibles fósiles que los campos diversificados (Jeranyama *et al.* 2000 Jensen *et al.* 2020). A pesar de los numerosos beneficios del cultivo intercalado muchos agricultores son reacios a adoptar estas estrategias resilientes al clima debido a los riesgos percibidos de susceptibilidad a las plagas (Winkler *et al.* 2010 Balzan *et al.* 2016 Pandey & Gurr 2019) posible pérdida de rendimiento (Letourneau *et al.* 2011 Iverson *et al.* 2014 Kahl *et al.* 2019 Santillano-Cázares *et al.* 2019) y mayor complejidad de la gestión (Himanen *et al.* 2016 Bedoussac *et al.* 2015). En esta revisión examinamos cuidadosamente cómo el cultivo intercalado influye en la prestación de servicios naturales de control de

plagas y la productividad de los cultivos frente a la incertidumbre climática aclaramos los beneficios del cultivo intercalado y examinamos los riesgos y las barreras que enfrentan los agricultores en su adopción (como se citó en Huss *et al.* 2022).

Al intercalar los cultivos se siembran distintas especies en la misma área de forma simultánea combinando plantas con diferentes arquitecturas y ciclos. Por ejemplo zanahoria con lechuga o maíz con frijol. (Foto 2).



Figura 165. Cultivos intercalados.

Fuente: https://extensionesp.umd.edu/wp-content/uploads/2022/09/fig-4-radish-carrot-garden-rows-umn- extension.jpg

Resultados mostrados por Huss *et al.* (2022) abordan la temática con una amplia gama de autores que muestran resultados sobre el cultivo intercalado (Foto165) plantean que puede promover la resiliencia climática mediante una mayor eficiencia de los recursos vegetales (espacio nutrientes y agua) y la supresión natural de plagas patógenos y malezas y variados beneficios riesgos perjuicios y desafíos. Todos estos impactos los agricultores a pesar de aumentar la complejidad de la gestión y la necesidad de mano de obra pueden enfrentar y mejorar la rentabilidad de sus producciones. A continuación, se detallan beneficios

riesgos potenciales perjuicios y desafíos al implementar esta práctica en sus áreas de producción.

Beneficios del cultivo intercalado

Eficiencia espacial. La intensificación ecológica con cultivos intercalados complementarios que ocupan diferentes nichos espaciales tiene el potencial de lograr una mayor productividad combinada que los monocultivos (Lithourgidis *et al.* 2011 Li *et al.* 2020 b). Un mayor rendimiento de los cultivos por unidad de superficie significa que se necesitaría menos tierra para alimentar a las crecientes poblaciones mundiales reduciendo así la deforestación y las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas causadas por la expansión agrícola (Kirschbaum *et al.* 2013 Jayathilake *et al.* 2021). Los cultivos intercalados eficientes a menudo tienen requisitos de radiación solar compatibles; las plantas relativamente tolerantes a la sombra pueden crecer con éxito debajo de un cultivo intolerante a la sombra optimizando el espacio (Zhou *et al.* 2019) (como se citó en Huus *et al*. 2022).

Eficiencia en el uso de nutrientes y agua. Los cultivos intercalados complementarios requieren diferentes formas y cantidades de nutrientes lo que significa que pueden coexistir con relativamente poca competencia (Li *et al.,* 2020 a). La asignación eficiente de nutrientes del suelo a las plantas reduce la necesidad de fertilizantes sintéticos (Xu *et al.,* 2020). Las plantas fijadoras de nitrógeno se incorporan más comúnmente como cultivos intercalados porque complementan los presupuestos de nitrógeno de los cultivos de cereales y oleaginosas y reducen aún más la necesidad de fertilidad sintética (Shen & Chu 2004

Dahmardeh *et al.,* 2010 Schipanski & Drinkwater 2011 Jensen *et al.* 2020 Dowling *et al.* 2021). Además de aprovisionar y compartir nutrientes los cultivos intercalados también pueden mejorar la retención de fertilizantes aplicados al reducir la erosión y la escorrentía (Hall *et al.* 1984 Torralba *et al.* 2016 & Andrews *et al.,* 2020). Más de la mitad del fertilizante aplicado a las tierras de cultivo en todo el mundo se pierde por lixiviación y desnitrificación contaminando los cursos de agua y liberando gases de efecto invernadero (Lassaletta *et al.,* 2014). Los cultivos intercalados pueden mitigar esta contaminación porque sus hojas disminuyen el impacto de las gotas de lluvia mientras que sus sistemas de raíces mantienen el suelo en su lugar. Las plantas intercaladas también dan sombra a la superficie del suelo con un dosel vegetal más grande y conservan agua al reducir las tasas de evaporación del suelo (Wallace *et al.,* 1999).

Estabilidad/Resiliencia de los cultivos. El cultivo intercalado puede reforzar la estabilidad de los cultivos a medida que cambia el clima (Raseduzzaman & Jensen, 2017) reduciendo la variación interanual en los rendimientos causada por los extremos climáticos (Fletcher *et al.,* 2016). Por ejemplo en los sistemas de cultivo intercalado de canola/legumbres la canola refuerza la integridad estructural de las plantas de guisantes y estabiliza el rendimiento mediante la reducción del encamado durante los eventos de precipitación (Dowling *et al.,* 2021). La biodiversidad garantiza que más especies realicen un mayor número de servicios ecosistémicos vitales y si un componente de un ecosistema diverso se ve perjudicado debido al cambio ambiental otras especies pueden cumplir esa función en un sistema diverso (Yachi & Loreau 1999 Lin 2011). Por esta razón los sistemas de cultivos diversos

experimentan menos daños y una recuperación más rápida después de los huracanes que los sistemas simplificados (Philpott *et al.* 2008 Rosset *et al.* 2011). Los cultivos intercalados podrían considerarse una "póliza de seguro" aumentada a medida que el clima extremo se vuelve más frecuente (Loreau *et al*., 2021) y la presión de las plagas se vuelve más intensa (Lehmann *et al*., 2020). En los campos de cultivos intercalados si se pierde un cultivo debido al clima una enfermedad o un brote importante de plagas los agricultores aún pueden beneficiarse de los cultivos que no se vieron afectados y los cultivos intercalados ilesos pueden incluso aprovechar los nuevos recursos disponibles liberados por los cultivos fallidos para crecer con más vigor y compensar parcialmente la pérdida de rendimiento (Raseduzzaman & Jensen 2017). En caso de fracaso de los cultivos los cultivos intercalados competitivos de granos y leguminosas explotan su "ventaja" sobre las malezas llenando rápidamente el espacio de nicho dejado vacante por un cultivo fallido y reduciendo la probabilidad de brote de malezas (Mohler & Liebman, 1987).

Interferencia con la colonización de plagas de artrópodos. Se predice que el cambio climático impactará las plagas de artrópodos y enemigos naturales al alterar las distribuciones de insectos y plantas (Battisti & Larsson, 2015) expandir los rangos de insectos invasores y desincronizar la fenología herbívoro-enemigo natural (Thomson *et al.* 2010 Evans *et al.,* 2013). Los agricultores deben prepararse para estos cambios fortaleciendo sus prácticas de manejo de plagas basadas en la ecología. El cultivo intercalado generalmente reduce la presión de plagas en comparación con los agroecosistemas de monocultivo (Costelo & Altieri, 1995 Schmidt *et al*. 2007 Letourneau et al., 2011 Lopes *et al.*

2016 Tamburini *et al.* 2020). Los cultivos intercalados pueden restringir la colonización y el crecimiento de plagas desde abajo hacia arriba al impedir físicamente la búsqueda de alimento de su huésped (Root 1973 Allen-Perkins & Estrada 2019 Mansion-Vaquié *et al.* 2020) camuflando visualmente los cultivos (Finch & Collier 2003 Angelella *et al.,* 2016) y enmascarando los olores de las plantas huésped que permiten a las plagas localizar a su huésped (Schröder y Hilker 2008 Brooker *et al.,* 2015). Cuando las plagas aéreas buscan una planta huésped en un campo intercalado diverso es más probable que se posen en plantas inadecuadas y se vayan del campo (Finch & Collier 2000). Al disminuir la eficiencia de búsqueda de los herbívoros los cultivos intercalados pueden aumentar la probabilidad de que las plagas sean detectadas y consumidas por depredadores antes de llegar a una planta huésped adecuada (Straub *et al.* 2014).

Hábitat de refugio para enemigos naturales. Los cultivos intercalados pueden mejorar el control biológico de conservación al proporcionar alimento y refugio que atraen y sostienen a los enemigos naturales (Gurr *et al*. 2017 Gontijo 2019 Gontijo *et al.* 2018). La complejidad estructural del hábitat puede moderar los duros microclimas esperados bajo el cambio climático al proporcionar sombra entre las hileras de cultivos reducir la temperatura del suelo y aumentar la humedad debajo del dosel del follaje (Diehl *et al.* 2012) mientras que también aumenta el hábitat aislante que permite a los enemigos naturales invernar con éxito y colonizar rápidamente las plantas de cultivo al comienzo de cada temporada de crecimiento (Lys *et al.* 1994 Boinot *et al.* 2019). Los cultivos intercalados también mejoran la complejidad estructural del hábitat subterráneo al aumentar la materia orgánica y optimizar los

microclimas para los enemigos naturales que habitan en el suelo (Rowen *et al.* 2019).

***Alimentos de origen vegetal para enemigos naturales*.** Los cultivos intercalados pueden proporcionar a los enemigos naturales alimentos alternativos como néctar polen y presas (Gurr *et al.* 2017 Gontijo 2019). Muchos enemigos naturales comen insectos durante sus etapas larvarias pero dependen del polen y el néctar cuando son adultos (Wäckers *et al.* 2005) lo que significa que necesitan flores para completar su ciclo de vida. Las franjas de flores intercaladas en los sistemas de cultivo pueden aumentar la presencia de enemigos naturales y reducir la abundancia de insectos plaga (Ribiero & Gontijo 2017 Hatt *et al.* 2017). Sin embargo tener flores simplemente no garantiza la atracción de enemigos naturales porque la disponibilidad de néctar depende de la longitud de la probóscide del insecto y del ancho de la flor (van Rijn & Wäckers 2016). Esto significa que las especies de flores deben elegirse cuidadosamente para atacar a enemigos naturales específicos y excluir plagas (Wäckers 2004 Begum *et al.* 2006 Géneau *et al.* 2012). Los cultivos intercalados también pueden seleccionarse para aprovechar las interacciones tritróficas mediadas por volátiles contra las plagas atrayendo simultáneamente depredadores y parasitoides mientras repelen a los herbívoros (Unsicker *et al.* 2009). Por ejemplo agregar la hierba perenne *Melinis minutiflora* P. Beauv. (Poaceae) a los campos de cultivo de cereales disminuye la infestación de lepidópteros barrenadores del tallo en los cultivos de cereales y aumenta el parasitismo larvario porque cuando los herbívoros atacan a M. minutiflora la planta libera una sustancia química volátil que atrae a las avispas parasitoides hembra (Khan *et al.* 1997). Plantar hierbas aromáticas en huertos de manzanos y

perales disminuye la presencia de herbívoros mientras aumenta la presencia de depredadores (Song *et al.* 2010 Beizhou *et al.* 2012). Los agricultores pueden llevar esta estrategia un paso más allá combinando cultivos intercalados que repelen plagas y atraen enemigos naturales con cultivos trampa que son altamente atractivos para las plagas a lo largo de los bordes de los campos en un sistema de empujar-tirar (Poveda & Kessler 2012 Midega *et al.* 2018). La tecnología de empujar-tirar se ha perfeccionado en los sistemas de granos; sin embargo aún queda mucho por aprender sobre cómo implementar eficazmente estas herramientas complejas y especializadas en muchos otros cultivos (Eigenbrode *et al.* 2016).

Supresión de patógenos. Los cultivos intercalados también pueden reducir eficazmente la incidencia de enfermedades en los campos de cultivo al modificar los microclimas de los cultivos de manera que supriman el crecimiento de patógenos (Boudreau 2013 Zhang *et al.* 2019) y/o tengan efectos alelopáticos (Gomez-Rodriguez *et al.*2003). Los cultivos intercalados también diversifican las comunidades de microbios del suelo y cultivan retroalimentaciones planta-suelo que limitan el crecimiento de patógenos (Wang *et al.* 2021). Pueden reducir el suelo expuesto y la probabilidad de enfermedades dispersadas por salpicaduras y transmitidas por el suelo (Hiddink *et al.* 2010) suprimir vectores de virus (Trenbath 1993 Boudreau 2013) y en última instancia diluir el conjunto de plantas hospedantes viables para los patógenos (Zhang *et al.* 2019). Por ejemplo plantar mantillos vivos como trigo sarraceno o trébol blanco entre hileras de calabaza puede aumentar la presencia de enemigos naturales y disminuir la colonización de pulgones y moscas blancas vectores de enfermedades lo que reduce la

probabilidad de que transmitan patógenos a las plantas de cultivo (Frank & Liburd 2005 Razze *et al.* 2016).

Riesgos potenciales del cultivo intercalado

A pesar de los abundantes beneficios potenciales la implementación de cultivos intercalados adaptables al clima puede ser difícil porque requiere una gestión y optimización únicas para cada sitio a menudo mediante ensayo y error (Himanen *et al.* 2016). Además el tiempo y los recursos invertidos en la diversificación de los campos no garantizan el éxito de los cultivos ni una mayor producción de alimentos (Letourneau *et al.* 2011 Tamburini *et al.* 2020). Desafortunadamente los servicios de regulación climática a menudo se compensan con el rendimiento de los cultivos en agroecosistemas diversificados (Tamburini *et al.* 2020) lo que crea formidables barreras para su adopción por parte de los agricultores.

Perjuicios del cultivo intercalado

***Aumento de los reservorios de plagas*.** La adopción de cultivos intercalados a menudo se ve obstaculizada por la preocupación de que las plantas no cultivadas proporcionen un puente verde que albergue plagas y patógenos y les permita migrar a un cultivo comercial (den Belder *et al.* 2008 Dunbar *et al.* 2016 Acharya *et al.* 2017 Ocimati *et al.* 2018). Las advertencias sobre los reservorios de plagas en cultivos de cobertura/cultivos intercalados se emiten comúnmente en los medios de extensión (Hodgson 2017 Shields 2018 Patton 2019) pero las pruebas empíricas del fenómeno del puente verde revelan que los beneficios de los cultivos intercalados se pueden obtener con un riesgo mínimo (Leslie

et al. 2017 Reed *et al.* 2019 Regan *et al.* 2020 Pellegrino *et al.* 2021).

Mayor complejidad de la gestión. Agregar cultivos intercalados a los monocultivos complica la siembra el manejo y la cosecha (Himanen *et al.* 2016) aumenta los costos de mano de obra (Midega *et al.* 2014 Hong *et al.* 2017) y es menos compatible con la agricultura mecanizada a gran escala (Feike *et al.* 2012 Hong *et al.* 2020). Por ejemplo introducir un segundo cultivo en un campo ciertamente complicará los cronogramas de rotación de cultivos (Bybee-Finley & Ryan 2018). Además cuando los cultivos intercalados varían en su tiempo de maduración pueden ser necesarias múltiples cosechas (Rao & Willey 1980). Los cultivos con tiempos de maduración similares pueden cosecharse simultáneamente y luego clasificarse pero esto requiere equipo especializado que puede no ser accesible para los agricultores con recursos limitados (Bedoussac *et al.* 2015).El cultivo intercalado puede ser más compatible con los sistemas de cosecha no mecanizados (Glaze-Corcoran *et al.* 2020) pero las demandas técnicas de malezas fertilidad y manejo de cultivos aún pueden aumentar considerablemente los requisitos de mano de obra cuando crecen múltiples cultivos en el mismo campo (Guo *et al.* 2006) lo que a veces puede llevar a que el cultivo intercalado sea una solución no rentable (Frank & Liburd 2005). Estos problemas de complejidad de manejo forman barreras para la adopción del cultivo intercalado entre los agricultores (Himanen *et al.* 2016).

Desafíos de la gestión de cultivos intercalados

Aunque los cultivos intercalados tienen el potencial de mejorar los rendimientos netos también pueden generar altos costos sin una gestión

específica de la región optimizada con precisión que minimice la competencia por la luz y el agua (Sanders *et al.* 2017 Moreira *et al.* 2018). Además los beneficios de la complementariedad de los cultivos intercalados en el uso del agua no se obtienen en algunos sistemas a menos que se seleccionen variedades de cultivos resistentes a la sequía (Ziyomo *et al.* 2013) que pueden no ser necesariamente accesibles para los agricultores de bajos ingresos que necesitan con mayor urgencia promover la resiliencia en las condiciones climáticas futuras. Al mismo tiempo la disponibilidad de recursos de fertilidad en sí misma modera la complementariedad y la productividad entre los cultivos intercalados (Zhang *et al.* 2021) y los beneficios de rendimiento de los cultivos intercalados seleccionados para extremos climáticos pueden ser relativamente débiles en entornos ricos en nutrientes (Pelzer *et al.* 2012 2014) o en ausencia de sequía (Renwick *et al.* 2020). El cultivo intercalado de relevo (donde la siembra de cultivos intercalados se retrasa para permitir que el cultivo plantado anteriormente tenga la oportunidad de establecerse) y la optimización de los anchos de franja para diferentes combinaciones de cultivos intercalados pueden mejorar la competencia entre cultivos intercalados (Sanders *et al.* 2017 Raza *et al.* 2020) pero con tantas cosas que pueden salir mal en un sistema de cultivos intercalados no es de extrañar que muchos agricultores se muestren reacios a invertir en la resolución de problemas (Himanen *et al.* 2016) (como se citó en Huus *et al.* 2022).

2. Policultivos



Figura 166. Policultivos.

Fuente: https://adex.edu.pe/wp-content/uploads/2024/06/campo-agricola-adex.jpg

¿Qué entendemos por *policultivo*?

Definimos el policultivo (Foto 166) como el cultivo simultáneo de múltiples especies de cultivos y/o genotipos juntos a escala de campo. Esta definición distingue al policultivo del monocultivo mixto (donde la diversidad de cultivos ocurre entre campos en una finca en lugar de dentro de los campos) y del cultivo de rotación (donde la diversidad de cultivos ocurre temporalmente entre plantaciones o temporadas de crecimiento sucesivas).

Con el Policultivo se incorporan múltiples especies en la misma unidad productiva lo que fomenta la biodiversidad y la resiliencia del sistema. Un ejemplo común es combinar tomate albahaca y cebolla aprovechando sus interacciones positivas. Estas prácticas son especialmente útiles en huertos familiares escolares o comunitarios y contribuyen a una agricultura sostenible eficiente y culturalmente integrada (INTA 2015; FAO 2021).

Las especies de cultivos en un campo de policultivo pueden estar

completamente mezcladas con una disposición limitada o nula o pueden estar dispuestas en hileras vecinas o en franjas que contienen múltiples hileras. Es crítico que las especies de cultivos se cultiven en una proximidad lo suficientemente cercana como para permitir que ocurran interacciones biológicas entre ellas. Dichas interacciones pueden ocurrir a escalas espaciales hiperlocales por ejemplo entre las raíces de especies de cultivos vecinas o en escalas espaciales mayores por ejemplo a través de los impactos de las especies de cultivos componentes en las comunidades móviles de invertebrados (Martinez *et al.* 2024).

Los policultivos de cultivos alimentarios se emplean en todo el mundo; típicamente en la agricultura de subsistencia a pequeña escala con mucha mano de obra y gran cantidad de conocimiento donde los agricultores cultivan diversas mezclas de cultivos para satisfacer sus propias necesidades dietéticas y/o las de las personas locales (Brooker *et al.* 2015 como se citó en Martinez *et al.* 2024). Con el Policultivo se incorporan múltiples especies en la misma unidad productiva lo que fomenta la biodiversidad y la resiliencia del sistema. Un ejemplo común es combinar tomate albahaca y cebolla aprovechando sus interacciones positivas.

Con el Policultivo se incorporan múltiples especies en la misma unidad productiva lo que fomenta la biodiversidad y la resiliencia del sistema. Un ejemplo común es combinar tomate albahaca y cebolla aprovechando sus interacciones positivas.

En estos contextos los cultivos policulturales pueden promover la estabilidad tanto de los rendimientos como de los ingresos frente a las

fluctuaciones ambientales y del mercado (Falkowski *et al.* 2019; Martin-Guay *et al.* 2018) y la salud sostenida del suelo y el ciclo de nutrientes a lo largo del tiempo con insumos mínimos (Brooker *et al.* 2015). Las técnicas de policultivo siguen siendo poco comunes en la agricultura industrial quizás principalmente debido a los desafíos percibidos de su implementación a escala (como se citó en Martinez *et al.* 2024).

La combinación de especies vegetales constituye una práctica implementada desde épocas prehispánicas; sin embargo ha sufrido un progresivo quebranto por el impulso de la lógica del monocultivo en el campo. A pesar de esto en la actualidad es posible identificar su siembra en territorios rurales con énfasis en sistemas productivos campesinos. Su implementación puede ser realizada considerando diversas orientaciones productivas con base a especies de ciclo corto perenne cultivos hortofrutícolas pasturas árboles y arbustos. La gran mayoría de las investigaciones realizadas hasta la fecha se han centrado en ensayos de "cultivos intercalados" en sistemas de pastizales forrajes y cultivos arables típicamente con un máximo de dos especies o variedades de cultivos cultivadas en combinación. La investigación en policultivos de mayor diversidad particularmente en entornos hortícolas sigue siendo escasa en la literatura publicada (Martinez *et al.* 2024).

3. Siembra directa

La siembra directa consiste en plantar cultivos sin arar previamente el suelo. Esto ayuda a reducir la erosión del suelo y a conservar la estructura del mismo. a siembra directa de hortalizas consiste en plantar las semillas directamente en el suelo del huerto en lugar de usar

semilleros. Este método es ideal para hortalizas de raíz como zanahorias y nabos o aquellas que no toleran el trasplante ya que evita el estrés de mover las raíces y promueve un crecimiento más vigoroso.Sin embargo es importante mencionar que todas las hortalizas pueden sembrarse en forma directa. Las hortalizas que se siembran en forma directa son: zanahoria maíz haba arveja poroto vainitas y ajo.Generalmente la siembra directa es aconsejable para semillas grandes como calabacita pepino arveja frijol sandia zapallo entre otros (FAO 2017).

Antes de sembrar se prepara el suelo y se pueden utilizar varios metodos de siembra directa dependiendo del tipo de hortaliza.

- Al voleo.- Consiste en distribuir la semilla sobre toda la superficie del terreno de manera uniforme.Por ejemplo: perejil tomate entre otros.
- A chorro continuo o en línea.-Se siembra la semilla en forma continua y rala dejando caer la semilla en el fondo de un pequeño surco a 1 o 5 centímetros de profundidad. Posteriormente se ralea dejando las plantas a la distancia adecuada. Ejemplo: rábano zanahoria espinaca. En este sistema los cultivos de ciclo tardío se siembran en surcos espaciados a un metre entre ello y de 45 a 70 centímetros para cultivos de ciclo precoz.
- A golpes.- Se siembra la semilla en pequeños huecos distanciados colocando 2 a 3 semillas en cada hueco (FAO 2017).

Segun D'Amico *et al*. (s. f.) la siembra directa (SD) es el cultivo iniciado por siembra plantación o trasplante sobre un suelo cubierto de material vegetal y sin laboreo. No se trata de un simple ahorro de trabajos previos

a la siembra. La siembra directa es un proceso que requiere mayor conocimiento planificación y criterio. Las bases conceptuales de la siembra directa para la producción de hortalizas resultan comunes a las de la SD de la agricultura extensiva:

a) Adecuada rotación de cultivos con la inclusión de cultivos de servicios (CS).

b) Mantenimiento de la cobertura vegetal.

c) No remoción del suelo más allá de lo estrictamente necesario.

d) Reposición de nutrientes.

e) Control adecuado de malezas.

Todas son igualmente importantes para lograr el éxito de la tecnología.

¿Cómo iniciar un lote en siembra directa?

La SD es una tecnología de aplicación continua sobre un lote determinado. No se deja de aplicar cuando se termina el ciclo de un cultivo particular. En este sentido el inicio de la siembra directa debe estar centrado inicialmente en el manejo del suelo. La decisión de incorporar lotes en SD debe tomarse con suficiente antelación a la siembra. Para muchos que históricamente se manejan con sistemas convencionales es importante contar con un suelo que no tenga impedimentos físicos en profundidad como el piso de arado. Se debe realizar la nivelación del micro relieve para emparejar la superficie que pueda estar desnivelada por huellas profundas surcos de riego etc. Es

recomendable iniciar la siembra directa con cultivos de grano para luego dar continuidad a la rotación con las hortalizas. Con esto se logrará realizar un mejor control de malezas y acumular cobertura con los residuos de cosecha en el caso de que se trate de cereales. Otra alternativa es la siembra de cultivos de servicios que deberán ser secados con anticipación a la siembra o plantación.

Recomendaciones para la SD en cultivos hortícolas

De las experiencias que se llevan adelante en el INTA H. Ascasubi se recomiendan 5 claves para el manejo de la siembra directa en hortalizas (D'Amico *et al.* s. f.) Estas son:

1. Adecuar la rotación en función de los ciclos productivos teniendo en cuenta que la calidad y cantidad de cobertura vegetal debe ser compatible con la siembra del cultivo siguiente. .

2. Realizar un adecuado control de malezas durante el barbecho. Evitar que las malezas produzcan semilla y logren un gran desarrollo.

3. Prevenir la compactación del suelo y evitar la formación de huellas o irregularidades del relieve.

4. Realizar una adecuada gestión de los residuos de cosecha y poscosecha evitando la acumulación en sitios puntuales dentro del lote. Evitar la quema de residuos.

5. Sembrar cultivos de servicios luego de la cosecha de cultivos que dejen poco rastrojo (ajo cebolla y girasol) para lograr una

anticipada competencia de malezas y adecuados volúmenes de cobertura vegetal.

4. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se basa en el uso de métodos naturales para fertilizar y proteger los cultivos en lugar de productos químicos sintéticos. Esto beneficia tanto al medio ambiente como a la sal ud de los consumidores. A nivel global la tendencia del consumo de alimentos orgánicos cada vez está creciendo los consumidores son más conscientes a la hora de decidirse por un alimento buscan que este sea seguro nutritivo y que venga de sistemas de producción amigables con el ambiente y con un gran impacto social. Esas características deben cumplir los productos orgánicos.

La agricultura orgánica se define como un sistema de provisión de alimentos ambiental y socialmente sensible ES como una práctica agrícola que emplea procesos naturales en el cultivo y la cría de ganado priorizando la sostenibilidad y la conservación del medio ambiente y la producción para el suministro de alimentos saludables sin necesidad de productos químicos. Ante la creciente preocupación por los efectos nocivos de los métodos agrícolas convencionales la agricultura orgánica adquiere cada vez más reconocimiento a nivel mundial como una alternativa viable y respetuosa con el medio ambiente (El-Hage & Hattam 2003).

El uso de insumos naturales es un sello distintivo de la agricultura orgánica. Esto implica el uso de fertilizantes orgánicos compost y control biológico de plagas en lugar de productos químicos sintéticos.

La prohibición de pesticidas y fertilizantes sintéticos junto con los organismos genéticamente modificados (OGM) garantiza que los sistemas de agricultura orgánica dependan de sustancias y procesos naturales. Este enfoque no solo mejora la salud del suelo y la biodiversidad sino que también reduce el riesgo de residuos químicos en los alimentos y el medio ambiente. El bienestar animal es otro principio fundamental de la agricultura orgánica (Kumar & Kumar 2022).

En el pais la agricultura orgánica ha mostrado un crecimiento notorio en los últimos 10 años siendo actualmente una fuente importante de generación de divisas a través de la exportación de productos orgánicos a Europa y Norteamérica. Se cuenta con 56.997 hectáreas certificadas de las cuales 47.7587 son orgánicas y 9.2381 se encuentran en transición de una agricultura convencional a una orgánica. Ello representa el 242 % de la superficie agrícola dedicada a la producción de alimentos. La demanda internacional ha sido sin duda el motor que ha dinamizado la producción y exportación de estos productos.

La agricultura orgánica en Ecuador se caracteriza por métodos de producción que respetan el medio ambiente evitando insumos sintéticos y priorizando la salud del suelo y la biodiversidad. Las provincias con mayor producción orgánica son El Oro Guayas Esmeraldas y Los Ríos entre otras. Un gran número de productos orgánicos tanto primarios como procesados están certificados en el país con destinos de exportación clave. La producción orgánica en el Ecuador inicia su reconocimiento oficial desde al año 2002. La norma que certifica productos orgánicos es la Resolución Técnica 0099 Instructivo de la Normativa General para Promover y Regular la Producción Orgánica-

ecológica y Biológica en el Ecuador vigente desde el año 2013.

Se cuenta con un Sistema de Control de Producción Orgánica fortalecido en el que Agrocalidad el Servicio de Acreditación Ecuatoriana SAE y los organismos de certificación acreditados vigilan el cumplimiento de la normativa vigente para que los consumidores tengan una garantía al momento de adquirir los productos desarrollados bajo este sistema (ARCFZ 2021).

Principios de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica se basa en cuatro principios fundamentales que guían sus prácticas sostenibles. Estos principios se centran en crear un equilibrio armonioso entre la agricultura el medio ambiente y el bienestar humano.

1. Salud La agricultura orgánica prioriza la producción de alimentos que mejoran la salud de las personas las plantas los animales y el medio ambiente. Al evitar el uso de productos químicos sintéticos pesticidas y organismos genéticamente modificados (OGM) se garantiza que los alimentos estén libres de sustancias nocivas. Este enfoque no solo protege la salud humana sino que también fortalece el sistema inmunitario natural de plantas y animales promoviendo el bienestar general del ecosistema.

2. Ecología En esencia la agricultura orgánica se basa en trabajar en armonía con los ecosistemas naturales. Se centra en preservar la fertilidad del suelo la calidad del agua y la biodiversidad. Prácticas como la rotación de cultivos el compostaje y el control

natural de plagas garantizan que el medio ambiente se mantenga intacto y que los recursos se utilicen de forma sostenible. Al fomentar el equilibrio ecológico la agricultura orgánica contribuye a mantener la resiliencia de los ecosistemas.

3. Equidad La agricultura orgánica prioriza la equidad en todos los aspectos de la agricultura. Garantiza un trato equitativo para agricultores trabajadores y consumidores respetando al mismo tiempo los límites naturales del planeta. Este principio promueve prácticas laborales éticas el comercio justo y el acceso a alimentos nutritivos para todos.

4. Cuidado El principio de cuidado en la agricultura ecológica implica medidas de precaución para proteger el medio ambiente y la salud humana. Su objetivo es minimizar los riesgos asociados a prácticas agrícolas nocivas garantizando así la sostenibilidad para las generaciones presentes y futuras.

Al adherirse a estos principios la agricultura orgánica crea un sistema agrícola sostenible que beneficia tanto a las personas como al planeta ofreciendo una alternativa más saludable y ética a la agricultura convencional (Cooperativa frutosdelande, 2023).

Los métodos de producción en agricultura orgánica se centran en la fertilidad del suelo y el control natural de plagas sin el uso de agroquímicos sintéticos. Se utilizan insumos naturales como el compost el estiércol abono verde y la rotación de cultivos para mejorar la estructura y los nutrientes del suelo. Para el control de plagas se emplean métodos como insectos benéficos controles biológicos y la rotación de

cultivos mientras que el ganado se mantiene con alimentos 100% orgánicos y acceso al aire libre. Las prácticas de agricultura orgánica se refieren a métodos agrícolas que priorizan la sostenibilidad ambiental la biodiversidad y el uso de insumos naturales evitando al mismo tiempo el uso de productos químicos sintéticos y organismos genéticamente modificados (OGM). Estas prácticas están diseñadas para mantener la salud del suelo proteger los ecosistemas y producir alimentos libres de aditivos nocivos desempeñando así un papel crucial en el sistema agrícola global.

Métodos para la salud del suelo

- **Abono orgánico:** Se prepara utilizando materiales como estiércol compost cascarilla de cacao y arroz para aportar nutrientes y mejorar la estructura del suelo.

- **Compostaje:** Consiste en descomponer materia orgánica para crear un abono rico en nutrientes y microorganismos.

- **Cultivos de cobertura:** Se plantan entre ciclos de cultivo para prevenir la erosión del suelo controlar malezas y enriquecerlo con nutrientes.

- **Rotación de cultivos:** Se alternan diferentes tipos de cultivos en una misma parcela para reponer nutrientes específicos y romper ciclos de plagas y enfermedades.

Métodos para el control de plagas.

- **Control biológico:** Se utilizan insectos beneficiosos para controlar las poblaciones de plagas.

- **Rotación de cultivos**: Ayuda a interrumpir los ciclos de vida de plagas que se concentran en un solo tipo de cultivo.
- **Uso de insumos orgánicos:** Se pueden preparar insecticidas y otros productos naturales a partir de elementos orgánicos.

La producción de cultivos orgánicos se ha convertido en una práctica popular entre los agricultores debido a los beneficios para la salud y el medio ambiente. Sin embargo, es importante tener en cuenta que el manejo y cuidado de estos cultivos puede ser un poco más complejo que los cultivos convencionales.

A continuación, se presentan algunos consejos y técnicas para la producción y manejo de cultivos orgánicos (Cooperativa frutosdelande, 2023).

Preparación del suelo: El suelo es la base para el crecimiento de cualquier cultivo. Para la producción de cultivos orgánicos se debe preparar el suelo con abono orgánico y fertilizantes naturales como estiércol compost y abono verde. Estos nutrientes ayudarán a mantener la salud del suelo y aportarán los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas.

Rotación de cultivos: Es una práctica importante para el manejo de cultivos orgánicos. Esto implica alternar los cultivos en una misma área para evitar la acumulación de plagas y enfermedades. Al rotar los cultivos se asegura una buena salud del suelo una mayor biodiversidad y una reducción de plagas y enfermedades.

Control de plagas y enfermedades: Los cultivos orgánicos son más

susceptibles a plagas y enfermedades debido a la falta de pesticidas y productos químicos. Para controlar estas plagas y enfermedades se pueden utilizar métodos naturales como el uso de plantas repelentes la liberación de insectos benéficos y el uso de soluciones orgánicas de control de plagas.

Riego: Es una parte importante del cuidado de los cultivos orgánicos. Se debe asegurar una adecuada cantidad de agua para las plantas evitando el desperdicio de agua y el exceso de humedad en el suelo. Se recomienda utilizar métodos de riego por goteo o por inundación para reducir la evaporación y aumentar la eficiencia del riego.

Cosecha y almacenamiento: La cosecha de los cultivos orgánicos se debe realizar en el momento adecuado para garantizar la calidad y la frescura del producto. Es importante tener en cuenta el tiempo de maduración y la época del año para la cosecha de cada cultivo. Además, se debe asegurar un adecuado almacenamiento de los cultivos para mantener su calidad y evitar la pérdida de nutrientes.

Siguiendo estos consejos y técnicas para la producción y manejo de cultivos orgánicos se puede lograr una producción saludable y sostenible de cultivos orgánicos. Los cultivos orgánicos no solo son beneficiosos para el medio ambiente, sino que también proporcionan alimentos más saludables y nutritivos para el consumo humano. Aprovechemos los recursos naturales de manera responsable y cuidemos nuestra salud y el planeta (Cooperativa frutosdelande, 2023).

Beneficios de la agricultura orgánica

Segun Kumar & Kumar (2022) la agricultura ecológica ofrece numerosos beneficios que abarcan aspectos ambientales sanitarios económicos y de resiliencia climática. Estas ventajas la convierten en una alternativa sostenible a los métodos agrícolas convencionales.

1. ***Beneficios ambientales.*** La agricultura ecológica mejora significativamente la salud ambiental:

- **Salud del suelo:** El uso de compost natural y materia orgánica mejora la fertilidad y la estructura del suelo promoviendo la productividad a largo plazo. La mejora de la salud del suelo es otra ventaja crucial de la agricultura orgánica. Las prácticas orgánicas como la rotación de cultivos el uso de abonos verdes y el compostaje mejoran la estructura y la fertilidad del suelo. Estas prácticas aumentan el contenido de materia orgánica del suelo promoviendo un microbioma edáfico saludable y diverso. Una mejor salud del suelo no solo impulsa la productividad de los cultivos, sino que también mejora su capacidad para retener agua y nutrientes reduciendo la necesidad de riego e insumos externos

- **Conservación del agua:** Al eliminar los productos químicos sintéticos la agricultura orgánica previene la contaminación del agua causada por la escorrentía garantizando cuerpos de agua más limpios. la reducción de la contaminación. Al minimizar el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos la agricultura orgánica reduce la escorrentía química y la contaminación de las aguas subterráneas. Esto se traduce en vías fluviales más limpias y agua potable más segura lo que beneficia tanto a la salud humana como a los ecosistemas acuáticos.

- **Biodiversidad:** Las granjas orgánicas crean un hábitat para diversas especies fomentando el equilibrio ecológico y apoyando los ecosistemas naturales.

2. ***Beneficios para la salud.*** La agricultura ecológica produce alimentos más sanos y seguros para el consumo:

- **Valor nutricional:** Los productos orgánicos a menudo contienen niveles más altos de vitaminas minerales y antioxidantes esenciales lo que mejora la nutrición general.

- **Alimentos libres de químicos:** al evitar pesticidas y fertilizantes sintéticos la agricultura orgánica garantiza alimentos libres de químicos dañinos promoviendo una mejor salud para los consumidores.

La agricultura ecológica ofrece importantes beneficios para la salud tanto de los consumidores como de los agricultores principalmente gracias a la menor exposición a sustancias químicas nocivas. Una de las principales ventajas es la calidad nutricional de los productos orgánicos. Diversos estudios han demostrado que las frutas y verduras orgánicas suelen contener mayores niveles de ciertos nutrientes como vitaminas minerales y antioxidantes en comparación con las de cultivo convencional. Estos mayores niveles de nutrientes se pueden atribuir a las prácticas de agricultura ecológica que se centran en la salud del suelo y la vitalidad de las plantas lo que resulta en cultivos más ricos en nutrientes. Por ejemplo, se ha descubierto que los tomates orgánicos tienen mayores niveles de vitamina C y fitoquímicos beneficiosos lo que contribuye a una mejor salud general y a la prevención de enfermedades.

La seguridad alimentaria es otro beneficio fundamental de la agricultura orgánica. Los alimentos orgánicos suelen tener niveles más bajos de residuos de pesticidas y antibióticos. Esto se debe a que la agricultura orgánica prohíbe el uso de pesticidas sintéticos y restringe el uso de antibióticos en la producción ganadera. Como resultado los consumidores de productos orgánicos tienen menos probabilidades de ingerir residuos químicos nocivos que se encuentran comúnmente en los alimentos producidos convencionalmente. Una menor exposición a pesticidas es especialmente importante para las poblaciones vulnerables como los niños y las mujeres embarazadas quienes son más susceptibles a los efectos adversos de estos químicos (McEvoy 2012 como se citó en Kumar & Kumar, 2022).

Los beneficios para la salud de la agricultura orgánica se extienden también a los agricultores y trabajadores agrícolas. La salud de los agricultores mejora considerablemente gracias a la reducción de la exposición a productos químicos tóxicos. La agricultura convencional a menudo implica el uso extensivo de pesticidas y fertilizantes sintéticos que pueden suponer graves riesgos para la salud de quienes los aplican. Estos riesgos incluyen problemas respiratorios afecciones cutáneas e incluso enfermedades crónicas a largo plazo como el cáncer. Por el contrario, la agricultura orgánica se basa en métodos naturales de control de plagas e insumos orgánicos lo que reduce significativamente los riesgos para la salud de los agricultores. Esto no solo mejora su calidad de vida sino que también promueve condiciones de trabajo más seguras en el sector agrícola. Los beneficios para la salud de la agricultura orgánica son sustanciales. La mayor calidad nutricional de los productos orgánicos la mayor seguridad alimentaria gracias a la reducción de

residuos de pesticidas y antibióticos y los mejores resultados de salud para los agricultores y trabajadores agrícolas hacen de la agricultura orgánica una opción más saludable tanto para los consumidores como para quienes participan en la producción de alimentos. Estos beneficios subrayan la importancia de apoyar las prácticas de la agricultura orgánica para garantizar un sistema alimentario más saludable para todos (Andersen *et al*., 2017 como se citó en Kumar & Kumar, 2022).

3. ***Beneficios económicos.*** La agricultura ecológica contribuye a la sostenibilidad económica:

- **Menores costos de insumos:** los agricultores ahorran dinero al evitar el uso de fertilizantes y productos químicos sintéticos costosos.

- **Precios premium:** Los productos orgánicos suelen tener precios más altos en el mercado debido a su calidad percibida y sus beneficios para la salud lo que proporciona mejores retornos financieros para los agricultores.

4. ***Resiliencia climática.*** Las prácticas de agricultura orgánica ayudan a mitigar el cambio climático y a desarrollar resiliencia:

- **Secuestro de carbono:** la agricultura orgánica captura el carbono en el suelo reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero. La agricultura orgánica contribuye a la mitigación del cambio climático. Prácticas como los cultivos de cobertura la labranza reducida y el uso de enmiendas orgánicas ayudan a secuestrar carbono en el suelo reduciendo así las emisiones de gases de efecto invernadero. Los suelos orgánicos suelen tener un

mayor contenido de carbono lo que no solo mitiga el cambio climático sino que también mejora la fertilidad del suelo y su resiliencia ante fenómenos meteorológicos extremos. Al mejorar la captura de carbono en el suelo y reducir la dependencia de insumos basados en combustibles fósiles la agricultura orgánica puede desempeñar un papel importante para abordar los desafíos climáticos globales. Los beneficios ambientales de la agricultura orgánica son múltiples. La reducción de la contaminación la mejora de la salud del suelo la conservación de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático hacen de la agricultura orgánica una práctica agrícola sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Estos beneficios subrayan la importancia de apoyar y expandir la agricultura orgánica para promover el equilibrio ecológico y la sostenibilidad a largo plazo.

La adopción de enfoques holísticos que integren la agricultura orgánica con otras prácticas sostenibles como la agroforestería y la permacultura puede crear sistemas agrícolas más resilientes y diversificados. Estos sistemas integrados pueden mejorar la biodiversidad optimizar el uso de los recursos y aumentar la resiliencia de las explotaciones agrícolas al cambio climático. El desarrollo de la resiliencia climática en los sistemas agrícolas orgánicos mediante la investigación y la implementación de prácticas climáticamente inteligentes puede fortalecer aún más la sostenibilidad de la agricultura orgánica frente a los desafíos climáticos globales.

- **Gestión del agua:** Técnicas como el acolchado y los cultivos de cobertura mejoran la retención de agua lo que permite que las

granjas resistan fenómenos climáticos extremos.

Al integrar estos beneficios la agricultura orgánica apoya un sistema agrícola sostenible y resiliente que beneficia el medio ambiente la salud humana y la economía.

Desafíos de la agricultura orgánica

A pesar de sus numerosos beneficios la agricultura orgánica se enfrenta a varios desafíos que pueden dificultar su adopción generalizada. Estos incluyen menores rendimientos la intensidad de la mano de obra y problemas de acceso al mercado.

1. Menores rendimientos. La agricultura orgánica suele producir rendimientos inferiores a los de la agricultura convencional sobre todo durante el período de transición cuando el suelo se adapta a las prácticas orgánicas. Esto dificulta que los agricultores satisfagan la alta demanda o compitan con la productividad de las explotaciones convencionales.

2. Trabajo intensivo La agricultura orgánica depende en gran medida de la mano de obra para tareas como el deshierbe el control de plagas y el manejo del suelo. A diferencia de los métodos convencionales que utilizan insumos químicos para optimizar estos procesos la agricultura orgánica exige más tiempo y esfuerzo lo que incrementa los costos de mano de obra.

3. Acceso al mercado Los agricultores especialmente en los países en desarrollo enfrentan dificultades para acceder a los mercados de productos orgánicos. La escasa concienciación de los

consumidores y la infraestructura inadecuada para la distribución y la certificación agravan aún más este problema.

4. Costo de la certificación Obtener la certificación orgánica suele ser costoso y requiere mucho tiempo. El costo y la complejidad de los procesos de certificación desalientan a muchos pequeños agricultores a adoptar la agricultura orgánica.

5. Conocimiento y formación Muchos agricultores carecen de la experiencia técnica y los conocimientos necesarios para la agricultura orgánica. Sin la capacitación y los recursos adecuados adoptar métodos orgánicos puede resultar abrumador especialmente para quienes están acostumbrados a las técnicas agrícolas convencionales.

En resumen, Los desafíos económicos y del mercado los precios más altos de los productos orgánicos suelen limitar el acceso de los consumidores de bajos ingresos. El sobreprecio asociado a los alimentos orgánicos puede hacerlos menos asequibles restringiendo así su mercado a los segmentos más adinerados de la población. Además, los agricultores orgánicos suelen enfrentar dificultades para acceder al mercado ya que les cuesta integrarse en los mercados y cadenas de suministro tradicionales. Esta dificultad puede limitar sus oportunidades de venta y su viabilidad

económica especialmente para quienes operan en regiones con mercados orgánicos subdesarrollados.

Abordar estos desafíos a través de la educación los subsidios y el desarrollo del mercado puede ayudar a liberar todo el potencial de la

agricultura orgánica y convertirla en una opción más viable para los agricultores de todo el mundo (Kumar & Kumar, 2022).

Uso de tecnología de precisión



Figura 167. Uso de tecnología de precisión.

Fuente: https://adex.edu.pe/wp-content/uploads/2024/06/agricultura-alta-precision.jpg

La agricultura de precisión (Foto 167) se ha convertido en una piedra angular en la búsqueda de métodos agrícolas más eficientes y respetuosos con el entorno. Este enfoque revolucionario aprovecha tecnologías avanzadas y sistemas de gestión de la información para optimizar el uso de recursos aumentar la productividad y reducir el impacto ambiental en la producción de alimentos. La tecnología de precisión como el uso de GPS y drones permite a los agricultores aplicar fertilizantes y pesticidas de manera específica y en la cantidad necesaria evitando el desperdicio y reduciendo la contaminación. La agricultura de precisión es aquella basada en el uso de tecnologías avanzadas y datos detallados para optimizar la gestión de los cultivos y los recursos disponibles. Implica recopilar analizar y aplicar información específica para tomar decisiones más precisas y eficientes en todas las etapas de la producción. Una de las claves es precisamente comprender la

variabilidad espacial y temporal o dicho de otro modo reconocer que los campos agrícolas no son uniformes (REPSOL 2024).

Este tipo de agricultura aborda esa variabilidad del terreno mediante el uso de tecnologías que permiten recopilar datos específicos que propician una gestión más precisa y eficiente a través de prácticas que van desde la siembra de precisión hasta la recolección y el mantenimiento óptimo de los cultivos.



Figura 168. Uso de tecnología.

Fuente: https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/es/energia-e-innovacion/agricultura%20inteligente.jpeg.transform/rp-rendition-lg/image.jpeg

Una de las características de la agricultura de precisión es la ***Utilización de tecnologías avanzadas***. La agricultura de precisión aprovecha las nuevas tecnologías para recopilar información valiosa (Foto 168). El uso de sensores remotos y drones equipados con cámaras de alta resolución por ejemplo permite a los agricultores recopilar datos sobre el estado de los cultivos la salud del suelo y las condiciones climáticas con una precisión sin precedentes. Estos datos se integran en sistemas de información geográfica (SIG) y plataformas de análisis que proporcionan una visión holística de las explotaciones.

La aplicación de las tecnologías más avanzadas en la agricultura de alta

precisión no solo se refiere a la recopilación y tratamiento de información. La automatización también desempeña un papel importante. Los tractores y equipos agrícolas equipados con sistemas de navegación GPS por ejemplo pueden operar de manera autónoma optimizando la eficiencia y reduciendo los costes. Los sistemas de riego automatizados por su parte mejoran la eficiencia ajustando la cantidad de agua entregada a los cultivos en función de las condiciones del suelo y la demanda hídrica. La Figura 1 nos muestra el funcionamiento de la agricultura de precisión.



Figura 169. Funcionamiento de la agricultura de precision.

Fuente: https://www.repsol.com/content/dam/repsol-corporate/im%C3%A1genes-eyf/Infografia_Agricultura_Precision_desktop.webp

Sistemas utilizados en la agricultura de precisión

La transformación de la agricultura es un hecho y buena parte del éxito de la misma tiene que ver con los sistemas utilizados por la agricultura de precisión entre los que se incluyen:

- ***Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).*** El GPS es fundamental en la agricultura de precisión para la geolocalización

precisa de áreas específicas del campo. Esto permite a los agricultores mapear el terreno y realizar operaciones con una precisión sin precedentes.

- ***Drones.*** Son herramientas cada vez más comunes en el sector. Equipados con cámaras y sensores pueden recopilar datos de gran valor para los profesionales sobre el terreno los cultivos y las condiciones climáticas de manera rápida y precisa.

- ***Sensores remotos.*** Este tipo de sistemas se utilizan principalmente para monitorear diversos aspectos de los cultivos y el suelo desde la distancia. Estos sensores pueden medir entre otros la humedad del suelo la salud de los cultivos la temperatura… En definitiva factores clave para la producción agrícola.

- ***Sistemas de Información Geográfica (SIG).*** Los SIG permiten integrar y analizar datos espaciales para tomar el diseño y ejecución de actuaciones sobre el terreno. Esto incluye la creación de mapas de rendimiento de cultivos de suelos o de aplicación de suministros que ayudan a los agricultores a identificar tanto las áreas de alto rendimiento como aquellas que requieren atención extra (REPSOL 2024).

¿Cómo facilitan los drones la agricultura de precisión?

Existen numerosos usos para los drones en la agricultura de precisión especialmente considerando que las aeronaves no tripuladas pueden cumplir múltiples funciones. Desde un mapeo aéreo más frecuente y preciso hasta la pulverización cuidadosa de productos químicos un dron agrícola tiene diversas maneras de convertirse en una herramienta que

aumenta la eficiencia en la agricultura de precisión (DJI Enterprise 2021).

Imágenes aéreas precisas para la agricultura de precisión Los drones son herramientas útiles para la agricultura de precisión en la cartografía y la captura de imágenes incluso en comparación con otras tecnologías potenciales para este trabajo como las imágenes satelitales.

¿Por qué son los drones mejores que los satélites como sistemas de recopilación de datos? La respuesta es simple: los drones están cerca de los cultivos mientras que los satélites por su naturaleza los sobrevuelan.

La ventaja del uso de los drones sobre una imagen satelital por muy avanzada que sea la cámara esta se obtiene desde la órbita. Un dron sobrevolando un campo ofrece una mayor proximidad y por lo tanto mayor resolución de imagen. Además cuando un agricultor utiliza una imagen satelital esta puede tener días de antigüedad. Un dron puede proporcionar información más actualizada lo que permite una mayor precisión en cuanto a los fertilizantes y pesticidas necesarios.

Equipados con sensores avanzados los drones pueden proporcionar imágenes multiespectrales ofreciendo a los usuarios mayor detalle sobre el estado de un cultivo en particular. Estas cámaras capturan más información que una cámara estándar incluso en el infrarrojo cercano. Utilizando luz invisible a simple vista estas cámaras pueden ayudar a los agricultores a crear mapas de sequía más precisos y a brindar a los cultivos la atención que necesitan. Los mapas multiespectrales no son el único tipo de imágenes aéreas que se obtienen mejor con un dron.

El uso de drones en la aplicación precisa de productos químicos como pesticidas representa un avance importante para el futuro de la agricultura. El uso de cantidades menores de estos agentes en los lugares donde más se necesitan puede contribuir al cumplimiento de las normativas que exigen la reducción del uso de pesticidas.

Los ***sistemas de drones*** deberían buscar los agricultores expertos en tecnologías son:

Al implementar drones en una operación agrícola ya sea un solo vehículo o una flota completa es importante que los agricultores seleccionen equipos de agricultura de precisión de alta calidad que se ajusten a sus necesidades. En el pasado los drones podrían no haber satisfecho las expectativas de los usuarios ya que los primeros modelos presentaban baja automatización y carecían de sensores para proporcionar a los agricultores los datos necesarios para la agricultura de precisión. Los últimos años han mejorado el statu quo de la tecnología de agricultura de precisión con los nuevos modelos de drones y cargas útiles de los fabricantes de equipos diseñados pensando en casos de uso agrícolas específicos. A continuación se presentan solo algunas de las configuraciones de hardware que pueden traer al presente los métodos futuristas de agricultura de precisión.

1- ***Drones de imágenes multiespectrales***: El uso de un dron como el P4 Multispectral permite a los agricultores obtener una vista aérea precisa que trasciende el espectro visible. Este dron captura simultáneamente imágenes RGB estándar y un Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para proporcionar información útil sobre áreas específicas de un

campo. Su cámara ofrece una precisión centimétrica y el dron se puede programar y posicionar incluso en zonas sin buena conexión a internet mediante estaciones móviles de posicionamiento geográfico.

2- ***Drones de pulverización***: Un dron de pulverización eficaz sigue la información recopilada por un dron de imágenes utilizando su perspectiva aérea para aplicar productos químicos en los campos con precisión y un alto grado de automatización. Los drones desarrollados específicamente para la agricultura como el Agras T30 son capaces de volar de forma autónoma en diversos entornos agrícolas navegando mediante un radar omnidireccional. Además de un software eficaz y sistemas de vuelo fiables estos drones incorporan sistemas optimizados de pulverización y distribución para la aplicación precisa de productos químicos o la distribución uniforme de semillas.

Herramientas de software que organizan los datos

1- ***Paquetes de software GPS*** **:** las herramientas de software que organizan los datos y ayudan a los agricultores a ponerlos en práctica. Por ejemplo un sistema de información geográfica (SIG) como el software de mapeo DJI Terra puede generar modelos precisos de campos en 2D y 3D. Al superponerlo con el índice de vegetación NDVI los agricultores pueden crear mapas de prescripción para la operación automatizada de pulverizadores con drones.

2- ***Plataformas de software de gestión de tareas*** : El uso de sistemas

fiables de gestión de tareas y dispositivos es esencial para los operadores de drones que se dedican a la agricultura de precisión. Al utilizar una plataforma de software diseñada para la agricultura los agricultores pueden obtener un mayor valor de sus operaciones con drones de inmediato utilizando flujos de trabajo diseñados teniendo en cuenta sus necesidades en lugar de tener que personalizar la funcionalidad. La gestión de dispositivos no solo es un pilar de la agricultura de precisión actual sino que también se convertirá en un pilar de las futuras operaciones más automatizadas cuando más operadores de drones tengan la capacidad de trabajar BVLOS.

A medida que los drones se vuelven más comunes en las explotaciones agrícolas (Foto 6) pueden realizar numerosas tareas para ayudar a los agricultores a optimizar la gestión de sus cultivos entre otras. Incluso antes de plantar los agricultores pueden generar mapas de contorno 3D mediante SIG lo que les permite ubicar los cultivos de forma más estratégica. Un pase con un dron de imágenes podría ayudar a un agricultor a crear estimaciones del rendimiento de los cultivos para fines de seguro a la vez que evalúa el estado de riego y la humedad del suelo en cada parte del campo. Figura 2. (DJI Enterprise 2021).



Figura 170. Dron y manipulacion.

Fuente: https://enterprise-insights.dji.com/hs-fs/hubfs/Blog%20Images/Precision%20Agriculture/Precision%20Agriculture%20-%20P4M%20Outdoor%202.jpg?width=1680&name=Precision%20Agriculture%20-%20P4M%20Outdoor%202.jpg

4. Conservación de la biodiversidad

La creación de zonas de conservación en las explotaciones agrícolas y la promoción de hábitats naturales en los alrededores contribuyen a la conservación de la biodiversidad.



Figura 171. Biodiversidad.

Fuente: https://adex.edu.pe/wp-content/uploads/2024/06/siembra-directa-agricola.jpg

La biodiversidad (Foto 171) es la variedad de vida en la Tierra (OMS 2025) que abarca la diversidad de especies (animales plantas hongos y microorganismos) la diversidad genética dentro de cada especie y la variedad de los ecosistemas y paisajes donde viven. Es un concepto que también incluye las complejas relaciones entre estos organismos y su entorno siendo fundamental para la salud del planeta el suministro de recursos esenciales y la regulación del clima.

La biodiversidad es la variedad biológica que existe en el planeta desde las estructuras invisibles como los genes a las superestructuras de los ecosistemas pasando por todas y cada una de las especies animales vegetales de hongos incluso virus y bacterias que conforman el planeta. La biodiversidad es la variedad de la vida en la Tierra en todas sus formas y en todas sus interacciones. Entre ellas las sucesivas capas de la existencia que incluyen desde los genes a las especies animales y vegetales. También las comunidades de criaturas a los ecosistemas por ejemplo los delicados arrecifes de coral. Esta interacción de diferentes formas de vida es una de las causas fundamentales de que el planeta mismo sea un organismo vivo y habitable desde hace miles de millones de años.

Componentes principales de la biodiversidad (OMS 2025).

- **Diversidad genética:** La variedad de genes dentro de una misma especie. Por ejemplo las diferentes razas de perros o los distintos tipos de maíz.
- **Diversidad de especies:** La cantidad de especies diferentes que existen en un área o en el planeta. Esto incluye toda la vida desde

los insectos hasta los mamíferos pasando por los vegetales hongos y bacterias.

- **Diversidad de ecosistemas:** La variedad de hábitats como bosques desiertos arrecifes de coral humedales y praderas. Cada uno de estos ecosistemas alberga una comunidad única de especies y tiene sus propias interacciones y procesos.

Importancia de la biodiversidad.

Su importancia aunque por una causa la perdida de la biodiversidad como una de las peores consecuencias de la actividad humana (y del cambio climático generado por ella) que a su vez agravaría otros de sus efectos (BBVA 2025).

Importancia de la biodiversidad (WWF s. f.) está respaldada en:

1. Soporte de la vida: Los ecosistemas saludables gracias a su diversidad proporcionan aire limpio agua dulce alimentos medicinas naturales y seguridad alimentaria.

2. Regulación: Desempeña un papel crucial en la regulación del clima (absorbiendo CO2) en el control de la contaminación y en la prevención de enfermedades.

3. Valor intrínseco: Cada especiey cada ecosistema tiene un valor por sí mismo independientemente de los beneficios que pueda aportar a los humanos.

La biodiversidad del suelo es muy importante esta contribuye a servicios

ecosistémicos como el ciclo de nutrientes la regulación del agua el secuestro de carbono y el control de plagas y enfermedades. Además la diversidad de los suelos es crucial para mantener la estructura y la fertilidad del suelo y generar resiliencia frente a factores de estrés relacionados con el medio ambiente como la sequía. La salud del suelo tiene un impacto directo en la producción de alimentos ya que es la base de una productividad agrícola saludable. Una mayor biodiversidad en el suelo significa un suelo más fértil una mejor producción agrícola y por lo tanto un mayor empoderamiento económico de los agricultores y por consiguiente una mayor seguridad alimentaria y nutricional (UPRA 2025).

Diferentes aspectos de la biodiversidad del suelo

Algunas de las áreas clave de la biodiversidad del suelo incluyen los microorganismos que son las bacterias los hongos y los actinomicetos. Estos son los microorganismos más abundantes en el suelo y son cruciales para varias funciones como la descomposición de la materia orgánica el reciclaje de nutrientes y la formación de relaciones simbióticas con las plantas. La mesofauna y la macrofauna son los organismos de mayor tamaño que se encuentran en el suelo como las hormigas los escarabajos y las lombrices de tierra. Estos ayudan a la aireación del suelo descomponiendo la materia orgánica y reciclando los nutrientes. Las raíces de las plantas también son importantes porque influyen en la estructura del suelo y la disponibilidad de nutrientes y proporcionan alimento y hábitat para numerosos organismos del suelo.

Con el paso de los años la biodiversidad del suelo se ha reducido significativamente. Lo qué se ha debido a: *El uso excesivo de fertilizantes sintéticos*. Se ha promovido el uso de estos fertilizantes para aumentar la producción agrícola apenas se ha tenido en cuenta su inevitable efecto sobre la biodiversidad del suelo. Otra razón es la labranza excesiva y el uso de maquinaria agrícola pesada que provocan alteraciones en el suelo afectando su estructura.

El monocultivo también ha afectado a la biodiversidad del suelo. El monocultivo provoca la pérdida de nutrientes del suelo y reduce el rendimiento porque el mismo cultivo absorbe la misma cantidad de nutrientes cada temporada. Esto reduce la biodiversidad del suelo y aumenta la incidencia de plagas y enfermedades.

El cambio climático también ha afectado negativamente a la biodiversidad del suelo. Durante las sequías las temperaturas suelen ser demasiado altas mientras que las inundaciones arrastran la capa superficial del suelo que alberga gran parte de la biodiversidad. Por último *la deforestación y la contaminación* también han afectado negativamente a la biodiversidad del suelo provocando su degradación y la pérdida de funciones ecosistémicas (UPRA 2025).

Datos y cifras de la OMS (2025) respaldan importancia de la biodiversidad:

1. Más del 75 % de los cultivos alimentarios del mundo dependen de los polinizadores que aportan anualmente entre 235 000 y 577 000 millones de dólares de los Estados Unidos a la producción agrícola mundial.

2. Más del 50 % de los medicamentos modernos proceden de fuentes naturales. Por ejemplo algunos antibióticos se obtienen de hongos y hay analgésicos que se elaboran a partir de sustancias vegetales.

3. Los bosques albergan el 80 % de la biodiversidad terrestre absorben aproximadamente 2600 millones de toneladas de dióxido de carbono al año y contribuyen a paliar el cambio climático.

4. Las especies exóticas invasoras provocan el 60 % de las extinciones de especies y causan daños económicos en todo el mundo por un valor anual de 423 000 millones de dólares de los Estados Unidos.

5. Los ecosistemas sanos proporcionan el 75 % del agua dulce y los humedales son fundamentales para purificar el agua. Sin embargo desde 1970 han desaparecido el 35 % de los humedales.

La biodiversidad es crucial para la agricultura porque asegura la resiliencia productividad y sostenibilidad de los sistemas de cultivo. Esto se logra a través de la polinización el control biológico de plagas la salud del suelo y la resistencia a condiciones cambiantes lo que contribuye a la seguridad alimentaria y a la adaptación al cambio climático.

Principales beneficios de la biodiversidad en la agricultura

Control biológico de plagas: Una mayor variedad de plantas y animales en un agroecosistema atrae a insectos benéficos y depredadores naturales que ayudan a controlar las plagas de forma natural reduciendo la necesidad de pesticidas químicos.

Salud y fertilidad del suelo: La diversidad de organismos en el suelo como bacterias y hongos es fundamental para el reciclaje de nutrientes la descomposición de materia orgánica y la mejora de la estructura del suelo lo que a su vez beneficia el crecimiento de los cultivos.

Mejora de la polinización: Muchas de las plantas cultivadas dependen de insectos polinizadores como las abejas para su reproducción. La presencia de flores y hábitats diversos en los alrededores de las fincas es vital para mantener poblaciones saludables de polinizadores.

Adaptación y resiliencia*:* La diversidad genética de los cultivos y la existencia de diferentes variedades de plantas y animales permiten que los sistemas agrícolas se adapten mejor a los desafíos ambientales como las sequías enfermedades o el cambio climático.

Seguridad alimentaria: La biodiversidad agrícola proporciona una amplia gama de nutrientes esenciales para la dieta humana como proteínas vitaminas y minerales y es la base para desarrollar nuevas variedades de cultivos y ganado más productivas y resistentes (Fernández 2023).

Factores por los que está amenazada la biodiversidad

Según BBVA (2025) la sobrexplotación de los recursos que la tierra y el mar nos proporcionan ligada al imparable crecimiento de la población mundial y al modelo económico insostenible es un problema determinante también en tierra firme. La principal amenaza a la biodiversidad es el 'boom' de la agricultura industrial. La expansión de las grandes plantaciones por ejemplo de aceite de palma en Indonesia y

de soja en Brasil destruyen la biodiversidad de los bosques tropicales. Además el uso de variedades de cultivos genéticamente uniformes reemplaza la diversidad biológica en las tierras de los pequeños agricultores.

Tres cuartas partes del los hábitats terrestres y aproximadamente el 66% de los hábitats del océano han sido significativamente alterados. Actualmente más de un tercio de la superficie terrestre del mundo y casi el 75% de los recursos de agua dulce se destinan a la producción agrícola o ganadera. El cambio climático empeora el impacto de otros factores de estrés en la naturaleza y nuestro bienestar. Los seres humanos han sobreexplotado los océanos talado los bosques contaminado las fuentes de agua y generado impactos de gran alcance. Estas acciones están afectando la biodiversidad en todo el mundo desde los lugares más remotos hasta nuestros propios hogares (WWF s. f.).

Cuando los recursos de los ecosistemas dejan de satisfacer las necesidades de la sociedad la pérdida de biodiversidad puede dañar directamente la salud. Los cambios en los ecosistemas

pueden afectar a los medios de vida los ingresos y las migraciones a nivel local e incluso pueden provocar o agravar conflictos políticos. La biodiversidad es esencial para nuestra supervivencia. Nuestra salud depende de los recursos productos y beneficios de los ecosistemas (como el agua dulce los alimentos y las fuentes de combustible; la regulación de plagas y enfermedades de los cultivos; y la regulación de la calidad del aire el agua y el suelo) necesarios para mantener la salud y la productividad de nuestros medios de vida (OMS 2025).

Mediante el cuidado del ambiente se busca reducir la contaminación conservar la biodiversidad y valorizar los recursos naturales como el suelo y el agua. El uso irracional de productos químicos ha causado la contaminación de suelos y aguas y los residuos de pesticidas permanecen en el medio y su acumulación puede producir pérdidas de la biodiversidad además de intoxicaciones en los seres humanos. Por el contrario el cuidado del ambiente tiene beneficios para el propio productor se mantiene una mayor productividad a lo largo del tiempo al evitar la pérdida de la fertilidad de los suelos es menor la contaminación de aguas y suelo etc. Por otra parte al incidir en el bienestar de los trabajadores se mejora la calidad de vida y la higiene se atiende la salud y se previenen las intoxicaciones (UPRA 2025).

Una de las cosas más hermosas de la biodiversidad es su resiliencia. Si reducimos la presión gestionamos bien los recursos y le damos tiempo los ecosistemas se adaptarán. La naturaleza y la biodiversidad se recuperarán (WWF s. f.).

Podemos contribuir a la conservación de la biodiversidad a través de tener un HUERTO BIODIVERSO. Conseguir la biodiversidad en el huerto no es una tarea compleja ni tan siquiera conlleva tener unos conocimientos avanzados en la materia. Es más: no exige una práctica concreta sino que en realidad es una suma de buenas prácticas que permiten que exista un equilibrio entre las plantas animales hongos y microorganismos que forman parte de nuestro ecosistema. El impacto de esa armonía repercute directamente en la buena salud y el correcto desarrollo de nuestras plantas en el huerto. Un HUERTO BIODIVERSO es un espacio de cultivo que persigue conseguir la diversidad que existe

en los ecosistemas naturales. Aplicado directamente a nuestro espacio de huerto esto se traduce en que lograr la biodiversidad en el huerto pasa en primer lugar por cultivar un amplio número de especies vegetales que combinen vegetales aromáticas frutales e incluso flores. Gracias a esta versatilidad en lo que respecta a los cultivos en ellos se instalará fauna beneficiosa que además de ser positiva para el desarrollo de nuestras plantas puede servir como escudo contra ciertas plagas. Es importante tener en cuenta otros factores fundamentales. Lograr ese equilibrio pasa también por cuidar los nutrientes y la calidad del suelo del huerto. Algo en lo que entra el juego planificar la rotación de cultivos del huerto una práctica tradicional de la agricultura que permite promover la fertilidad del suelo y evitar su agotamiento además de la asociación de cultivos según sus necesidades de riego y luz. Una forma de optimizar nuestro gasto de agua y de promover un mejor uso de los recursos que dispongamos (Verdecora s. f.).

Beneficios de un huerto biodiverso

1. *Mejora la polinización de los cultivos* un aspecto crucial del huerto biodiverso Una de las principales características del huerto biodiverso es que es un auténtico imán para insectos polinizadores. Aves mariposas o abejas colaborarán en la propia polinización de nuestros cultivos de forma natural. Pero no solo eso: atraer a otros insectos como las mariquitas puede ser más que beneficioso para controlar las plagas que pueden poner los ojos en nuestros cultivos. Por increíble que nos parezca es posible prevenir las plagas en el huerto de forma eficaz y natural.
2. *Repercute en positivo en la calidad de los frutos de nuestras*

plantas de huerto Ese equilibrio que permite la biodiversidad en el huerto repercute directamente en el suelo de cultivo en su estructura y en su riqueza. Algo que junto con el trabajo que realizan los insectos polinizadores repercute directamente en los frutos de nuestro huerto. Favoreciendo tanto el crecimiento como la producción de nuestras plantas.

3. *Fomenta la existencia de un ecosistema protegido* Es innegable: un huerto biodiverso permite conservar la biodiversidad que lo rodea. Es un espacio seguro y saludable para aves insectos microorganismos y otros invertebrados necesarios para el equilibrio natural.

4. *Presenta mayor resistencia frente a las plagas y permite su control uno de los aspectos más interesantes del huerto biodiverso* Un aspecto que no podemos pasar por alto ya que las plagas del huerto en verano y en primavera son uno de los grandes dolores de cabeza de los amantes de los cultivos. Apostar por el huerto biodiverso puede ayudarnos ¡y mucho! a disfrutar de nuestros cultivos sin sobresaltos. Y es que por un lado la presencia de esos insectos beneficiosos en los que tanto insistimos nos permitirá tener a raya a buena parte de los que pueden ser una amenaza para nuestras plantas. Pero la cosa va mucho más allá. Un huerto en el que el suelo está en equilibrio bien nutrido y con plantas diversas ya sean de cultivo o no presenta una resistencia natural a cualquier amenaza.

5. *Ayuda a conservar las especies vegetales* Parte de esa armonía natural que buscamos reside en el uso de especies vegetales de

carácter autóctono. Algo que se aplica tanto en lo referente a los cultivos como a la flora circundante que debe complementar nuestro huerto. Y si bien puede parecer menor nada más lejos de la realidad. Utilizar estas especies vegetales contribuye a restaurar el equilibrio natural de nuestro propio ecosistema además de tener una repercusión directa también en la fauna que lo forma.

6. *Reduce el impacto medioambiental de nuestra actividad* Algo que no podemos dejar pasar. En muchas ocasiones realizamos tareas tanto en el jardín como el huerto que pueden repercutir en negativo en la naturaleza que nos rodea. Sin embargo aplicar los principios del huerto biodiverso a nuestro entorno nos permitirá minimizar esa huella que dejamos sobre el planeta. Realizar estas prácticas nos permitirá mejorar el mundo en el que vivimos.
7. *Es positivo para nuestra salud una consecuencia de la biodiversidad en el huerto*. Si velamos por lo que nos rodea y nos alimentamos con frutos cultivados en un suelo libre de productos sintéticos el impacto positivo en nuestra salud es una consecuencia directa (Verdecora s. f.).

Qué plantas debe haber para conseguir la biodiversidad en el huerto

1. Vegetales y hortalizas una elección clave para el huerto biodiverso
2. Las llamadas flores nativas
3. Plantas trepadoras
4. Flores comestibles

5. Plantas aromáticas un complemento fundamental para la biodiversidad en el huerto
6. Árboles frutales autóctonos
7. Plantas perennes y otras que florezcan en distintos momentos del año (Verdecora s. f.).

10.3 Otras buenas prácticas agrícolas Protección de semilla Uso seguro de plaguicidas Producción artesanal de productos orgánicos para el control de plagas y producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de lo cultivos Producción de compost bioles

10.3.1 Protección de semilla curado

La protección fitosanitaria de la semilla consiste en un conjunto de prácticas y tratamientos para asegurar su sanidad previniendo la entrada de plagas y enfermedades que puedan dañar la planta en sus primeras etapas de crecimiento. Las medidas clave incluyen el uso de semilla certificada la aplicación de tratamientos químicos (fungicidas e insecticidas) y físicos (agua caliente) la desinfección de instalaciones (tapetes sanitizantes) y la eliminación de residuos para evitar la propagación de patógenos. Esta actividad es de importancia Debido a que reduce la necesidad de replantar ahorrando recursos y optimizando el proceso de cultivo garantiza un entorno libre de plagas en las etapas críticas de crecimiento inicial y Mejora la calidad fitosanitaria y el rendimiento de la semilla (Avilés & Tello 1999).

Los tratamientos de semillas previos a la siembra con microorganismos

beneficiosos tienen costos de aplicación relativamente bajos ya que requieren una sola aplicación y los ingredientes activos se aplican en dosis bajas. Estos tratamientos incluyen el recubrimiento y la preparación de semillas. El recubrimiento consiste en aplicar una capa delgada de material externo sobre la superficie de la semilla alterando mínimamente su forma tamaño o peso. Generalmente se utiliza para la aplicación de colorantes y trazadores de identificación (p. ej. tintes fluorescentes) o compuestos activos (protectores reguladores del crecimiento vegetal nutrientes y microorganismos). Algunos autores prefieren diferenciar entre «tratamiento de semillas» y «recubrimiento de semillas» para distinguir entre formulaciones que contienen microorganismos útiles y sustancias naturales (en el primer caso) y tratamientos con ingredientes artificiales como plaguicidas (en el segundo). Los tratamientos de semillas no inducen cambios en el interior de la semilla y los ingredientes activos proporcionan una ventaja para el cultivo durante la germinación y el crecimiento de las plántulas. En cambio el acondicionamiento de semillas es un proceso de hidratación controlada con agua (hidroacondicionamiento) o soluciones especiales (osmoacondicionamiento acondicionamiento fisicoquímico acondicionamiento hormonal o acondicionamiento mátrico) que permite la imbibición controlada de las semillas e induce procesos metabólicos pregerminativos (síntesis de novo de ácidos nucleicos y proteínas producción de ATP acumulación de esteroles y fosfolípidos o activación de mecanismos de reparación del ADN y antioxidantes). La imbibición debe detenerse antes de que finalice la fase reversible es decir antes de que la radícula emerja de la testa (Cardarelli *et al*. 2022 citando a diferentes autores que trataron el tema).

El curado de semillas es una práctica fundamental para prevenir la transmisión de enfermedades desde la etapa inicial del cultivo. En el caso de las hortalizas las semillas pueden portar patógenos fúngicos bacterianos o virales por lo que su tratamiento previo es esencial. El curado o desinfección puede realizarse de manera artesanal con extractos naturales como ajo ají o ruda o mediante tratamientos físicos como el uso de agua caliente (50–55 °C por 20–30 minutos) o luz ultravioleta. También se utilizan bioinsumos como *Trichoderma spp.* que actúan como antagonistas de hongos fitopatógenos. Estas prácticas aumentan el porcentaje de germinación y reducen el uso de plaguicidas posteriores (INTA 2017; FAO 2021).

El recubrimiento de semillas con microorganismo benéficos para las plantas es una herramienta rápida y eficaz para aumentar la tasa de germinación y la estabilidad de las plántulas garantizando así el correcto funcionamiento del ciclo de vida de las plantas. Para preparar y cultivar un inóculo altamente eficaz es fundamental desarrollar formulaciones que proporcionen altas concentraciones y vitalidad de inóculos microbianos con una larga vida útil durante el procesamiento. Los recubrimientos de semillas complementados con la proporción adecuada de inoculantes de microorganismos fitopatógenos (PBM) pueden utilizarse para la adaptación de los cultivos y su protección contra diversas enfermedades e infecciones así como contra factores de estrés abióticos (como la sequía y la salinidad). A pesar de sus beneficios aún existen limitaciones principalmente relacionadas con la extrapolación de los resultados de laboratorio al campo y la formulación precisa como la obtención de una mezcla microbiana eficiente y sustancias de recubrimiento que preserven la vida útil de las semillas y

protejan los PBM. Es fundamental abordar estas restricciones para lograr un sistema más amplio de recubrimiento de semillas como método económico de aplicación de PBM en la producción de inoculantes para el cultivo en atmósfera modificada (Kavusi *et al.* 2023).

La sanidad en los semilleros también es importante dada la trascendencia que tiene la distribución de las plantillas realizada por las explotaciones que se dedican de forma intensiva a producirlas. Estas explotaciones pueden producir elevadas cantidades de plantillas para una misma campaña; por lo tanto se corre el riesgo de dispersar o distribuir de forma masiva en un área agrícola a los agentes fitopatógenos o vectores de virus organismos que pueden ocasionar problemas en el cultivo y/o establecerse en zonas que antes estaban libres de ellos. Por lo que en el semillero deben establecerse estrictas normas de manejo fitosanitario.

Establecer un programa de manejo fitosanitario en el semillero es la forma más eficaz de prevenir a las plagas y enfermedades que llegan a atacar a las plántulas en cada uno de sus estados de desarrollo. Todas las aplicaciones deberán realizarse de manera preventiva evitando grandes infecciones que sean difíciles de curar. Por lo tanto es indispensable conocer a los distintos patógenos que puedan afectar a las plantas. Los tratamientos fitosanitarios dentro de los semilleros se realizan de manera general para todos los cultivos que existan dentro de este pero de ser necesario se aplicaran tratamientos específicos contra cierta plaga o enfermedad n ciertos cultivos. Algunas medidas de control fitosanitario son las siguientes: (Avilés & Tello 1999).

1- Uso de semilla certificada.La semilla certificada garantiza cierta

sanidad por ello es recomendable su empleo. Es necesario siempre revisar la etiqueta de los envases para saber si es una semilla certificada por el organismo autorizado; para el caso de México es el SNICS. El uso de semilla con tolerancia o resistencia a alguna de las enfermedades que afectan al cultivo es de gran ayuda para la producción de plántula de buena calidad. Los tratamientos térmicos de la semilla también ayudan a eliminar fuentes inóculo. El tratamiento térmico a la semilla por ejemplo en tomate consiste en sumergirla durante 30 min en agua a 52 ºC siempre y cuando no tenga tratamientos pregerminativos. Eliminación de residuos. Eliminar cualquier material de origen orgánico como las malezas que puedan ser fuente de inóculo de patógenos. También es necesario retirar las plántulas que llegasen a ser dañadas por movimientos mecánicos dentro del semillero. Uso de barreras. Emplear dobles puertas en las instalaciones de los semilleros ayuda a reducir la entrada de vectores de virus como la mosquita blanca o trips. También el uso de mallas anti-áfidos reduce la entrada de estos vectores. Se ha planteado de igual forma el uso de cultivos trampa en el área circundante a las instalaciones del semillero que eviten la llegada de estas plagas. El uso de bandas plásticas amarillas con feromonas y adherentes en la periferia del semillero ayuda a disminuir la entrada de plagas.

2- ***Tapete sanitizante.*** Es importante mantener el tapete sanitizante con sales cuaternarias o hipoclorito de sodio en la entrada de las instalaciones del semillero para evitar la entrada de fitopatógenos. Complementario a esta actividad es necesario contar con un desinfectante para las manos de los trabajadores en

muchos casos se utilizan guantes después de lavarse las manos. También de manera general se recomienda que los trabajadores cambien diario de ropa además de tener un control restringido de personas a las instalaciones. Desinfestación de instalaciones y equipo. Antes de iniciar un ciclo de producción en el semillero es indispensable desinfestar las instalaciones y equipo utilizado. Entre las sustancias que se emplean para esto se encuentran las sales cuaternarias de amonio yodo o cloro. Por otra parte también se deben mantener limpias las instalaciones de almacenaje de agua y del sistema de riego. Sustratos y charolas estériles. Al momento de adquirir un sustrato nuevo se deben pedir las especificaciones sanitarias y de calidad de los sustratos al proveedor y realizar un diagnóstico fitosanitario. Muchos sustratos como la perlita vermiculita u otros materiales inorgánicos obtenidos de procesos industriales mediante altas presiones y temperaturas no requieren ser desinfectados. Tampoco es necesario tratamientos a materiales compostados. Para la desinfección de sustrato en caso de reutilizarlo una opción es utilizar metam sodio a una dosis de 30 l/1000 m2. Para el caso de reutilizar charolas la desinfestación se hace con sales cuaternarias de amonio yodo o hipoclorito de sodio.

3- ***Aplicación de pesticidas.*** Se recomienda que para plagas se utilicen productos autorizados y registrados de acuerdo al estadio que se busca controlar. Para el caso de las enfermedades conviene aplicar productos fungicidas a base de cobre. También se pueden utilizar fungicidas como el Clorotalonil Zineb Azoxystrobin Azufre Fosetil aluminio entre otros. Antes de trasplantar uno de

los tratamientos consiste en sumergir las charolas en un recipiente hasta la base del tallo de las plántulas en una solución que tenga por litro de agua de 1 a 1.5 ml de Carbendazim + 2 ml de Propamocarb + 1 a 1.5 g de estreptomicina + enraizador.

4- ***Control de riego y humedad relativa.*** Evitar riegos pesados y no emplear agua que no sea tratada o potabilizada. Así mismo se debe procurar no tener fugas en las cintas de riego y canaletas que puedan propiciar las condiciones para el desarrollo de enfermedades principalmente fúngicas.

Mantener los niveles de humedad relativa entre 70 a 75 % para reducir la incidencia de enfermedades además de promover una aireación mediante las ventilas de las instalaciones.

5- ***Manejo de la fertilización.*** Es recomendable que en semillero se tenga una fuerte fertilización fosfórica para promover la formación de raíces y la resistencia a enfermedades. Es necesario aplicar cantidades reducidas de nitrógeno para evitar crecimientos incontrolados. La CE debe ser de 1 a 1.5 dS/m (Avilés & Tello 1999).

10.3.2 Tipos de tratamientos

Entre los tipos de tratamientos para semillas según NAPPO (s. f.) se incluyen:

- Plaguicidas fungicidas insecticidas nematicidas y bactericidas.
- Desinfectantes generalmente usados contra bacterias y virus y

algunos hongos; la desinfección puede realizarse durante diferentes pasos en el procesamiento de las semillas (extracción de semillas remojo de semillas) o durante un proceso de desinfección dedicado.

- Tratamientos físicos (calor seco vapor agua caliente irradiación con luz ultravioleta presión alta congelación)
- Tratamientos biológicos o bioquímicos basados en diferentes modos de acción tales como antagonismo competencia y resistencia inducida.

10.3.3 Métodos de protección fitosanitaria

1- Tratamientos químicos:

- Fungicidas e insecticidas: Se aplican directamente a la semilla para protegerla contra hongos e insectos durante las etapas iniciales de crecimiento.
- Bioestimulantes**:** Algunos como los fosfitos pueden actuar como fungicidas y bioestimulantes activando las defensas de la planta y aportando micronutrientes.

2- Tratamientos físicos:

- Agua caliente: El remojo de las semillas en agua caliente puede reducir o erradicar hongos y bacterias transmitidos por la semilla.

3- Prácticas culturales y manejo del semillero:

- Uso de semilla certificada: Proporciona garantías sobre la sanidad

de la semilla reduciendo el riesgo de patógenos.

- Eliminación de residuos: Retirar malezas y plántulas dañadas evita que se conviertan en fuente de inóculo para patógenos.

- Control de acceso y desinfección: Mantener tapetes sanitizantes y usar doble puerta en los semilleros previene la entrada de vectores de enfermedades.

10.3.4 Beneficios de la protección fitosanitaria

Realizando controles fitosanitarios a la semilla obtendríamos los siguientes beneficios:

1- **Mejora la germinación y el crecimiento:** Una semilla protegida tiene una mayor probabilidad de germinar y establecerse correctamente.

2- **Reduce la necesidad de replanteo:** Al proteger las plantas jóvenes se minimizan las pérdidas por enfermedades y plagas ahorrando recursos.

3- **Aumenta el rendimiento del cultivo:** Una buena implantación y un crecimiento saludable de las plántulas se traducen en mayores rendimientos de la cosecha. El control fitosanitario dentro de los semilleros es importante debido a que la alta densidad de plántulas y las condiciones ambientales en el semillero (temperatura humedad e iluminación) favorecen en muchos casos una elevada incidencia de fitopatógenos principalmente de enfermedades.

10.3.5 Producción artesanal de productos orgánicos para el control de plagas

El uso responsable de plaguicidas es parte de las BPA y busca minimizar riesgos a la salud humana y al ambiente. Esto incluye:

- Leer y respetar la etiqueta del producto.
- Usar equipo de protección personal.
- Evitar aplicaciones durante las horas de mayor temperatura.
- Respetar los periodos de carencia.

Como alternativa se promueve la elaboración de productos orgánicos caseros como:

- **Extracto de ajo y ají**: repelente natural.
- **Infusión de ruda manzanilla u ortiga**: actúan como fungicidas y repelentes.
- **Preparados con jabón potásico o ceniza**: eficaces contra insectos de cuerpo blando.

Estos preparados deben aplicarse temprano en la mañana o al atardecer y su efectividad aumenta con aplicaciones repetidas y rotación de ingredientes activos naturales (FAO 2019; INTA 2015).

10.3.6 Producción artesanal de productos orgánicos para la nutrición de los cultivos: compost bocashi bioles té de compost

y lixiviados de lombriz

Una nutrición equilibrada es esencial para una producción sostenible. La preparación de abonos orgánicos artesanales permite aprovechar los residuos locales y fortalecer la fertilidad del suelo.



Figura 172. Compost.

Fuente: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2021/07/BBVA-HUB-Que_es_el_compost_y_cua%CC%81les_son_sus_fases-El_poder_del-suelo_vivo-APERTURA.jpg

El compost (Foto 172) es un fertilizante natural que estabiliza residuos orgánicos. Mejora suelos controla plagas y contribuye al reciclaje y a la agricultura sostenible se elabora con restos vegetales estiércol ceniza y tierra bajo condiciones de humedad oxigenación y temperatura controladas. El compostaje mejora la estructura del suelo incrementa la materia orgánica y favorece la vida microbiana. La producción artesanal de compost se basa en la descomposición aeróbica de materia orgánica (residuos de cocina restos de poda estiércol) para crear un abono rico en nutrientes que mejora la salud y estructura del suelo. El proceso implica una mezcla adecuada de materiales verdes (ricos en nitrógeno) y marrones (ricos en carbono) control de humedad y

aireación para obtener un producto final que mejora la fertilidad del suelo y la retención de agua. El compost aumenta la materia orgánica y la biomasa microbiana. Reactiva todos los ciclos biológicos del suelo le devuelve la vida actúa fijando y reteniendo estos compuestos (contaminantes inorgánicos como los metales pesados) de forma que no resulten tóxicos para las plantas. Además frena la degradación vuelven a activarse los ciclos de los nutrientes y las plantas regresan creando una cubierta vegetal permanente y estable. Ayuda a recuperar suelos contaminados mediante procesos biológicos naturales (BBVA 2025a).

Fases del compostaje: cómo se transforma la materia orgánica.

El equilibrio entre nitrógeno y carbono es solo una de las claves del compostaje. Además de los dos elementos químicos que aporta la materia orgánica el proceso se desarrolla en presencia de oxígeno y agua siguiendo cuatro fases bien diferenciadas (FAO como se citó BBVA 2025a).

1- Fase mesófil



Figura 173. Fase mesofílica.

Fuente: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2021/07/BBVA-HUB-Que_es_el_compost_y_cua%CC%81les_son_sus_fases-El_poder_del-suelo_vivo-Fase_mesofila-768x472.jpg

l proceso de compostaje se inicia a temperatura ambiente y poco a poco con el paso de entre unas pocas horas y días la temperatura de la mezcla va aumentando debido a la actividad de los microorganismos. "Si los microorganismos no tienen oxígeno y humedad dejan de actuar la mezcla acaba enfriándose y el proceso de compostaje se frena" señala Pilar Bernal. El objetivo es alcanzar entre 50 y 70 grados centígrados (Foto 173).

2- **Fase termófila o de higienización.** Una vez superados los 45 grados centígrados los organismos que se desarrollan a estas temperaturas los llamados mesófilos desaparecen y son reemplazados por microorganismos que soportan hasta 100 grados centígrados los termófilos. Esta temperatura se mantiene mientras continúa el proceso de descomposición de la materia orgánica y puede durar meses. Las altas temperaturas contribuyen a la higienización de la mezcla ya que destruyen cualquier tipo de contaminante biológico.

3- **Fase de enfriamiento.** Después de la fase termófila vuelve a bajar la temperatura. En ese momento debemos decidir si volteamos la mezcla para homogeneizarla y volver a elevar la temperatura o dejar que esta vaya bajando" explica Neus Vinyals. En esta fase más cercana a la temperatura ambiente continúa la descomposición y los organismos mesófilos se reactivan.

4- **Fase de maduración.** Tras un periodo de enfriamiento una vez la producción del compost se ha completado llega el momento de la maduración. Esta última fase del proceso se produce a temperatura ambiente y permite la consolidación de nuevas moléculas. Durante varios meses el compost madura y suma nuevas poblaciones microbianas así como nuevos grupos de organismos como anélidos ácaros o insectos que completan la transformación (Foto 174).



Figura 174. Fase de maduración.

Fuente: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2021/07/BBVA-HUB-Que_es_el_compost_y_cua%CC%81les_son_sus_fases-El_poder_del-suelo_vivo-Fase_de_maduracion-768x472.jpg

El uso del compost para recuperar suelos contaminados o degradados no es raro. Pero donde más se utiliza este material es en agricultura y en jardinería. El compost es el resultado de un proceso biológico que tiene el objetivo de estabilizar e higienizar los residuos orgánicos para que estos puedan ser utilizados como fertilizante. Este proceso se conoce como compostaje. el compostaje imita la degradación natural de la materia orgánica pero lo hace de forma más eficiente y controlada. Para

fabricar compost se puede utilizar cualquier residuo orgánico aunque los más convenientes son los residuos vegetales.

Beneficios del compost: químicos biológicos y físicos

El uso del compost tiene beneficios químicos biológicos y físicos para el suelo.

- Beneficios químicos. Aporta nuevos nutrientes y moviliza los existentes en el suelo y permite que el humus se combine con moléculas orgánicas y secuestra carbono reduciendo las emisiones de dióxido de carbono (CO2).
- Beneficios biológicos. Aumenta la actividad microbiana y dinamiza los ciclos biológicos del suelo mejora el metabolismo de las plantas e incrementa la biomasa del terreno.
- Beneficios físicos. Mejora la capacidad de retención y almacenamiento de agua favorece la germinación y el crecimiento de las raíces permite mayor presencia de oxígeno y mejora la estabilidad del suelo.

El compost permite extraer todo el potencial del suelo que no deja de ser la parte viva de la corteza terrestre. Aprovecha los miles de milenios de evolución biológica que han convertido un conjunto de elementos químicos en una compleja red de vida invisible a nuestros ojos. Un potencial que nos sirve para crear el sustrato de una maceta o un pequeño huerto urbano abonar una explotación de frutales ecológicos o recuperar los suelos degradados. Se puede producirse compost a partir de los siguientes materiales:

- Estiércoles y purines las excreciones de los animales de ganadería de contenido elevado en nitrógeno.
- Fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos deben proceder solo de la recogida selectiva de orgánicos para evitar que vengan mezclados con otros residuos como plásticos o vidrio.
- Restos forestales o agrícolas con preferencia por los materiales leñosos suelen ser residuos con alto contenido en carbono.
- Residuos de la industria agroalimentaria como los restos tras la extracción del aceite de oliva o del mosto para la elaboración de vino (BBVA 2025a).

Pasos para la elaboración según Mendoza (s. f.).

I- Elaboración

El compost se puede preparar en cualquier época del año de preferencia se recomienda prepararlo 3 a 4 meses antes del inicio de la campaña agrícola podría ser después de las lluvias para aprovechar el follaje existente. Se recomienda prepararlo de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Localizar el área que puede ser sobre la superficie del suelo ó bajo la superficie del suelo (en una especie de canaleta) el área determinada debe estar bajo techo o en una zona sombreada.

2. El compost se puede realizar en camas de diferente dimensión lo más recomendable es de 1 m de ancho x 5 m de largo y 1 m de alto para facilitar su manejo no mecanizado.

3. Antes de apilar los materiales estos deben ser picados el tamaño

ideal debe ser más o menos de 1 cm para acelerar y mejorar el proceso de descomposición.

4. Plantar un palo grueso o varillas de caña al centro de la cama como un sistema de ventilación que permita el ingreso de oxígeno puede ser un palo por cada dos metros cuadrados.

Colocar los insumos de la siguiente manera:

4.1. Colocar la primera capa de residuos vegetales de preferencia con tallos gruesos para facilitar la circulación del aire esta capa debe tener unos 20 a 30 cm de altura en promedio. En caso de usar rastrojo seco debe humedecerse previamente.

4.2. Luego colocar la segunda capa con estiércol fresco o húmedo.

4.3. Mojar ambas capas hasta lograr humedad uniforme.

4.4. Espolvorear ceniza cal agrícola o yeso sobre toda la capa con el fin de regular la acidez.

4.5. Luego adicionar una capa de tierra agrícola aproximadamente de 5 a 8 cm de espesor.

5. Repetir las capas en el mismo orden hasta llegar a una altura de 1.20 a 1.50 metros de rastrojos guano ceniza y tierra agrícola. Finalmente se cubre la compostera con hojasde árboles plástico o arpillera para protegerla de los rayos solares y lluvias excesivas.

6. Tener en cuenta que en cada capa se debe humedecer de manera uniforme y lo suficiente para favorecer la descomposición y se debe procurar que la compostera esté siempre húmeda.

7. Para controlar la humedad se debe observar constantemente que el material esté húmedo pero que no desprenda líquido.

8. Para acelerar el proceso de descomposición de los materiales es posible inocular microorganismos eficientes (EM).

9. Se deja reposar por unas 3 semanas. Luego de 2 a 3 días se debe sacar los palos para facilitar la circulación de aire.

II- Volteo

Después de 3 semanas en reposo se realiza el primer volteo de la compostera con la finalidad de obtener una mezcla uniforme y luego se humedece nuevamente. Se vuelve a colocar los palos como respiraderos. Luego se voltea cada 2 semanas nuevamente. Es importante que el compost esté bien aireado es decir mientras más movamos los materiales que están adentro evitamos que se produzcan putrefacciones y favorecemos a que los microorganismos realiecn el proceso de descomposición.

III- Cosecha del compost

La cosecha del compost se realiza entre los 3 a 4 meses el cual se distingue por que ya no hay material por descomponerse presenta un color oscuro terroso uniforme no expide mal olor y es de estructura suelta. En algunos casos puede demorar hasta los 6 meses dependiendo de los insumos a utilizar (insumos de difícil descomposición). Finalmente se procede a tamizar el compost con la finalidad de separar los elementos que no se hayan descompuesto (piedras palos metales etc.) si es posible almacenar en sacos de 50 Kg para su transporte adecuado.

IV- Aplicación del compost

El compost se puede usar en todos los cultivos y en cualquier etapa porque la liberación de nutrientes por la transformación del compost en el suelo se adapta a las necesidades de las plantas. Etapas de aplicación:

- Antes de la siembra durante la preparación del suelo para mezclarlo con la tierra y mejorar la estructura del suelo.
- En la siembra o el transplante poniéndolo cerca de las semillas o las plántulas para estimular el crecimiento de las raíces.
- Durante el deshierbe o aporque aplicar el compost al lado de las plantas para estimular el crecimiento luego tapar con tierra para evitar la pérdida de los nutrientes.

En el caso de las hortalizas se aplica de 1 a 2 puñados de compost a cada planta.También se utiliza en la preparación del sustrato de los almácigos. La aplicación se debe realizar en terreno húmedo para estimular la acción de los microorganismos y aprovechar los nutrientes.

V- Almacenamiento

Se debe almacenar en un ambiente seco y ventilado por un periodo de 3 a 6 meses. Se recomienda almacenarlo de preferencia en sacos y bajo techo.

Ventajas de uso del compost

- Mejora la cantidad de materia orgánica y la estructura del suelo.
- Mejora la estructura del suelo.

- Incrementa la retención de humedad y la capacidad de retención de nutrientes.
- Aporta de manera natural los elementos minerales que requiere la planta
- Incrementa y favorece el desarrollo de la actividad biológica del suelo.
- Retarda el proceso de cambio del pH.
- Ayuda a corregir las condiciones tóxicas del suelo (Mendoza s. f.).

BOCASHI



Figura 175. Preparación de Bocashi.

Fuente: https://cdn.portalfruticola.com/2018/07/f7111488-bocashiback-1024x472.jpg

Según Sepúlveda y Céspedes (2018) el Bocashi (Foto 175) es un abono orgánico que se obtiene de la descomposición de residuos vegetales y animales en presencia de aire donde se emplean ciertos materiales que permiten acelerar el proceso. El bocashi aporta muchos nutrientes necesarios para estimular el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Al

igual que el compost tiene un efecto progresivo y acumulativo mejorando poco a poco la fertilidad y vida del suelo otorgando mayor retención de humedad y plantas más sanas con mayor producción. El bocashi es un abono que resulta de la fermentación aeróbica (en presencia del aire) y anaeróbica (sin presencia de aire) de desechos vegetales y animales al que se le pueden agregar elementos de origen mineral para enriquecerlo como la cal la roca fosfórica etc. El proceso fermentativo se debe efectuar bajo techo en lugares cerrados o cubrirtos con un plástico.

Pasos para su elaboración

Las materias primas para la elaboración de bocashi se aprecian en la tabla 78.

Tabla 78. Materias primas para la elaboración de bocashi.

INSUMO	CANTIDAD
Guano maduro	**40 kg**
Tierra común	**40 kg**
Afrechillo o harinilla	**20 kg**
Yogurt	**10 l**
Levadura seca	**20 g**
Miel o melaza	**½ taza**

Fuente: Sepúlveda y Céspedes (2018).

Preparación del bocashi según Sepúlveda y Céspedes (2018) recomiendan seguir los siguientes pasos para su elaboración.

I- ELABORACIÓN.

Día 1

- Mezclar bien la tierra el guano y el afrecho o harinilla o cascarilla de arroz.
- Diluir en 20 litros de agua la miel o melaza el yogurt y la levadura.
- Con este líquido mojar la mezcla mientras se revuelve.
- Agregar un poco más de agua hasta que quede con humedad adecuada de tal forma que al apretar una porción de la mezcla no gotee y mantenga la forma.
- Si la humedad no es suficiente se debe seguir agregando agua como lluvia y revolver.
- Dejar el montón como un volcán y tapar con plásticos.
- Revolver 2 a 3 veces al día para oxigenar la mezcla y bajar la temperatura.

Día 2 -3

- Se debe revolver 3 veces al día mantener una altura de 30 cm y tapar con plástico o sacos.
- Al segundo día el olor será similar a la levadura.

Día 4

- Se debe revolver 3 veces al día disminuir la altura de la pila a 15 cm y no es necesario cubrirla (Foto 12).



Figura 176. Revolver la pila.

Fuente: https://cdn.portalfruticola.com/2018/07/561f04e4-ficha-07-producci%C3%93n-limpia-8.jpg

Día 5-6

- Se debe revolver a lo menos 2 veces al día manteniendo una altura de no más de 15 cm y dejar al aire libre.

Día 7

- Se debe extender el preparado de manera que pierda algo de humedad a unos 10 cm de altura.
- La temperatura debe ser baja y la mezcla ha tomado un color gris parejo.

También se pueden agregar pequeñas cantidades de cáscaras de huevo molidas carbón molido o cenizas.

II- Envasado y almacenaje

- Cuando está terminado se recomienda:

- Almacenar en sacos sin mucha humedad.
- Guardar bajo sombra en un lugar seco y ventilado.
- Usar antes de 3 meses de finalizada su elaboración.

IV- Aplicación y dosis

- Aplicar en dosis de un kg por metro cuadrado aproximadamente.
- Se puede aplicar directamente en los camellones cama alta surcos de siembra y maceteros.
- Aplicar 15 días antes de la siembra o trasplante.
- Se puede utilizar en mezcla con suelo como sustrato al hacer almácigos.

Formas de uso: Se usa considerando las necesidades del cultivo tipo de suelos etc. Una mezcla de bocashi (de 2 a 3 meses de preparado) y tierra seleccionada en las proporciones siguientes:

En viveros:

- 9 partes de tierra seleccionada.
- 1 parte de bocashi.
- Más carbón pulverizado.

En trasplante de hortalizas:

- 30 – 50 gramos de bocashi para hortalizas de hojas.

- 50-80 gramos para hortalizas de flor y raíz.
- 120 – 150 gramos en tomate pimentón ají rocoto etc. (Mendoza s. f.).

Ventajas de la tecnología

- Aporta materia orgánica al suelo.
- Incrementa la cantidad de microorganismos y su actividad en el suelo.
- Mejora la porosidad del suelo la retención de humedad la infiltración de agua la aireación y la penetración de las raíces.
- Es un abono que suple en forma rápida las deficiencias nutricionales de las plantas.
- Transfiere a las plantas resistencia a enfermedades
- Más rápido de elaborar que otros biofertilizantes.
- Es sencillo de preparar y ocupa poco espacio.
- Los materiales requeridos para su elaboración son de bajo costo.
- Puede significar una fuente adicional de ingresos.

BIOLES

Son fermentaciones líquidas de estiércol melaza microorganismos eficientes (EM) leche levadura y agua. Se aplican al suelo o al follaje

como biofertilizantes y bioestimulantes. Aportan nutrientes como nitrógeno fósforo potasio y vitaminas y fortalecen las defensas de las plantas.

El biol es un abono orgánico líquido de producción cacera que contiene nutrientes y hormonas de crecimiento como producto de la fermentación o descomposición anaeróbica (sin oxígeno) de desechos orgánicos de origen animal (estiércol) y vegetal enriquecido con sales minerales. Su uso está indicado en el tratamiento foliar en los diferentes cultivos especialmente hortalizas (Mendoza s. f.).

Materiales e insumos:

- Bidón de plástico de 120 l de capacidad.
- 2.5 m de manguera de plástico transparente de ¾ de pulgada.
- Dos botellas descartables de dos litros.
- Un palo de dos metros.
- Silicona o pegamento.

Insumos:

- 100 l de agua no clorada.
- 20 kg de estiércol fresco de animales (vacuno ovino).
- 20 kg de azúcar rubia. 05 kg de sal común o de piedra.
- 02 l de suero y/o chicha de jora.

- 10 kg de forraje verde (alfalfa) picada.

Preparación:

- En un recipiente de 50 l de agua se hace una premezcla de los 20 kg. de estiércol fresco hasta diluirlo bien (Foto 13).



Figura 177. Preparación.

Fuente: https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSllEmJOnsE4AEZGhu34zDH5Sw9tRcrp6j-BA&s

- Echar la premezcla al bidón de plástico y luego agregar otros 50 l de agua.

- Con ayuda de un machete picar el forraje verde para que la descomposición sea más rápida.

- Agregar el azúcar y sal (disuelta) el suero o chicha y el forraje verde debidamente

- picado junto a la primera premezcla y remover bien.

- Tapar el bidón con mucho cuidado procurando que no tenga fugas. Para evitar que los gases del proceso de fermentación abran el bidón se debe colocar una manguera en la tapa del bidón que esté conectada a una botella de plástico con agua para la extracción de los gases de la fermentación.

- Luego colocar el bidón en un lugar abrigado para facilitar la fermentación.

- Después de aproximadamente 2 a 3 meses termina la fermentación. El Biol se encuentra listo para ser utilizado.

- Al completar la fermentación se procede a la cosecha del biol separando la parte líquida de la sólida con una coladera de malla fina.

- Una vez separado el abono foliar líquido se procede a envasarlo en recipientes como: Botellas galoneras bien cerradas; y almacenarlo en un ambiente fresco hasta el momento de su uso.

Ventajas del biol

- No es tóxico y no contamina el medio ambiente por ser un abono que se obtiene de productos sanos y saludables.

- Mejora la calidad y cantidad de productos.

- Activa los microorganismos del suelo.

- Incrementa la floración (frutales) y ayuda en el cuajado de los

frutos.

- Restablece a los cultivos atacados por plagas animales heladas granizadas y sequías.
- Funciona como repelente de algunos insectos (loritos y piqui piquis).
- Ayuda en el desarrollo foliar de la planta (hortalizas de hoja).
- Tiene bajo costo de producción y no requiere inversión se puede preparar en la misma chacra.
- Mejora el vigor de los cultivos y le permite soportar con mayor eficacia los ataques de plagas y enfermedades y los efectos adversos del clima (sequías heladas granizadas).

Aplicación: El biol se aplica preferentemente a las hojas y tallos mezclado con agua.

Formas de aplicación

El biol se puede aplicar en los diferentes cultivos anuales (hortalizas papa maíz haba arvejas etc) y a cualquier edad de la planta en aplicaciones directas con mochilas manuales y en sistema de riego por aspersión. De preferencia la aplicación se debe realizar en las primeras horas de la mañana o en la tarde.

Dosis de aplicación:

- 1 lt. de biol / 15 lt. de agua en cultivos de anuales.

- 2 l de biol / 15 l de agua en frutales.
- 1 l de biol por cada 100 l de agua de riego (gravedad aspersión o goteo) al suelo (Mendoza s. f.).

TÉ DE COMPOST



Figura 178. Té de compost.

Fuente: https://rodaleinstitute.org/wp-content/uploads/014-1536x1152.webp

El té de compost (Foto 178) es un biofertilizante líquido y orgánico que se obtiene al remojar compost (materia orgánica descompuesta) en agua creando un extracto acuoso con microorganismos beneficiosos y nutrientes para las plantas. Su principal función es fortalecer el sistema inmunológico de los cultivos mejorar la absorción de nutrientes y aumentar la biodiversidad del suelo.

Los tés de compost han recibido muchos nombres diferentes. Algunos de los nombres anteriores son lechadas extractos fermentados acuosos remojo de compost y extractos modificados. En las últimas décadas los "tés" y los "extractos" de compost se han utilizado indistintamente para describir el simple producto de poner compost en agua y extraer microorganismos y nutrientes vegetales solubles.

¿Por qué utilizar té de abono?

Las plantas requieren hasta 17 micro y macronutrientes para su crecimiento y reproducción. Cuando el abono se coloca en agua los nutrientes solubles se liberan en la solución y están disponibles después de la aplicación del líquido. El ambiente líquido que contiene materia orgánica y otros nutrientes es perfecto para fomentar el crecimiento microbiano Las bacterias y otros microbios se sienten atraídos por las semillas en germinación y las raíces en desarrollo. Las plantas liberan una variedad de exudados en el suelo que son consumidos por microbios. A cambio microorganismos específicos liberarán metabolitos y otros subproductos del crecimiento y la reproducción que benefician la producción de las plantas al suprimir las enfermedades de las plantas y aumentar la renovación de nutrientes (Rodale Institute 2020).

Los extractos de compost se han utilizado durante siglos porque funcionan. Si bien los extractos pueden ser variables e impredecibles promoverán el crecimiento de las plantas.

Cómo hacer tés de compost aireado

Hay dos métodos divergentes para preparar tés de compost: aireado o no aireado.

1- Los *extractos de compost aireados* se airean activamente con oxígeno utilizando un soplador burbujeador o cualquier otro dispositivo utilizado para forzar el aire a entrar en líquido. Alternativamente los NCE no se airean activamente, sino que ocasionalmente se mezclan o agitan para

volver a suspender los materiales sólidos que se han asentado en el fondo.

Preparación del té de compost aireado

Los materiales que necesitaremos para su elaboración son:

- Balde de 6.5 galones con tapa.
- Bomba de aire para acuarios.
- 3 a 6 pies de manguera / tubo de acuario.
- Una válvula en T o válvula cruzada (para aumentar la cantidad de corrientes de aire disponibles.
- Piedras de aire o burbujeadores de acuario (opcional).
- 5 galones de agua.
- 2-4 tazas de abono maduro tamizado a través de una malla de ½" o más pequeña.
- Una media de nailon un calcetín u otro material poroso similar a una bolsa para contener el abono.

PREPARACIÓN según Rodale Institute (2020).

1. Obtenga los materiales para preparar 1:20 a 1:40 (abono: agua v: v) ACT.
2. Agregue agua del grifo al balde y déjelo reposar durante la

noche para eliminar el cloro (también puede usar agua de lluvia).

3. Empiece a airear el agua.

4. Coloque abono maduro en la bolsa y coloque la bolsa en el balde.

5. Primero revuelva o masajee suavemente el contenido de la bolsa.

6. Deje reposar y ventile durante 1 hora a 3 días. Cuanto más largo sea el período de extracción mayor será el potencial de liberación de nutrientes y microbios en el agua.

7. Después de la extracción filtre el líquido a través de una gasa un colador o una nueva media de nailon.

APLICACIÓN Aplique el líquido inmediatamente después de la preparación como un baño de suelo o como una aplicación foliar. El líquido también se puede diluir más con agua declorada según sea necesario.

CÓMO HACER TE DE COMPOST NO AIREADO

Los materiales que necesitaremos para su elaboración son:

- Balde de 6.5 galones con tapa.
- 5 galones de agua.
- 2-4 tazas de maduro.
- abono tamizado.

- Malla de ½” o más pequeña.
- Instrumento de mango largo.

REPARACIÓN

1. Obtenga los materiales para preparar 1:20 a 1:40 (compost: agua v: v) NCT.
2. Agregue agua corriente al balde y deje reposar durante la noche para eliminar el cloro o use agua de lluvia.
3. Ponga abono maduro en el agua.
4. Revuelva vigorosamente la solución durante unos 2 minutos.
5. Revuelva diariamente o dos veces al día durante 7 a 10 días.
6. Después de la extracción filtre el líquido a través de una gasa un colador o una media de nailon.
7. Aplique el líquido como un baño de tierra o como una aplicación foliar. El líquido también se puede diluir más con agua declorada según sea necesario.

No existe una forma correcta de producir ACE o NCE así como tampoco existe una forma correcta de producir abono. Encuentre un sistema que sea efectivo eficiente y que no afecte negativamente la producción de la planta. Es más importante no dañar las plantas que aumentar la producción. A menudo los beneficios de los extractos de compost son demasiado pequeños para observarlos pero aún existen. El uso de té de compost y compost son aspectos clave de un sistema orgánico regenerativo devolviendo los nutrientes al suelo sin el uso de

fertilizantes sintéticos (Rodale Institute 2020).

LIXIVIADOS DE LOMBRIZ



Figura 179. Lixiviados de lombriz.

Fuente: https://latanina.com/wp-content/uploads/lixiviados-de-lombriz-1024x535.jpg

El lixiviado de lombriz (Foto 179) es un compuesto orgánico y biológico de alta eficiencia susceptible de ser inducido en forma foliar en un cultivo dada su forma líquida; sus componentes actúan en forma inmediata en las plantas en pocos minutos las células reaccionan y disponen de lo que necesitan para acelerar eficientar y mejorar su funcionamiento a nivel celular y alentar sus procesos de desarrollo fenológico. Son soluciones ricas en microorganismos benéficos y nutrientes útiles para fertiirrigación o aplicaciones foliares. El lixiviado de lombriz es un fertilizante líquido natural obtenido del proceso de vermicompostaje (descomposición de materia orgánica por lombrices). Es un biofertilizante rico en nutrientes esenciales y microorganismos benéficos para las plantas que puede usarse para mejorar la salud del suelo estimular el crecimiento de los cultivos y hacerlos menos susceptibles a plagas y enfermedades. Se aplica diluido en agua

rociándolo sobre el follaje o vertiéndolo en el suelo para evitar quemar las plantas (INIFAP s. f.).

El lixiviado de lombriz es un biofertilizante natural que contiene macroelementos como el nitrógeno fósforo y potasio así como microelementos (zinc fierro cobre manganeso molibdeno boro calcio magnesio azufre y sodio) nutrientes indispensables para el crecimiento de las plantas además de contener algunas enzimas proteínas aminoácidos y microorganismos benéficos siendo este un biofertilizante ideal para su aplicación en todos los cultivos ya sea por medio del riego o por aspersión a la filósfera. La riqueza de este insumo está dada por el trabajo que realizan las lombrices rojas californianas (eisenia fetida) mismas que a partir del proceso de ingestión y digestión provocan la transformación biológica química y física de los materiales orgánicos sólidos contenidos en el montículo de lombricomposta.

El lixiviado obtenido en el proceso de lombricompostaje es un líquido de excelente calidad para mejorar corregir y aumentar la fertilidad en suelos agrícolas debido a su alto contenido de humatos los cuales son ácidos húmicos y fúlvicos altamente asimilables y aprovechables por las raíces de los cultivos y la microflora y microfauna de los suelos y sustratos de siembra agrícola.

Al ser aplicado al suelo o al follaje de la planta actúa como: Fertilizante o abono orgánico ya que hace aprovechable todo el amplio rango de los macros y micronutrientes. Evita la concentración y acumulación de sales en el suelo. Promueve un medio ambiente ideal para la proliferación de microorganismos benéficos tales como: bacterias hongos actinomicetos

protozoarios etc. Limita el desarrollo de patógenos y enfermedades con lo cual se reduce sensiblemente el riesgo durante el desarrollo fenológico de las plantas. Estimula la humificación propia del suelo y su enriquecimiento en microflora y microfauna. Es un aportante natural de materia orgánica asimilable por los cultivos. Propicia la descomposición de residuos orgánicos (vegetales principalmente) presentes en el suelo.

Lombricompostaje eficiente

La producción de lixiviado de lombriz a través de un método más rápido denominado “lombricompostaje eficiente” que implica formar enormes pilas en forma de trapecios de estiércol lombriz material vegetal en seco o verde grava tezontle además de instalarse unos aditamentos para la oxigenación y un sistema de riego por aspersión. Esta forma de lombricompostaje permite ahorrar tiempo en el precompostaje y la producción de lixiviado se aumenta considerablemente pues un montículo puede estar lixiviando hasta por 8 meses o más tiempo. De esta forma el costo y el tiempo de producción en términos del ciclo productivo permiten mejorar los resultados del proceso y por lo tanto también del cultivo. Además el producto final se puede enriquecer mediante la incorporación de diferentes compuestos y materiales (microorganismos específicos aminoácidos entre otros) que lo convierten en un biofertilizante perfecto para la agricultura.

Ventajas

El método es muy productivo alcanzando una producción mínima de 3000 litros por metro cubico. Los ingredientes son locales y económicos.

No requiere un gasto importante de energía. Es fácil su aplicación.

Es un insumo propicio para generar avances importantes en el proceso de transición hacia un sistema más sustentable resiliente y productivo.

Reduce los costos de manera importante por hectárea al reducir el uso de insumos químicos.

Se puede aplicar en todos los cultivos y en cualquier etapa fenológica.

Composición y beneficios

Rico en nutrientes: Contiene macro y micronutrientes como nitrógeno fósforo potasio zinc hierro entre otros.

Microorganismos benéficos: Aporta bacterias hongos y otros microorganismos que promueven un suelo sano y fértil.

Estimula el crecimiento: Mejora el desarrollo de las raíces acelera la floración y fructificación y aumenta la retención de líquidos en el suelo.

Mejora el suelo: Promueve la humificación mejora la aireación y evita la acumulación de sales. Protección contra plagas: Al fortalecer las plantas y fomentar microbios beneficiosos ayuda a reducir la incidencia de plagas y enfermedades.

Uso

Dilución: Es crucial diluirlo siempre con agua antes de aplicarlo. Una proporción común es de 1 parte de lixiviado por 20 partes de agua o entre 20-30 ml por l.

Métodos de aplicación: Puede rociarse directamente sobre las hojas (foliar) o aplicarse en el suelo para nutrir la tierra.

Frecuencia: Se recomienda aplicarlo cada 7 a 15 días durante el ciclo de crecimiento de la planta. Condiciones: Aplique cuando el sustrato esté húmedo, pero no saturado.

Forma de aplicación

El lixiviado se deberá diluir en agua; la dosis de dilución es 1 litro de lixiviado por cada 4 litros de agua. Se aplica de manera foliar con mochila aspersora o aspersora con aguilones igualmente puede ser directo al suelo a través del riego ya sea por goteo pivote aspersión o rodado. Se puede aplicar a todos los tipos de cultivos (granos frutales forrajes jardines hortalizas etc.). Las dosis por etapa de aplicación (Tabla 78) son las siguientes:

ETAPAS	DOSIS (litros)
Dos meses antes de la siembra	**200**
Un mes antes de la siembra	**100**
15 a 20 días después de la emergencia	**100**
Antes de la floración	**100**
Durante el llenado del grano	**100**

Fuente: (INIFAP s. f.).

Las dosis pueden variar dependiendo de la condición nutricional y del desarrollo vegetativo del cultivo; lo máximo que se sugiere aplicar durante todo el desarrollo del cultivo son 1000 litros por hectárea.

Almacenamiento

La fosa de almacenamiento debe siempre estar en perfectas condiciones de uso protegida y si se puede cubierta. En caso de que sea necesario reubicar la fosa el lixiviado se almacenará en tambos limpios y que se puedan cerrar herméticamente; colocarlos en un lugar fresco seco y oscuro. Cada semana se deberán abrir y cerrar las tapas de los recipientes para permitir que el gas generado por la biota contenida pueda ser liberado y asegurarse de volver a cerrar correctamente. No se debe almacenar por más de 5 meses de preferencia se debe utilizar una vez que salió del montículo.

Consideraciones importantes

- **Maduración:** El lixiviado recién obtenido puede estar muy concentrado o "inmaduro". En el proceso de vermicompostaje es recomendable devolverlo a la compostera las primeras veces para que madure.
- **No dejarlo mucho tiempo:** No se debe almacenar por períodos prolongados ya que puede volverse maloliente y perjudicial para las plantas.

No mezclar con otros productos químicos ya que eso reduce el contenido de microbiología natural que existe. No es en sí mismo un producto tóxico sin embargo si para personas y animales llegan a ingerirlo dado el contenido de microorganismos es muy probable que provoque trastornos en la salud mediante infecciones en las vías respiratorias y el aparato digestivo.

Para su utilización y manejo se sugiere el uso de ropa adecuada guantes de hule mascarilla (careta) y/o cubre boca y después de utilizarlo lavarse

las manos perfectamente. Para frutales como: mango melón sandia guanábana plátano y otros productos como la calabaza la fruta que se cae puede ser agregada encima del montículo. No se recomienda agregar restos de cítricos como: limón naranja toronja etc.) (INIFAP s. f.).

Estas alternativas además de ser accesibles reducen la dependencia de fertilizantes sintéticos disminuyen costos y mejoran la sostenibilidad del sistema productivo (FAO 2019).

CAPÍTULO XI

11 COSECHA POSTCOSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS



Figura 181. Cultivo de lechuga.

La cosecha en hortalizas consiste en recolectar los órganos comestibles cuando alcanzan su estado óptimo de madurez fisiológica y madurez comercial. Esta labor puede realizarse de manera manual o utilizando herramientas como cuchillos, dependiendo del tipo de cultivo y de la parte aprovechable: fruto, raíz u órgano vegetativo. Para lograr una cosecha eficiente es fundamental considerar el momento de siembra y el ciclo fenológico de cada especie. En la mayoría de las hortalizas, el periodo de cosecha ocurre entre 3,5 y 4 meses después de la siembra. Sin embargo, existen excepciones como el rabanito, cuyo ciclo es muy corto y permite su recolección aproximadamente a los 25 días. En cultivos de hoja, como la acelga, el cilantro y el perejil, la cosecha puede realizarse de forma parcial mediante el corte de hojas desarrolladas. Esto favorece el rebrote y prolonga el periodo productivo, permitiendo varias cosechas en un mismo ciclo. Una vez realizada la cosecha, los productos

deben ser manejados con cuidado para preservar su calidad. Es recomendable almacenarlos de inmediato en condiciones frescas y ventiladas, utilizando canastas u otros recipientes apropiados. También pueden destinarse directamente a la comercialización, siempre asegurando que se mantengan en buen estado hasta llegar al consumidor (FAO, 2017).

Cosecha

Es el proceso mediante el cual según la Escuela Agrícola Panamericana (2012) hace referencia que los productos son separados de su planta madre y retirados del campo. Este proceso para su funcionamiento depende de diferentes factores como:

- La fragilidad de la planta y del fruto.
- El manejo que se le dé al fruto durante y después de la cosecha.
- La necesidad de que el método de cosecha cumpla con los requerimientos de mercado.



Figura 182. Recolección de productos hortícolas.

Fuente: https://www.istockphoto.com/es/foto/hombre-que-sostiene-ob-caj%C3%B3n-verduras- gm870915532-145370417

Según el SENA (2019) aunque la recolección de los productos hortícolas (Foto 2) puede parecer una actividad sencilla en la práctica para que esta labor sea realmente eficiente es indispensable cumplir con una serie de requisitos técnicos. Entre los principales se encuentran:

1. Destreza y conocimiento por parte de los operarios.
2. Conocimiento del producto para determinar su punto óptimo de madurez para la cosecha.
3. Alistar oportunamente las herramientas y equipos necesarios.
4. Hacer un manipuleo adecuado del producto para evitar maltratos y daños.

11.1 Indicadores de madurez fisiológica y comercial. Madurez de cosecha

Según la FAO (1987) elegir el momento exacto de cosecha en frutas y hortalizas es una decisión clave de precosecha porque influye directamente en la vida poscosecha y en el desempeño comercial del producto. En esta etapa la FAO (1987) recomienda diferenciar con claridad entre madurez fisiológica y madurez comercial.

11.1.1 Madurez fisiológica

De acuerdo con la FAO (1987) la madurez fisiológica corresponde al punto del desarrollo en el que el órgano vegetal (fruto u hortaliza) alcanza su máximo crecimiento y completa su proceso de maduración; posteriormente comienza el envejecimiento. La FAO (1987) señala que

no siempre es sencillo separar con precisión las fases de crecimiento madurez y envejecimiento ya que las transiciones pueden ser graduales y poco definidas.

11.1.2 Madurez comercial

Según la FAO (1987) la madurez comercial se define por las condiciones que exige el mercado (tamaño apariencia firmeza entre otros) y puede no coincidir con la madurez fisiológica. La FAO (1987) indica que términos como inmadurez madurez óptima y sobremadurez suelen depender de la demanda comercial; sin embargo deben interpretarse también desde la fisiología del producto especialmente por su relación con la calidad y la vida de almacenamiento.

En el método subjetivo usamos nuestros sentidos (tabla 80) para evaluar la madurez de frutas y hortalizas.

Tabla 80. Métodos subjetivos usado para evaluar la madurez de frutas y hortalizas.

- Vista	**color tamaño y forma;**
- Tacto	**áspero suave blando y duro;**
- Oído	**sonido del producto al tocarlo con los dedos;**
- Olfato	**olor y aroma;**
- Gusto	**ácido dulce salado y amargo.**

Fuente: Adaptado de FAO (1987).

Para la evaluación objetiva (tabla 80) usamos instrumentos o mediciones objetivas:

Tabla 81. Métodos para la evaluación objetiva.

- Tiempo	**de plantación a floración;**
- Ambiente	**unidades de calor acumuladas durante el período de crecimiento;**
- Características físicas	**forma tamaño volumen peso color grosor de la piel de la fruta etc.**
- Características químicas	**se usan raramente para hortalizas frescas pero son características muy importantes en el procesamiento de verduras y frutas. El contenido de azúcar en las uvas para hacer vino; grados Brix (una medida de los sólidos solubles en el jugo) en el procesa miento del tomate;**
-Características fisiológicas	**ritmo o patrón de respiración.**

Fuente: FAO (1987 como se citó en SENA 2019).

De acuerdo con la FAO (1987) algunos cultivos hortícolas como el **repollo** y el **ñame** pueden destinarse al consumo en un amplio rango de desarrollo ya que el momento de cosecha suele depender del precio vigente y de las preferencias del mercado en cuanto al tamaño del producto. En contraste existen otros cultivos que deben ser cosechados en un grado específico de madurez puesto que una recolección fuera de este punto puede provocar problemas de comercialización asociados a sabor inadecuado alto contenido de fibra o rápido deterioro poscosecha.

Asimismo la FAO (1987) señala que los productores enfrentan la decisión de cosechar tan pronto como el precio de mercado garantice un retorno económico aceptable o alternativamente dejar el cultivo en el campo con el objetivo de alcanzar un mayor rendimiento. No obstante

retrasar excesivamente la cosecha puede reducir de forma significativa la vida comercial del producto y ocasionar una disminución en su precio de venta. Este equilibrio entre rendimiento y calidad constituye un factor crítico para determinar los ingresos del productor.

En la práctica el período total de cosecha suele ser corto lo que limita el tiempo disponible para tomar decisiones adecuadas. En cultivos como el **tomate** la FAO (1987) indica que una vez iniciada la cosecha esta debe realizarse de manera continua con el fin de recolectar frutos con un grado de madurez homogéneo y asegurar el abastecimiento del mercado con un producto uniforme.

Grado de maduración

Existen varias maneras para determinar o calificar el grado de maduración que un cultivo posea se pueden tomar en cuenta la edad del cultivo (días después de siembra) color tamaño y textura sin embargo estas características pueden variar dependiendo de las condiciones climatológicas que se presenten en cada zona.

Para conocer con más certeza el grado de maduración del cultivo con que se está trabajando es recomendable consultar con personas que han trabajado el cultivo por varios años y que tienen experiencia en determinar la madurez del mismo y el momento adecuado para su cosecha para ello se puede recomendar hacer giras de intercambio con productores cercanos.

Tabla 82. Grado de maduración de algunos cultivos.

Índice	Ejemplos
Tiempo entre floración y la cosecha	**Manzana pera banano plátano**
Desarrollo de la zona de abscisión	**Algunos melones**
Tamaño	**Uva tomate pepino algunos melones**
Forma	**Banano plátano mango brócoli coliflor**
Color externo	**Casi todas las frutas y algunos vegetales**
Azúcar/Ácido	**Papaya melón sandía cítrico**

Fuente: Medlicott (2009 como se citó en SENA 2019).

Hora de cosecha. Según la FAO (1987) la hora del día en que se realiza la cosecha está determinada por diversos factores entre ellos la disponibilidad de transporte las facilidades de manejo las condiciones ambientales los aspectos humanos y las exigencias del mercado. La importancia relativa de cada factor varía en función del cultivo y de las condiciones locales.

Factor ambiental. Desde el punto de vista ambiental la FAO (1987) señala que la mayoría de los cultivos presentan temperaturas más bajas y condiciones más favorables para su manipulación durante las primeras horas de la mañana. Por esta razón la cosecha temprana suele ser recomendable ya que reduce el estrés térmico del producto y facilita su conservación. Sin embargo en zonas donde los mercados exigen transporte nocturno puede resultar conveniente retrasar la cosecha y evitar las horas de mayor temperatura del mediodía.

No obstante la FAO (1987) advierte que la cosecha temprana puede verse limitada por la presencia de rocío abundante o lluvias ya que el manejo y empaque de productos húmedos incrementa el riesgo de daños poscosecha. En estas condiciones los tejidos vegetales turgentes son más susceptibles a magulladuras cortes o rupturas lo que acelera el deterioro durante el almacenamiento y la comercialización.

Cuando los productos se cosechan en horas tempranas la FAO (1987) recomienda mantenerlos en cobertizos ventilados y sombreados hasta el momento de su carga o transporte evitando la exposición directa al sol y al calor excesivo.

Transporte. No es aconsejable empezar a cosechar si el transporte no está asegurado ya que el producto cosechado que permanece en el campo usualmente comienza a deteriorarse rápidamente a menos que se disponga de facilidades para protegerlo (FAO 1987).

Destino. Según la FAO (1987) el destino final del producto —ya sea un mercado local un centro de almacenamiento una estación de empaque o una planta de procesamiento— debe considerarse al momento de programar la cosecha. Cuando el traslado implica distancias largas la recolección debe organizarse de manera que permita la entrega del producto en el momento oportuno preservando su calidad y valor comercial.

Mano de obra. La cosecha sólo puede tener lugar cuando se dispone de suficientes trabajadores con la destreza y fuerza necesaria. Por tanto deben considerarse la distancia que los trabajadores deben recorrer su situación doméstica sus creencias religiosas y a voces sus características

sociales (FAO 1987).

11.2 Cosecha Métodos de cosecha y manipulación. Métodos de Cosecha.

Existen dos sistemas de cosecha: manual y mecanizada, aunque en algunos cultivos se utilizan

combinaciones de ambos como por ejemplo cebolla papa zanahoria y otras especies en donde la remoción del suelo para la cosecha manual es facilitada por medios mecánicos. La elección de un sistema u otro depende fundamentalmente del cultivo considerado del destino y muy especialmente del tamaño del predio a ser cosechado (FAO 1987).

La FAO (1987) destaca que la cosecha manual es predominante en productos destinados al consumo en fresco mientras que la mecanizada se utiliza con mayor frecuencia en hortalizas para la industria y en explotaciones agrícolas de gran escala.

11.2.1 Cosecha manual



Figura 183. Cosecha manual.

Fuente: https://media.istockphoto.com/id/1280904398/es/foto/primer-plano-de-asi%C3%A1tico-chino-medio-adulto-agricultor-masculino- ambos-mano-

sosteniendo-chile.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=oG5Vo9A0fAUX9nBEoXm9b9MX5QKlRoSx7fEs1vAwrds=

Según la FAO (1987) en la cosecha manual de frutas y hortalizas (Foto 183) se emplea una amplia variedad de herramientas diseñadas para satisfacer las necesidades locales y reducir los daños al producto y a la planta.

11.2.2 Herramientas manuales utilizadas

Cuchillos y tijeras.

De acuerdo con la FAO (1987) muchos productos pueden ser **retorcidos o arrancados** de la planta sin causar daño entre ellos:

- tomates
- leguminosas para consumo en verde
- manzanas
- frutas cítricas.

Otros cultivos requieren **corte con cuchillo o tijeras** (Figura 1) para evitar daños mecánicos tales como:

- lechuga
- repollo
- pimiento dulce

- berenjena
- melón tuna
- plátano.

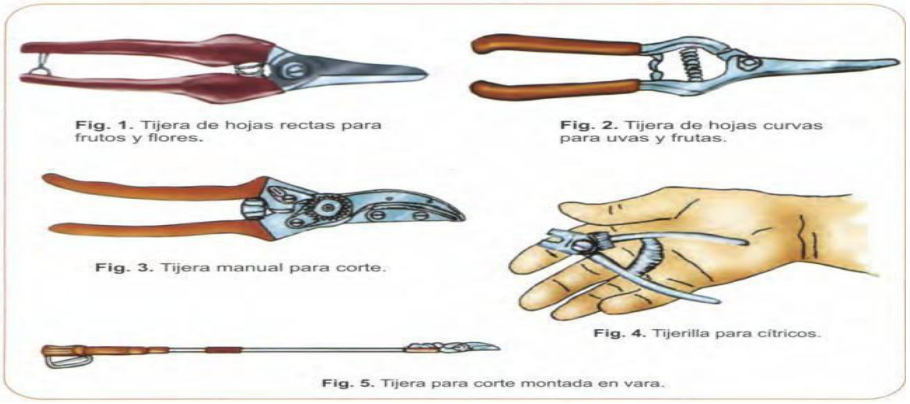

Figura 184. Tipos de herramientas de corte.

Fuente: SENA (2019).

11.2.3 Procedimiento de arrancar o retorce

Ventajas (FAO 1987):

- Es un método rápido y de bajo costo.
- El fruto suele desprenderse en un punto natural de abscisión lo que minimiza la entrada de patógenos.

Desventajas (FAO 1987):

- La planta puede resultar dañada.
- La remoción forzada en puntos no naturales deja heridas abiertas aumentando el riesgo de infecciones

especialmente en frutas.

Uso de herramientas cortantes

Ventajas (FAO 1987):

- Permiten cortar tejidos firmes con menor esfuerzo.
- Facilitan el recorte de tallos y hojas directamente en el campo reduciendo costos en la bodega de empaque.
- Los **cortes limpios** realizados con cuchillos bien afilados y limpios son menos susceptibles a infecciones poscosecha que los desprendimientos irregulares.

Desventaja principal (FAO 1987):

- Las herramientas pueden diseminar virus y patógenos a lo largo del cultivo.

Por esta razón la FAO (1987) enfatiza la importancia de que las herramientas se mantengan **limpias afiladas y desinfectadas** utilizando desinfectantes adecuados y lavándolas con agua limpia antes de su uso.

11.2.4 Herramientas para cavar (raíces y tubérculos

Según la FAO (1987) las hortalizas de raíz y los cultivos tuberosos se extraen generalmente del suelo mediante herramientas manuales como horquetas y azadones las cuales permiten levantar el producto con menor riesgo de daño mecánico.

11.2.5 Recomendaciones técnicas de extracción

De acuerdo con la FAO (1987) se recomienda:

- Levantar el producto haciendo palanca y posteriormente tirar de la raíz o tubérculo.
- Evitar cavar directamente para arrancarlo ya que esta práctica incrementa el daño en la piel externa.

Ventajas de una extracción adecuada.

- Se reduce el daño superficial del producto.
- Se mejora el comportamiento durante el almacenamiento.
- Se disminuye el riesgo de deterioro poscosecha.

Además la FAO (1987) indica que la mayoría de las hortalizas de raíz se cosechan con mejores resultados cuando el suelo se encuentra relativamente seco ya que:

- Se evita la necesidad de lavado.
- Se reduce el daño mecánico y fisiológico asociado a la humedad.
- Se disminuye la incidencia de pudriciones durante el almacenamiento.

Recipientes para la cosecha

Según la FAO (1987) durante la cosecha se utilizan diversos tipos de recipientes para recolectar y transportar el producto desde el campo

hasta el punto de acopioTipos de recipientes utilizados.

Entre los más comunes se encuentran (Foto 4):

- fundas o bolsas
- canastos
- sacos
- cartones
- cajones de distintos materiales.



Figura 186. Tipos de recipientes utilizadas en cosecha. A. Canasta plástica B. Saquillos de nylon C. Baldes de plástico D. Malla.

Fuente: SENA (2019).

Criterios para una correcta selección de recipientes

La FAO (1987) recomienda:

- Evitar recipientes con bordes ásperos o superficies rugosas ya que

causan abrasiones.

- Cosechar de ser posible el producto directamente en el recipiente final que será usado para su traslado al centro de empaque o almacenamiento.

Riesgos asociados a una mala manipulación

De acuerdo con la FAO (1987) el daño al producto suele incrementarse cuando:

- Se transfiere el producto de recipientes pequeños a otros de mayor tamaño.
- Se excede la capacidad de carga.
- Se fuerzan productos de forma redondeada en recipientes rectangulares.
- Se vacían los recipientes de manera brusca o desde alturas elevadas.

Por esta razón la FAO (1987) enfatiza que el personal debe ser capacitado para descargar cuidadosamente los recipientes evitando la caída libre del producto y su magullamiento.

Recipientes especiales para productos de alto valor

En cultivos como **plátano** y **piña** la FAO (1987) señala el uso de:

- sacos de cosecha especiales

- almohadillas de protección

con el objetivo de reducir el daño mecánico durante la recolección en campo. Finalmente los recipientes de cosecha deben **limpiarse periódicamente** con el fin de evitar la contaminación del producto con microorganismos responsables del deterioro poscosecha (FAO 1987).

1- Cosecha mecanizada

Según la FAO (1987) la cosecha mecanizada (Foto 5) se caracteriza por su rapidez y por un menor costo por tonelada recolectada en comparación con la cosecha manual. Sin embargo, debido a que este sistema suele ser más agresivo o destructivo su aplicación se limita principalmente a cultivos con maduración concentrada.



Figura 187. Cosecha mecanizada.

Fuente: https://dakolub.com/wp-content/uploads/2019/09/tomates.jpg

Ventajas de la cosecha mecanizada

De acuerdo con la FAO (1987) entre las principales ventajas se encuentran:

- Mayor velocidad de recolección.

- Reducción del costo de cosecha por unidad de producto.
- Menor dependencia de mano de obra durante el periodo de cosecha.
- Mayor eficiencia en grandes extensiones de cultivo.

Limitaciones y desventajas

La FAO (1987) señaló que la cosecha mecanizada presenta importantes limitaciones entre las que se pueden mencionar:

- La alta inversión inicial para la adquisición de las maquinarias.
- Los costos para poder hacer mantenimiento elevados.
- La subutilización del equipo durante una gran parte del año.
- El logro del mayor daño mecánico a los productos lo que restringe su uso en aquellos productos que están destinados al consumo en fresco.

Por estas razones la FAO (1987) ha indicado que la decisión de adoptar este sistema debe evaluarse cuidadosamente desde el punto de vista técnico y económico. Por lo que la FAO (1987) expuso que aunque la planificación de la cosecha pueda verse influenciada por factores como la época de producción, la disponibilidad de mano de obra, el nivel de mecanización y el tipo de cultivom van a existir determinados aspectos fundamentales que deben considerarse en cualquier operación de recolección. Entre ellos se encuentran la disponibilidad oportuna de los equipos y la maquinaria, la adecuada organización del trabajo, la

definición del producto a cosechar con fines comerciales y la planificación eficiente de la recolección y el transporte desde el campo. De este modo, la correcta ejecución y manejo de cada una de estas actividades es determinante para aprovechar plenamente el valor productivo del cultivo.

Asimismo, la FAO (1987) señala que en muchos países en desarrollo la cosecha mecanizada de productos frescos suele estar limitada a grandes empresas o productores con amplio acceso a capital mientras que la mayoría de los agricultores que manejan pequeñas superficies de cultivo continúan dependiendo de la cosecha manual. En estos contextos los costos de la mano de obra representan una proporción relativamente baja del costo total de producción y el trabajo manual no solo es más económico sino también más abundante. Además el bajo valor comercial de numerosos productos frescos junto con sistemas de producción y comercialización relativamente simples hace que los recursos financieros disponibles se utilicen de manera más eficiente en el fortalecimiento de la infraestructura de empaque y transporte en lugar de destinarse a la mecanización de la cosecha.

Manejo de la cosecha

Según la FAO (1987) el manejo de la cosecha es un proceso clave para garantizar la calidad del producto y su adecuada comercialización. Este manejo se sustenta en cuatro componentes fundamentales los cuales deben integrarse de manera coordinada.

A. Planificación de la producción

De acuerdo con la FAO (1987) una adecuada planificación de la producción permite asegurar que la **madurez del cultivo** coincida con la demanda del mercado. Esto implica programar las fechas de siembra manejo y cosecha de tal forma que el producto alcance su punto óptimo en el momento en que exista mayor oportunidad de venta y mejor precio.

B. Comunicación con los compradores

La FAO (1987) resalta la importancia de mantener una comunicación continua con los compradores especialmente conforme se aproxima el periodo de cosecha. Esta comunicación permite:

- Identificar con precisión los requerimientos del mercado (calidad tamaño presentación)
- Informar a los compradores sobre el mejor momento de cosecha
- Establecer expectativas realistas respecto a la calidad del producto disponible.

C. Planificación anticipada de recursos

Según la FAO (1987) el manejo eficiente de la cosecha requiere una planificación previa que permita coordinar oportunamente:

- El equipo y la maquinaria necesaria
- La mano de obra disponible
- El transporte desde el campo hacia el destino final.

Una deficiente coordinación de estos elementos puede generar retrasos

pérdidas de calidad y mayores costos operativos.

D. Supervisión en terreno

La FAO (1987) indica que la supervisión directa en el campo es esencial para aplicar la combinación más adecuada de técnicas de manejo durante la cosecha. La eficiencia de la operación depende en gran medida de:

- un equipo humano con experiencia o debidamente capacitado
- la adopción de métodos que respondan a las exigencias del comprador.

Objetivos del manejo de la cosecha

De acuerdo con la FAO (1987) el manejo de la cosecha debe orientarse al cumplimiento de dos objetivos centrales:

- **Reducir al mínimo las operaciones de manejo** transportando el producto desde el campo hasta el comprador el mercado o el centro de acopio con la menor manipulación posible siempre que se mantengan los estándares de calidad exigidos.
- **Disminuir la exposición del producto a condiciones críticas** como temperaturas extremas o presiones excesivas provocadas por sobrecarga.

La FAO (1987) enfatiza que cuando el producto se cosecha limpio debe mantenerse en esas condiciones evitando prácticas como amontonarlo

directamente sobre el suelo incluso de manera temporal.

Eficiencia de las operaciones de cosecha

Según la FAO (1987) un buen manejo de las operaciones de cosecha se refleja generalmente en la **rapidez con que el producto se desplaza del campo al mercado** estación de empaque o centro de almacenamiento. No obstante esta rapidez no debe lograrse a expensas de un manejo cuidadoso ya que una manipulación inadecuada puede provocar daños y una posterior degradación de la calidad del producto.

¿Cómo se cosechan las hortalizas?

Las hortalizas se cosechan mediante distintos métodos los cuales dependen de la parte de la planta que se destina al consumo como frutos hojas flores tallos o raíces. Para realizar esta labor de forma adecuada se recomienda el uso de herramientas de jardinería como cuchillos o tijeras ya que permiten efectuar cortes limpios y eficientes disminuyendo el daño mecánico en la planta y en el producto cosechado (Rivera 2015). En algunos casos determinadas hortalizas de fruto pueden desprenderse manualmente sin necesidad de herramientas siempre que se realice con cuidado.

Según Rivera (2015) cultivos como el **rábano rabanito zanahoria y remolacha** se cosechan manualmente; no obstante es aconsejable aflojar previamente el suelo para facilitar la extracción y evitar daños en la raíz. En el caso del **repollo** la cosecha se realiza mediante el corte en la base del tallo con un cuchillo pequeño procedimiento que también se aplica en hortalizas como **lechuga coliflor y brócoli**.

Los **tomates chiles y berenjenas** se recolectan generalmente de forma manual aunque puede utilizarse una tijera para prevenir el desprendimiento de otros tejidos de la planta. Las **vainas tiernas** se cosechan manualmente con precaución para evitar arrancar la planta completa. En cultivos como **puerro y mostaza** Rivera (2015) recomienda aflojar el suelo antes de la cosecha lo que permite obtener la hortaliza con mayor facilidad y sin causar daños a la planta.

Cosecha de hortalizas de raíz

Las hortalizas de raíz se cosechan extrayendo la planta completa del suelo ya que el órgano comestible se desarrolla bajo tierra. Para facilitar esta labor y evitar daños se recomienda aflojar previamente el suelo alrededor de la planta. Una vez que el terreno está suelto se debe sujetar el tallo y halar suavemente pudiendo utilizar una palita de jardinería como apoyo para hacer palanca (Rivera 2015).

El momento adecuado de cosecha depende del ciclo de vida de cada cultivo por lo que es importante conocer el tiempo aproximado de desarrollo. Rivera (2015) indica que una señal visual frecuente de madurez es el engrosamiento de las hojas que permanecen sobre la superficie del suelo. Durante la cosecha no se debe jalar la planta con fuerza ya que esto puede provocar la ruptura de la raíz y dificultar tanto la recolección como el aprovechamiento del producto.

Asimismo, Rivera (2015) señala que las hojas de muchas hortalizas de raíz son **comestibles y altamente nutritivas** por lo que pueden ser utilizadas en diversas preparaciones culinarias.

Cosecha de hortalizas de hojas

La cosecha de hortalizas de hoja puede realizarse mediante tres métodos principales según el tipo de cultivo y el uso previsto. De acuerdo con Rivera (2015) estas modalidades permiten adaptar la cosecha y en algunos casos prolongar el periodo productivo de la planta.

- **Extracción completa de la planta:** se realiza sujetando el tallo y retirando la planta con cuidado preferiblemente con ayuda de una palita.
- **Corte del tallo:** consiste en efectuar un corte limpio desde la base del tallo utilizando un cuchillo.
- **Cosecha parcial:** se basa en retirar únicamente algunas hojas desarrolladas de manera progresiva permitiendo el rebrote de la planta

Este último método es especialmente útil cuando se desea mantener la producción durante un mayor tiempo (Rivera 2015).

Cosecha de flores e inflorescencias

Las hortalizas cuya parte comestible corresponde a **flores o inflorescencias** pueden cosecharse de dos formas principales: extrayendo la planta completa desde la raíz o mediante el corte del tallo **principal**. Rivera (2015) indica que para la extracción total se debe aflojar el suelo y retirar la planta con cuidado mientras que para el corte se recomienda realizar un corte limpio con cuchillo en el tallo correspondiente.

El momento oportuno de cosecha está determinado por el ciclo de desarrollo del cultivo y el tiempo estimado de producción factores que deben considerarse para asegurar la calidad del producto cosechado (Rivera 2015).

Cosecha de hortalizas de fruto

Las hortalizas de fruto deben cosecharse cuando alcanzan su color característico el cual es un indicador visual de madurez adecuada. Rivera (2015) señala que durante la recolección se debe

evitar halar la planta con fuerza ya que esta práctica puede provocar daños estructurales y afectar el desarrollo posterior del cultivo. La cosecha debe realizarse de forma cuidadosa utilizando las manos o herramientas según sea necesario.

Cosecha de hierbas aromáticas

La cosecha de hierbas aromáticas se realiza mediante el corte de los tallos que presentan hojas bien desarrolladas. Según Rivera (2015) especies como tomillo orégano romero menta hierbabuena lavanda salvia cilantro y albahaca deben cosecharse cuando la planta presenta varios tallos y abundante follaje.

Para esta labor se recomienda el uso de tijeras lo que permite un corte preciso y favorece el rebrote. Estas hierbas pueden utilizarse frescas o secas y consumirse crudas o cocidas. El tiempo aproximado para iniciar la cosecha suele oscilar entre 3 y 4 meses dependiendo de las

condiciones de manejo y crecimiento (Rivera 2015).

Condiciones que afectan la cosecha y la vida útil de la producción

Las hortalizas son plantas vivas que durante su crecimiento muestran todas las características propias de la vida vegetal (respiración transpiración síntesis y degradación de metabolitos y la fotosíntesis). La aparición de brotes en cebollas y ajos almacenados son algunas de las manifestaciones de vida fácilmente visibles después de la cosecha. Durante la cosecha los frutos se separan de su fuente natural de agua nutrientes minerales y orgánicos pero continúan viviendo. Sin duda este estado no puede durar indefinidamente estando relacionado con el envejecimiento y muerte de los tejidos lo cual depende de numerosos factores (SENA 2019).

11.3 Postcosecha Manejo postcosecha: selección empaque almacenamiento y conservación.

¿Qué es la postcosecha?

La postcosecha comprende el conjunto de actividades que se desarrollan después de la cosecha y antes del consumo de los productos del huerto. Aunque lo ideal es consumir las hortalizas inmediatamente Rivera (2015) indica que esto no siempre es posible por lo que se aplican diferentes prácticas orientadas a preservar la calidad frescura e inocuidad de los alimentos.

11.3.1 Lavado

Una de las principales actividades de la postcosecha es el lavado de las hortalizas el cual permite eliminar restos de suelo impurezas y posibles

contaminantes reduciendo el riesgo de afectar la salud del consumidor. No obstante Rivera (2015) aclara que los tubérculos y las inflorescencias no deben lavarse hasta el momento de su preparación ya que la humedad excesiva puede acelerar el deterioro del producto.

1- Proceso de lavado

Según Agrocalidad (2015) el proceso de lavado en hortalizas debe cumplir con los siguientes lineamientos:

a) El agua utilizada para el lavado debe ser potable o considerada agua segura con el fin de evitar riesgos de contaminación del producto.

b) Es necesario realizar análisis microbiológicos del agua al menos una vez al año en laboratorios autorizados conservando los registros y respaldos correspondientes.

c) Se recomienda emplear utensilios adecuados que permitan una limpieza eficiente de las hortalizas y reduzcan la contaminación cruzada.

2- Clasificación

De acuerdo con Agrocalidad (2015) durante la etapa de clasificación se deben considerar los siguientes aspectos:

a) Establecer rangos de clasificación de los productos tomando en cuenta parámetros de calidad como tamaño y color.

b) Utilizar bandejas o cartones desinfectados que cumplan con los requisitos de calidad e inocuidad.

c) El personal encargado debe cumplir con condiciones de higiene y asepsia además de utilizar vestimenta adecuada para la manipulación de los productos.

d) Está prohibido el ingreso de alimentos bebidas y animales al área de clasificación con el fin de prevenir la contaminación.

e) Posteriormente al lavado se debe realizar el secado del producto ya que la humedad favorece el desarrollo de hongos y otros microorganismos.

3- Encerado

Según Agrocalidad (2015) el encerado puede aplicarse cuando el destino comercial del producto lo requiera considerando lo siguiente:

a) El encerado se utiliza para mejorar la presentación comercial y proteger el producto durante su manejo.

b) Se recomienda el uso de **cera de abeja parafina comestible o emulsiones** aplicadas en proporciones adecuadas con el objetivo de:

- reducir la pérdida de agua
- proporcionar brillo al producto
- mejorar su apariencia comercial.

En este contexto Agrocalidad (2015) enfatiza la importancia de aplicar prácticas adecuadas de almacenamiento y conservación como parte integral del manejo poscosecha.

4- Almacenamiento

El almacenamiento de hortalizas debe realizarse únicamente con productos que se encuentren en buen estado ya que conservar hortalizas dañadas o deterioradas representa una mala inversión y acelera el deterioro del resto del producto almacenado. Según Martínez (2014) los daños suelen manifestarse con mayor rapidez al momento de extraer las hortalizas del almacén afectando incluso a aquellas que inicialmente se encontraban en condiciones adecuadas.

El área de almacenamiento debe mantenerse limpia y desinfectada y los envases deben colocarse de forma adecuada para permitir una correcta circulación del aire frío. Asimismo las condiciones del almacén deben ser homogéneas especialmente en lo referente a temperatura y humedad relativa ya que estos factores influyen directamente en la conservación y vida útil de las hortalizas (Martínez 2014).

La temperatura debe ajustarse a los requerimientos específicos de cada producto. Temperaturas inferiores a las recomendadas pueden provocar daños fisiológicos que no siempre son visibles de inmediato mientras que temperaturas superiores aceleran la maduración reduciendo la vida de anaquel. Además se debe evitar el almacenamiento conjunto de hortalizas con olores penetrantes como ajo y cebolla debido a la absorción de olores (Martínez 2014).

Los principales factores que deben considerarse para un almacenamiento adecuado incluyen la temperatura la humedad relativa la velocidad de respiración la etapa de maduración y la producción de etileno. En este sentido el manejo adecuado de la temperatura y el conocimiento del comportamiento respiratorio del producto resultan determinantes para mantener la calidad de las hortalizas durante el almacenamiento (Martínez 2014).

***Almacenado*.** Existen diversas alternativas para el almacenamiento de hortalizas cuyo objetivo es prolongar su conservación y mantener su calidad por mayor tiempo. Antes de proceder al almacenamiento es fundamental realizar una selección previa del producto descartando aquellas hortalizas que presenten signos de deterioro. De acuerdo con Rivera (2015) los productos que se encuentren podridos marchitos con manchas u otros defectos no deben almacenarse ya que aceleran el deterioro y pueden afectar negativamente a las hortalizas que se encuentran en buen estado.

Condiciones de almacenamiento

Existen principios generales que deben considerarse para prolongar el período de almacenamiento de las hortalizas y mantener su calidad. De acuerdo con Castro (1992) los productos destinados al almacenamiento deben cumplir con las siguientes condiciones básicas:

1. Las hortalizas deben estar libres de síntomas visibles de enfermedades ya que la presencia de patógenos reduce significativamente su vida útil durante el almacenamiento.
2. El producto no debe presentar daños severos ocasionados por

insectos debido a que estas lesiones facilitan el deterioro y el desarrollo de pudriciones.

3. Es fundamental evitar el manipuleo excesivo puesto que golpes rajaduras o depresiones en los tejidos disminuyen la capacidad de conservación del producto una vez almacenado.

Por otro lado los productos son más susceptibles.

Como proceder según el tipo de hortaliza:

El manejo del almacenamiento varía de acuerdo con el tipo de hortaliza y la parte comestible de la planta. De acuerdo con Rivera (2015) se deben considerar las siguientes recomendaciones:

Hortalizas de hoja

Para las hortalizas de hoja es fundamental mantener la humedad del tejido foliar ya que la deshidratación reduce rápidamente su calidad. Rivera (2015) recomienda:

- Colocar las hojas con tallo en recipientes con agua favoreciendo su conservación.
- En refrigeración mantener condiciones que eviten la pérdida de humedad y el marchitamiento.

Hortalizas de raíz

Las hortalizas de raíz requieren condiciones específicas para evitar el desarrollo de patógenos y pérdidas poscosecha. Según Rivera (2015) se

recomienda:

- Almacenarlas en lugares secos frescos ventilados y con poca luz.
- Retirar las hojas antes de almacenarlas.
- Lavarlas adecuadamente y secarlas completamente antes de su conservación.
- Evitar almacenarlas húmedas ya que la humedad favorece la formación de hongos.

Cuando se utilice **refrigeración** Rivera (2015) sugiere:

- Pelar lavar y picar el producto.
- Colocarlo en bolsas plásticas o envases con tapa.

Asimismo pueden conservarse enterradas en tierra o macetas con o sin hojas manteniendo la humedad del suelo; en este caso se recomienda su consumo inmediato.

Hortalizas de fruto

Para las hortalizas de fruto Rivera (2015) indica que deben almacenarse en:

- Ambientes secos frescos ventilados y con poca luz.
- No lavarlas antes del almacenamiento para evitar el deterioro prematuro.

En caso de refrigeración:

- Colocarlas en el cajón del refrigerador donde se mantiene una mayor humedad relativa que favorece su conservación.

Hortalizas de flores e inflorescencias

Las flores e inflorescencias requieren conservar su turgencia y frescura. De acuerdo con Rivera (2015) se recomienda:

- Mantener los tallos en recipientes con agua para preservar la humedad de flores y hojas.

- Si se almacenan en refrigeración envolverlas en fundas plásticas o envases con tapa reduciendo la pérdida de humedad.

Características básicas de calidad

La palabra «calidad» proviene del latín qualitas que significa atributo propiedad o naturaleza básica de un objeto. Sin embargo en la actualidad y en sentido abstracto su significado es «grado de excelencia o superioridad» (Kader *et al.* 1985 como se citó en FAO s.f.-d). Aceptando esta definición se puede decir que un producto es de mejor calidad cuando es superior en uno o varios atributos que son valorados objetiva o subjetivamente.

En términos del servicio o satisfacción que produce a los consumidores podríamos también definirla como el «grado de cumplimiento de un número de condiciones que determinan su aceptación por consumidor». Se introduce aquí un carácter subjetivo ya que distintos consumidores juzgarán con un mismo producto de acuerdo con sus preferencias personales.

a. Qué esté fresco.

b. Que muestre un punto óptimo de desarrollo.

c. Que sea sano.

Estas características pueden presentarse en distintos niveles dependiendo de factores como las condiciones de producción el clima durante la temporada y especialmente el manejo que recibe el producto desde la cosecha hasta su comercialización.

Desde el punto de vista del consumo lo más recomendable es utilizar las hortalizas inmediatamente después de la cosecha ya que en ese momento conservan mejor sus propiedades físicas y nutricionales. No obstante cuando esto no es posible los productos frescos pueden almacenarse por períodos cortos antes de su consumo. En el ámbito doméstico no resulta práctico conservar hortalizas por tiempos prolongados; por ello se recomienda mantenerlas envueltas en bolsas plásticas o recipientes con tapa a fin de reducir la deshidratación y el deterioro.

En relación con la alimentación humana y animal los productos cosechados deben presentar una apariencia adecuada y estar libres de defectos que puedan afectar su calidad tales como golpes manchas daños provocados por insectos microorganismos u otros agentes que representen un riesgo para la salud del consumidor. La presencia de estas alteraciones no solo disminuye la calidad visual del producto sino que también puede provocar problemas de inocuidad alimentaria.

Por otro lado cuando las hortalizas se destinan como materia prima para la industria su calidad es un factor determinante para lograr una

transformación eficiente y obtener buenos rendimientos industriales. En ciertos casos productos con baja calidad no permiten una correcta elaboración industrial afectando el proceso y el producto final.

Desde una perspectiva nutricional es fundamental considerar el valor biológico de los alimentos es decir su contenido de carbohidratos proteínas vitaminas sales minerales y otros compuestos esenciales. En los vegetales este valor depende en gran medida de las prácticas agronómicas aplicadas durante la producción por lo que la calidad final del producto debe ser monitoreada desde las etapas iniciales del cultivo incluso desde la preparación y siembra.

Manejo postcosecha: selección empaque almacenamiento y conservación

El manejo postcosecha comprende el conjunto de prácticas orientadas a preservar la calidad inocuidad y valor comercial de los productos hortícolas una vez que han sido cosechados. La manipulación y conservación de estos productos debe realizarse conforme a normas de calidad considerando tanto las características del producto obtenido como cada una de las etapas que integran la cadena del proceso productivo. En la producción agrícola desde el momento de la cosecha hasta la distribución al consumidor final o a la unidad de procesamiento es necesario establecer procedimientos estandarizados que permitan mantener el producto en condiciones adecuadas. Una manipulación incorrecta puede provocar daños físicos que disminuyen la calidad del producto o lo vuelven inservible por lo que resulta indispensable aplicar prácticas apropiadas de manejo durante todas las fases postcosecha. En el caso de los productos vegetales desde el instante de la cosecha deben

observarse normas estrictas de manejo con el objetivo de evitar heridas cortes o magulladuras que faciliten la entrada de microorganismos causantes de pudriciones. Asimismo se debe prestar especial atención a las condiciones de exposición al sol al almacenamiento temporal en bodegas o canchones y a las operaciones de carga y descarga durante el transporte ya que estas etapas influyen directamente en la conservación y calidad final del producto (FUSADES 2024).

Acopio en terreno

El acopio en terreno constituye una etapa clave dentro del manejo poscosecha especialmente cuando las áreas de cultivo no son muy pequeñas. En estos casos la cosecha debe reunirse y prepararse considerando su posterior traslado al mercado a la bodega de empaque a la planta de procesamiento o al centro de almacenamiento. De acuerdo con la FAO (1987) las interrupciones durante la cosecha —como lluvias fallas mecánicas u otros imprevistos— son frecuentes por lo que el acopio debe planificarse adecuadamente considerando la ubicación óptima y la disponibilidad de instalaciones básicas.

Sombra y protección

El producto cosechado debe mantenerse protegido de la radiación solar ya que la temperatura de los tejidos vegetales aumenta rápidamente después de la cosecha. Según la FAO (1987) el calor directo del sol puede provocar daños irreversibles en las hortalizas y frutas. Asimismo es necesario contar con cobertizos o estructuras de protección que resguarden el producto de la lluvia la cual puede favorecer daños posteriores. En algunos casos puede considerarse el uso de techos

simples con enfriamiento por evaporación como alternativa para reducir la temperatura del producto.

Preparación de los productos para almacenar

Antes de almacenar las hortalizas es indispensable realizar una **selección cuidadosa del producto** descartando cualquier unidad o parte que presente signos de **pudrición o deterioro** ya que estos aceleran la pérdida de calidad del resto del lote. Las hortalizas que no cumplan con condiciones adecuadas deben destinarse a **consumo inmediato**.

Posteriormente los productos seleccionados deben someterse a un **proceso de limpieza** eliminando restos de suelo y material extraño. En el caso de hortalizas como **zanahoria y remolacha** se recomienda retirar la **parte aérea (hojas)** antes del almacenamiento ya que estas incrementan la pérdida de humedad y reducen la vida útil del producto.

Luego del lavado es fundamental **retirar el exceso de agua** presente en la superficie del producto ya que la humedad favorece el desarrollo de microorganismos. Cuando las hortalizas se almacenan en el refrigerador fuera del cajón inferior se aconseja colocarlas en **bolsas plásticas o recipientes con tapa** con el fin de conservar la humedad adecuada y evitar la deshidratación.

Empacado y embalado.

Se debe embalar en forma cuidadosa para no dañar los frutos.

- El embalaje debe ser realizado por personal capacitado sobre todo

respecto a inocuidad e higiene.

- Los materiales de embalaje deben ser en lo posible nuevos o en caso de ser reutilizados deben estar bien lavados. Al momento de utilizarse éstos deben encontrarse limpios y en buen estado.
- Los materiales de embalaje deben ser almacenados y manipulados en condiciones que permitan su uso para un producto alimenticio.
- El proceso de embalaje debe efectuarse en un sitio protegido de forma que se evite la contaminación del producto.
- El personal que participa en las faenas de embalaje debe disponer de las instalaciones necesarias para su higiene y hacer uso de ellas.
- El personal que participa en la cosecha transporte embalaje manejo de materiales y almacenamiento debe cumplir estrictamente con las medidas de higiene y de salud del personal y mantener los cuidados necesarios para evitar la contaminación del producto (FAO s. f.-e).

La necesidad del empaque

El empaque de frutas y hortalizas debe responder tanto a las exigencias del producto como a las demandas del mercado. Debido a la naturaleza altamente perecible de los productos frescos el empaque constituye una inversión indispensable dentro del manejo poscosecha. El empaque cumple funciones fundamentales como la protección del producto a lo largo de todas las etapas del proceso de comercialización desde el

productor hasta el consumidor final. Asimismo el uso adecuado de envases permite reducir la manipulación individual del producto lo que contribuye a agilizar las operaciones de mercadeo y disminuir el daño mecánico. Otro aspecto relevante es la estandarización de las unidades por envase facilitando que los diferentes actores de la cadena comercial trabajen con cantidades uniformes y comparables. En muchos países en desarrollo el empaque de productos frescos es inexistente o se limita a formas muy básicas. Aunque existen iniciativas orientadas al desarrollo de envases más adecuados estas suelen ser casos aislados. Con frecuencia la mejora del empaque se plantea como una estrategia clave para el desarrollo del mercado y la reducción de pérdidas poscosecha; sin embargo cuando una propuesta de envase no tiene éxito suele abandonarse la experimentación posterior. El bajo valor económico de numerosos productos frescos limita la introducción de envases más sofisticados ya que dificulta justificar inversiones en materiales de mayor costo. No obstante la elevada perecibilidad de estos productos justifica evaluar cualquier mejora en el empaque siempre que este aporte beneficios comprobables en la calidad poscosecha y sea económicamente viable.

El empaque es por lo general el componente del manejo poscosecha que puede modificarse con mayor facilidad. Sin embargo existe una tendencia a atribuir las pérdidas únicamente a un envase inadecuado sin realizar previamente un análisis integral de toda la cadena de cosecha manipulación y comercialización. En situaciones donde las pérdidas son excesivas es poco probable que un simple cambio de envase genere mejoras significativas si no se optimizan simultáneamente las prácticas de cosecha manejo en campo clasificación por calidad y transporte. Por

ello la introducción de nuevos envases debe formar parte de un programa integrado de mejora del manejo poscosecha (FAO 1987).

Consideraciones del empaque de productos frescos

Antes de implementar cualquier modificación del empaque a escala comercial es recomendable elaborar un perfil de trabajo que reúna todas las características físicas técnicas y económicas relacionadas con el nuevo envase. Según la FAO (1987) este análisis previo permite evaluar la viabilidad del cambio y anticipar posibles limitaciones en su aplicación.

Entre los **elementos básicos** que deben considerarse dentro de este perfil se incluyen:

1. El tipo de producto que será empacado.
2. Las características del empaque actualmente utilizado.
3. La justificación técnica y económica del cambio de envase.
4. El peso del producto considerando la unidad comercial y su manipulación.
5. El valor aproximado del contenido del envase.
6. La vida útil o período de almacenamiento del producto.
7. El radio de comercialización y los costos de transporte asociados.
8. El tipo de transporte utilizado.
9. Las condiciones climáticas durante el traslado.

10. El estado del producto al momento del empacado (caliente frío húmedo o seco).
11. La necesidad de almacenamiento en frío.
12. La aplicación de tratamientos especiales como fumigación maduración o desverdizado.
13. El método de llenado ya sea manual o automatizado.
14. Los requerimientos de etiquetado voluntarios u obligatorios.
15. El color preferido del envase.
16. El número de categorías o grados de calidad.
17. La condición de envase desechable o retornable.
18. El destino del producto ya sea para consumo local o exportación.
19. El método de exhibición en el comercio minorista.
20. La resistencia del producto al daño mecánico.
21. La disponibilidad y costo de materiales de empaque a nivel local.
22. El tipo de consumidor al que va dirigido el producto.

El análisis detallado de este perfil permite definir los requerimientos esenciales del nuevo envase y detectar posibles dificultades en su diseño. A partir de ello el diseño preliminar del empaque debe considerar aspectos clave como la prevención del daño mecánico el tamaño y la forma la resistencia la ventilación los materiales de fabricación así como la apariencia y el etiquetado elementos que influyen directamente en la

protección del producto y su aceptación en el mercado (FAO 1987).

Prevención del daño mecánico

Durante el manejo poscosecha el producto puede sufrir distintos tipos de daño mecánico los cuales reducen su calidad y valor comercial. Estos daños pueden clasificarse en cuatro categorías principales: cortes compresiones impactos y abrasiones por vibración. Los cortes y heridas suelen originarse durante la cosecha o en las primeras etapas de manipulación. Una recolección cuidadosa y un manejo adecuado del producto permiten minimizar este tipo de daños que representan una de las principales vías de entrada para microorganismos causantes de pudriciones. El magullamiento por compresión ocurre cuando los productos son sometidos a un exceso de peso especialmente en envases demasiado profundos o sobrellenados. Para evitarlo se recomienda utilizar recipientes con suficiente resistencia para soportar el estibamiento pero que no permitan demasiadas capas de producto evitando así la presión excesiva sobre las unidades ubicadas en el fondo del envase.

Los daños por impacto se producen con frecuencia durante la carga descarga y el transporte como consecuencia de caídas del envase frenadas bruscas aceleraciones repentinas o el tránsito a alta velocidad por caminos en mal estado. Estos problemas se agravan cuando se utilizan envases demasiado grandes o pesados o que carecen de asas o agarraderas lo que dificulta su manipulación adecuada. Por su parte las abrasiones causadas por vibración se generan durante el transporte cuando el movimiento continuo provoca fricción entre las unidades del

producto o entre el producto y las paredes del envase. Estas abrasiones pueden ir desde marcas superficiales hasta pérdidas de piel o pulpa lo que deteriora la apariencia del producto reduce su valor comercial y acelera los procesos de deterioro fisiológico y microbiológico. Las heridas mecánicas suelen manifestarse mediante oscurecimientos de los tejidos incremento de la tasa respiratoria y una mayor susceptibilidad a infecciones factores que aceleran el deterioro poscosecha. Para reducir estos daños el diseño del envase debe basarse en dos principios fundamentales (FAO 1987):

- Las unidades del producto no deben poder desplazarse libremente dentro del envase ni entrar en contacto brusco entre sí o con las paredes del recipiente.

- El envase debe estar completamente lleno pero sin exceso de producto evitando tanto el sobrellenado como el empacado demasiado apretado.

Entre las estrategias de protección que pueden emplearse se incluyen el empaque individual el uso de bandejas o celdas que separen cada unidad o la incorporación de materiales amortiguadores que absorban la energía generada durante el transporte. No obstante la FAO (1987) destaca que la medida más efectiva para prevenir el daño mecánico sigue siendo una manipulación y un transporte cuidadosos los cuales requieren principalmente capacitación y disciplina del personal más que grandes inversiones económicas.

Tamaño y forma

El tamaño y la forma del envase deben facilitar su manipulación estibamiento y transporte evitando recipientes excesivamente pesados o de dimensiones inadecuadas. Los envases deben adaptarse tanto al producto como al vehículo de transporte de modo que optimicen el uso del espacio y reduzcan el riesgo de daño mecánico.

A nivel mundial existen numerosos tamaños y diseños de envases muchos de los cuales han sido evaluados en función de los sistemas de mercadeo locales. No obstante otros han sido adoptados de forma general para distintos productos sin una evaluación técnica completa por lo que requieren ajustes y mejoras para responder adecuadamente a las necesidades específicas de cada cadena de comercialización (FAO 1987).

Resistencia

La resistencia del envase está determinada por su tamaño forma materiales y método de construcción. El envase debe ser capaz de soportar el estibamiento y la manipulación bajo diversas condiciones incluyendo ambientes húmedos y el transporte en vehículos abiertos. En estos casos puede ser necesario emplear materiales impermeables o realizar adaptaciones en los medios de transporte. Para la mayoría de los productos frescos el envase debe contar con orificios de ventilación; sin embargo su diseño y ubicación no deben comprometer la resistencia estructural. La función principal del envase es proteger el producto por lo que debe evitar colapsar bajo las condiciones normales de manejo y distribución. Asimismo es importante realizar un seguimiento continuo del daño que pueda sufrir el envase a lo largo del proceso de mercadeo

(FAO 1987).

En el caso de envases no retornables estos deben resistir adecuadamente un solo ciclo de transporte desde el productor hasta el consumidor. Por el contrario los envases retornables deben presentar una resistencia acorde con el número de usos necesarios para que su costo sea amortizado.

Ventilación

La ventilación cumple un papel fundamental en el empaque de productos frescos ya que permite disipar el calor generado por la respiración del producto favoreciendo la aireación y facilitando la refrigeración cuando esta se aplica. Una ventilación adecuada puede lograrse removiendo aproximadamente un 5 % del área lateral del envase mediante orificios redondos u oblongos o dejando espacios apropiados en su estructura. Cuando se emplean revestimientos internos es necesario incrementar la ventilación; sin embargo esta no debe lograrse a expensas de la resistencia del envase. Un equilibrio adecuado entre ventilación y solidez estructural es esencial para mantener la calidad del producto durante el almacenamiento y el transporte (FAO 1987).

Materiales de empaque

Para el empaque de productos hortícolas se emplean diversos materiales cuya selección debe basarse en las características del producto el sistema de comercialización y los costos involucrados. De acuerdo con la FAO (1987) cada material presenta ventajas y limitaciones que deben

evaluarse antes de su adopción.

Materiales naturales (canastos y fibras vegetales)

Los envases elaborados con materiales naturales como bambú mimbre o paja son utilizados tradicionalmente en muchos sistemas agrícolas debido a que son económicos de fácil disponibilidad y familiares para los usuarios. No obstante presentan desventajas importantes entre ellas:

- Dificultad para limpiarlos y desinfectarlos lo que favorece la acumulación de organismos causantes de pudriciones;
- Baja rigidez que impide el estibamiento adecuado;
- Tendencia al sobrellenado provocando magulladuras por presión;
- Tamaños y formas poco prácticas que desaprovechan el espacio de transporte;
- Presencia de bordes ásperos que pueden lesionar el producto (fao 1987).

Madera

Las cajas de madera son ampliamente utilizadas y pueden fabricarse tanto para uso reutilizable como en versiones más livianas. Entre sus principales ventajas se encuentran su rigidez resistencia y en muchos casos la disponibilidad local. Sin embargo la FAO (1987) señala varias limitaciones:

- Dificultad para su limpieza y esterilización;

- Peso elevado especialmente en envases reutilizables;
- Superficies ásperas clavos o bordes cortantes que requieren revestimientos internos;
- Posible limitación en la disponibilidad de madera debido a procesos de deforestación lo que puede incrementar costos.

Cartón corrugado o madera comprimida.

Las cajas de cartón corrugado presentan ventajas como su ligereza superficies suaves buena presentación y la posibilidad de incorporar etiquetas impresas. Además pueden fabricarse en diversos tamaños y niveles de resistencia. Entre sus desventajas se encuentran:

- No son reutilizables lo que incrementa su costo;
- Son sensibles a la humedad y a la manipulación descuidada a menos que se impermeabilicen;
- Su producción suele ser poco viable a pequeña escala requiriendo materiales importados (fao 1987).

Recipientes de plástico.

Los envases plásticos pueden fabricarse en múltiples diseños colores y especificaciones. Sus principales ventajas incluyen alta resistencia facilidad de limpieza superficies lisas y la posibilidad de ser retornables. Sin embargo presentan algunas desventajas relevantes:

- alto costo inicial y necesidad de inversión considerable;

- dificultad para organizar su retorno en trayectos largos;
- limitaciones para su uso en exportación (FAO 1987).

Bolsas o redes.

Las bolsas y redes fabricadas con fibras naturales o sintéticas son ligeras económicas y en algunos casos reutilizables. La FAO (1987) indica que:

- Ofrecen protección limitada especialmente para productos delicados;
- Dificultan el estibamiento seguro;
- La malla puede restringir la ventilación adecuada;
- Suelen ser de gran tamaño lo que favorece un manejo inadecuado.

Papel y películas plásticas.

El papel y las películas plásticas se utilizan principalmente como revestimientos o divisiones internas en los envases con el fin de reducir la pérdida de agua y minimizar el daño por fricción. También se emplean para envolver productos destinados a la venta minorista. Sus principales desventajas son:

- El aumento del costo del empaque;
- La creación de una barrera adicional al intercambio de calor y gases lo que puede afectar la conservación del producto (FAO, 1987).

Apariencia y etiquetado

En mercados competitivos donde circulan grandes volúmenes de productos empacados la apariencia del envase juega un papel clave en la decisión de compra. Un envase visualmente atractivo puede captar la atención del comprador y diferenciar el producto frente a múltiples opciones disponibles en el mercado. El diseño gráfico el color y la presentación del envase cuando son desarrollados de manera profesional pueden justificar el costo adicional que implican especialmente en mercados exigentes. No obstante en sistemas donde existen contratos directos con distribuidores o minoristas estos elementos pueden no ser prioritarios. En el caso de los mercados de exportación la presentación del producto ha adquirido gran relevancia destinándose inversiones significativas al desarrollo de logotipos gráficos y diseños multicolores que si bien no mejoran físicamente el producto contribuyen a fortalecer su posicionamiento comercial y aumentar las ventas. En cuanto al etiquetado aunque algunos compradores no exigen información visible en el envase su inclusión suele resultar ventajosa como medio de identificación del producto. Para los mercados de exportación los requisitos de etiquetado suelen ser estrictos y obligatorios e incluyen información básica que permita reconocer claramente el origen y las características del producto (FAO 1987).

Los requerimientos de etiquetado (tabla 83) para los mercados de exportación son muy completos y frecuentemente obligatorios ellos incluyen:

Tabla 83. Requerimientos de etiquetado para los mercados.

Origen	**Peso**
Articulo	**Proveedor**
Variedad	**Cuenta (numero de unidades por envase)**

Fuente: Adaptado de FAO (1987).

En muchos mercados nacionales también existen normativas que establecen requisitos mínimos de etiquetado similares a los exigidos para exportación. Las etiquetas deben colocarse en el exterior

del envase ser legibles y estar impresas con tinta resistente al agua. Estas pueden ser estampadas impresas o incluso escritas a mano siempre que cumplan con los criterios de claridad y durabilidad (FAO 1987).

Las etiquetas adhesivas representan una alternativa práctica y de bajo costo ya que facilitan su aplicación sobre el envase terminado y aportan un valor visual adicional. Estudios indican que este tipo de etiquetado es fácilmente reconocido por el consumidor y cuando el producto satisface sus expectativas contribuye a la fidelización y recompra.

Costo y abastecimiento del empaque

El criterio fundamental al seleccionar un tipo de empaque es que este aporte un valor agregado suficiente al producto de manera que compense el capital invertido los costos operativos del empacado y permita obtener un margen de ganancia. Aunque el valor agregado resulta difícil de cuantificar con precisión su estimación debe considerar aspectos como la reducción de pérdidas el incremento de la

competitividad y la extensión de la vida comercial del producto. En la práctica una forma adecuada de evaluar el costo del empaque consiste en expresarlo como costo por unidad de peso (kilogramo o libra de producto) independientemente del valor absoluto del envase. Este enfoque permite determinar si el costo puede ser recuperado durante la comercialización siempre que el producto empacado sea competitivo frente a otros proveedores del mercado. En muchos mercados se ha demostrado que un producto de buena calidad correctamente empacado tiene una ventaja económica clara frente a productos de menor calidad y mala presentación. En estos casos la inversión realizada en un mejor empaque suele verse compensada por mayores ingresos derivados de una mejor aceptación comercial. Sin embargo la selección del envase no es el único factor que incide en los costos de empaque. La disponibilidad constante de materiales el mantenimiento de reservas suficientes así como la necesidad de contar con espacios adecuados de almacenamiento y gestión administrativa generan costos adicionales que deben incorporarse dentro de la evaluación económica. Por ello el abastecimiento regular de materiales de empaque requiere una planificación cuidadosa orientada a garantizar la continuidad del proceso sin comprometer la rentabilidad del sistema productivo (FAO 1987).

Almacenamiento

El deterioro de los productos agrícolas lo podemos atenuar llevando a ser almacenados en condiciones de refrigeración y sometidas a otros procesos de conservación o trasformados en productos industriales más estables que pueden ser mantenidos en optimo estado con mayor

facilidad como las conservas de vegetales y frutas. Las hortalizas deben almacenarse bajo su propia temperatura y humedad relativa con el fin de mantener su calidad y valor nutritivo. La idea básica entonces es lograr que al término del almacenamiento el producto mantenga su calidad (firmeza sabor textura olor composición química etc.) igual o bastante similar al producto fresco o recién cosechado (FAO 1987).

La vida de anaquel temperatura y humedad relativa óptima para un adecuado almacenamiento de hortalizas se aprecia en la tabla 84.

Tabla 84. Comportamiento de la tolerancia en condiciones de almacenamiento de productos hortícolas.

Hortaliza	Vida Anaquel (días)	Temperatura Óptima (°C)	Humedad Relativa (%)	Tolera hielo sobrepuesto
Ajo	90-120	0.0-1.1	65-75	**No**
Alcachofa	10-16	0.6-3.3	95-100	**Sí**
Berenjena	10-14	7.8-12.2	90-95	**No**
Brócoli	10-14	0.0	95-100	**Sí**
alabacita	7-14	5.0-10.0	95	**No**
Calabaza	84-160	10.0-15.6	50-75	**No**
Camote	120-210	12.8-15.6	85-90	**No**
Chile Morrón	14-21	7.2-10.0	85-90	**No**
Chiles Picosos	14-21	3.3-6.7	60-70	**No**
Cebolla bulbo	30-180	0.0	65-70	**No**
Cebolla rabo	7-10	0.0	95-100	**Sí**
Col	90-180	0.0	98-100	**Sí**
Col China	60-90	0.0	95-100	**Sí**

Coliflor	14-21	0.0	90-98	**No**
Espinaca	10-14	0.0	95-100	**No**
Fresa	7-14	0.0	95	**No**
Lechuga	14-21	1.1-2.2	98-100	**Sí**
Lechuga romanita	14-21	0.0	95	**No**
Melón	10-14	1.7-4.4	90	**No**
Melón liso	14-21	7.2-10.0	90-95	**No**
Nabos	120	0.0	90-95	**No**
Papa	56-140	7.2-10.0	90	**No**
Pepino	10-14	7.2-10.0	90-95	**No**
Pepino (sin semilla)	10-14	10.0-12.8	85-90	**Sí**
Puerro	60-90	0.0	95-100	**No**
Rabanito	10-21	0.0	95-100	**No**
Sandía	14-21	10.0-15.6	90	**No**
Tomate verde	21-28	16.7-20.0	85-90	**No**
Tomatillo	21	12.8-15.6	85-90	**No**
Zanahoria	**28-180**	**0.0**	**98-100**	**Sí**

Nota. Adjudicada a Información basada en la conferencia Manejo del cultivo: Cosecha y poscosecha impartida por García Batista (comunicación personal 30 de julio de 2025).

Durante el acopio en el terreno los productos cosechados no deben colocarse directamente sobre el suelo ya que esto incrementa el riesgo de contaminación. Para prevenir el amontonamiento y el aumento de temperatura por acumulación del producto es indispensable disponer de una cantidad suficiente de recipientes lo cual también permite reducir

manipulaciones innecesarias que podrían afectar la calidad del producto (Rondoño 2021).

Acceso. El sitio destinado al acopio debe ubicarse en un lugar que facilite el acceso tanto de los vehículos de transporte como de las cuadrillas de cosecha. No es recomendable situar el producto en áreas que obliguen a los trabajadores a realizar traslados prolongados ya que el esfuerzo físico excesivo incrementa el cansancio y en consecuencia eleva el riesgo de daños mecánicos ocasionados durante la manipulación del producto (Rondoño 2021).

Recipientes de campo

Los recipientes utilizados durante la cosecha varían según el cultivo los costos la disponibilidad de materiales y el sistema de recolección empleado. En muchos casos el recolector deposita el producto en recipientes pequeños que posteriormente se vacían en cajas o cajones de mayor capacidad para su transporte fuera del área de cultivo. En otros sistemas la cosecha puede realizarse directamente en pallets remolques o cajones transportados por estos; sin embargo el éxito de estas prácticas depende del adecuado entrenamiento del personal y de la rapidez de la operación a fin de evitar daños físicos o el sobrecalentamiento del producto. En el caso de frutas y hortalizas de naturaleza delicada que no toleran una manipulación excesiva resulta más conveniente recolectarlas directamente en los envases destinados a su comercialización como canastillas cajas o canastos adecuados para la venta al por menor. Estos recipientes suelen colocarse en cajas o bandejas más firmes que permiten acomodar un número definido de unidades y facilitan la estiba vertical

sin provocar aplastamiento. En hortalizas tiernas como lechuga coliflor y algunos tipos de repollo cultivados en Europa y Norteamérica el empaque directo en el campo es una práctica frecuente. De igual manera en frutas destinadas a la exportación marítima como plátano y mango el empaque en campo puede emplearse aunque un manejo inadecuado puede favorecer la aparición de manchas de látex y reducir el valor comercial del producto (Rondoño 2021).

Transporte fuera del predio

El transporte de los productos desde los sitios de cosecha hasta las áreas de acopio puede implicar el desplazamiento a través de varios kilómetros dentro del predio agrícola. Esta etapa suele recibir poca atención por parte de los productores lo que genera inconvenientes durante la movilización del producto fuera de la finca. Por esta razón desde la planificación del cultivo es fundamental prever espacios adecuados que faciliten el traslado del producto cosechado mediante senderos relativamente nivelados y con buen drenaje evitando zonas propensas a inundaciones. Estos caminos deben ser lo suficientemente amplios para permitir el paso seguro de los vehículos utilizados en el sistema de cosecha. Los medios de transporte como carretas remolques y camiones deben contar con una suspensión apropiada y operar con baja presión en los neumáticos con el fin de reducir los impactos y vibraciones que puedan ocasionar daños mecánicos al producto durante el traslado. Asimismo, se recomienda realizar el transporte a baja velocidad. El acondicionamiento del interior de los remolques con materiales blandos como paja u hojas puede contribuir a disminuir los daños físicos siempre que estos no se conviertan en una fuente de inóculo de enfermedades.

Además los vehículos destinados al transporte deben disponer de cubiertas que proporcionen sombra y cuando el producto permanezca por períodos prolongados durante el traslado se debe asegurar una ventilación adecuada. En el marco de las operaciones de postcosecha el objetivo principal del transporte fuera del predio debe orientarse a la implementación de un sistema que reduzca al mínimo las presiones ejercidas sobre el producto y las operaciones de manipulación. De igual manera es indispensable disminuir en la medida de lo posible el tiempo transcurrido entre la cosecha y el primer destino del producto garantizando siempre un manejo cuidadoso que permita conservar su calidad (FAO 1987).

11.4 Comercialización

Para el sector agrícola ecuatoriano la actividad más importante y de mayor riesgo es la comercialización los márgenes de comercialización existentes en la actualidad indican la diferencia entre el precio a nivel de finca y el precio final que paga el consumidor en los mercados locales y tiendas el cual en muchos casos hace que ciertos productos se encarezcan (Rodríguez 2012).

Comercialización La comercialización agrícola en Ecuador se caracteriza por la exportación de productos tradicionales como el banano y el cacao pero también por el impulso a la diversificación de productos y mercados incluyendo la creciente participación de la agricultura familiar campesina. El proceso implica el cumplimiento de normativas de salud y exportación como la solicitud de certificados sanitarios y se apoya en la asociatividad de productores para mejorar la calidad y competitividad.

a) Se debe transportar los productos considerado los riesgos de contaminación y daños mecánicos de acuerdo a las características propias de cada tipo de hortaliza y/o verdura.

b) La carga descarga y estiba del producto debe ser cuidadosa para no causar aplastamiento o daños físicos.

c) En caso que amerite la duración del viaje debe ser corta y en medios de transporte cerrados. Se recomienda que el medio de transporte cuente con sistema de enfriamiento.

d) Durante el transporte se recomienda evitar que los productos pierdan agua manteniendo las condiciones óptimas de higiene temperatura humedad relativa y circulación de aire constante dentro del medio de transporte.

e) En caso de transportar producto no apto para la comercialización se debe procurar su identificación y separación.

f) Se debe evitar el transporte del producto junto con otros alimentos que puedan contaminar o transmitir olores.

g) Se prohíbe el transporte del producto junto a combustibles plaguicidas productos de limpieza o tóxicos.

h) El vehículo que se utilice para transportar el producto debe usarse exclusivamente para este fin; en caso de no poder cumplir con esta disposición se debe implementar medidas de limpieza del vehículo tales como lavado y desinfección del área de carga antes y después del traslado.

i) Se debe llevar registros de la limpieza y desinfección de los medios de transporte

j) Cada embarque se identificará con un registro que contenga: el nombre del transporte transportista productor y empacadora fecha de embarque tiempo estimado de viaje números de lote variedad cantidad del producto.

k) Se debe disponer de documentos habilitantes para el transporte.

La comercialización de los productos agropecuarios constituye la fase intermedia entre la producción y el consumo e integra el sistema de relaciones sociales (Arias 2019). Existen factores que pueden afectarla y que resultan más cercanos a la actividad de comercialización como son: falta de organización para producir y vender débil cultura organizativa desconocimiento de precios falta de diagnóstico de la demanda inexistencia de contratos de compra-venta o acuerdos de comercialización débil integración entre productores a la hora de producir y comercializar (Demerutis & Rodríguez 2001) (como se citó en Rezabala *et al.* 2024).

Aspectos Clave de la Comercialización Agrícola en Ecuador

En la comercialización de productos agrícolas en El Ecuador se rige desde 4 aspectos los que se señalan a continuación:

1. Exportación de productos tradicionales y no tradicionales: Ecuador es líder en la exportación de banano y cacao pero también busca ampliar su oferta a otros productos para fortalecer la economía frente a fluctuaciones de precios.

2. Diversificación agroexportadora: El país busca generar y fortalecer la exportación de productos agrícolas no tradicionales para aumentar la resiliencia económica.

3. Rol de la agricultura familiar campesina: Este sector es fundamental ya que representa más del 60% de los alimentos consumidos en el país y se apoya en estrategias para su mejor comercialización y acceso a mercados.

4. Asociatividad y organización de productores: Fomentar la asociación de pequeños productores mejora las condiciones de mercado permitiendo ofrecer productos de calidad a precios competitivos.

La ineficiente comercialización de los productos agropecuarios se debe entre otras cosas a la baja producción (parcelas de menos de una hectárea donde se siembra de todo un poco producción artesanal falta de tecnificación e insumos déficit de agua para riego desinterés por los bajos precios o precios volátiles) mercados no especializados sistema de producción heterogéneo tiempos de cosechas diversas entre los productores exceso de intermediarios falta de crédito oportuno y blando.

A pesar de existir estructuras gubernamentales normativas beneficios tributarios programas de ayuda y líneas de crédito tanto públicas como privadas para el sector agrícola ecuatoriano los cambios que suceden no han sido favorables y se mantiene la inequidad la desigualdad y la pobreza. Un grupo de debilidades en el sector agrícola ecuatoriano como son la informalidad en la gestión el desconocimiento de la existencia de plataformas carencia de información financiera y poca interacción con

diversos actores del comercio bajos niveles de escolaridad de sus miembros la falta de conocimientos o la inexistencia de personal competente. A su vez la necesidad de producir y trasladar los productos a los clientes con mayor calidad y rapidez (Rezabala *et al.* 2024).

Proceso de exportación (ejemplo: brócoli)

A continuación se aprecian los aspectos que se siguen en el proceso de exportación a través del cultivo de brócoli:

1. Registro de Operador: El interesado debe registrarse en el sistema de Agrocalidad y proporcionar detalles de los sitios de producción acopio o procesamiento.
2. Auditoría y Certificado Sanitario: Un auditor de Agrocalidad inspecciona las instalaciones y el producto emitiendo un reporte para la obtención del certificado sanitario necesario para la exportación.
3. Declaración Aduanera: El exportador transmite una Declaración Aduanera de Exportación (DAE) a través de la página web de la Aduana incluyendo la descripción del producto destino importador etc.
4. Regularización de la Declaración: Se debe regularizar la DAE presentando en un plazo de 30 días posterior al embarque la factura comercial lista de embarque certificado de origen y documento de transporte (MAG 2021).

Infraestructura y Normativa

Rol del Estado: El gobierno ecuatoriano tiene la tarea de mantener y fortalecer las políticas de comercio exterior para garantizar la competitividad y sostenibilidad del sector agrícola.

Marco Regulador: Se aplican normativas relacionadas con la sostenibilidad ambiental y la seguridad alimentaria además de las regulaciones aduaneras para la exportación.

11.5 Normativas de inocuidad alimentaria

La normalización como el tipo especial de la actividad científico técnica surge el existir una división lo suficiente desarrollada del trabajo social.

La adecuada comprensión del lugar que ocupa la actividad de normalización en la construcción de una economía socialista y en la dirección de esta posee una significación esencial ya que permite determinar de una forma definida y precisa su papel objetivos y tareas.

Control de calidad: Normas que distinguen entre productos comparables basándose en una evaluación de pureza refinamiento valor u otras características predefinidas.

- Grados u otras clasificaciones jerárquicas (Grado A B C N.° 1 N.° 2). Las clasificaciones cualitativas («superfino jumbo sofisticado») también se refieren a estándares de calidad.
- Dependiendo de la demanda del mercado puede resultar difícil o imposible vender alimentos considerados de baja calidad (o "de baja calidad"). Estos alimentos pueden utilizarse para otros fines como el envasado o la elaboración de alimentos procesados.

- La calidad puede ser un indicador de seguridad aunque en general los estándares centrados en el control de calidad pueden no estar necesariamente relacionados con la seguridad.
- Lo que algunos académicos llaman “etiquetado social” como no modificado genéticamente libre de hormonas o libre de antibióticos también pueden considerarse estándares de calidad ya que estas características rara vez tienen un impacto directo en la seguridad o la salud (NCUS s. f.).

Entre los objetivos de la normalización se encuentran:

Elaborar la calidad de la producción y de los servicios asegurar el nivel adecuado y contribuir a crear las condiciones para desarrollar la exportación de productos que responden a las exigencias del mercado internacional.

Objetivos de la normalización

La normalización tiene como objetivos las siguientes:

- Contribuir a acelerar el progreso científico-técnico y aumentar la eficiencia de la producción social y la productividad del trabajo.
- Elevar la calidad de la producción.
- Contribuir a la especialización en la gestión de proyecto producción y distribución de los productos.
- Contribuir al empleo racional de los fondos productivos así como a la correcta utilización de los recursos materiales y labores.

- Contribuir a la conservación y mejoramiento de la protección del trabajo y del medio (EQA s. f.).

La normalización es la estandarización de productos servicios y actividades. Lo ideal es que se dirija a los moldes que representan la mejor manera de ejecutar un trabajo considerando la forma más segura fácil barata y fiable para que un operario pueda garantizar la calidad. La normalización suele abarcar las normas técnicas (especificaciones) del producto así como los procedimientos operativos para producirlo. Además se tienen en cuenta las actividades relacionadas con el control de calidad el medio ambiente y la seguridad. De este modo la normalización contribuye a la estabilización de los procesos armonizando la mano de obra con otros elementos: en efecto la combinación de máquina método mano de obra y material se unen para formar un potente sistema de producción (FM2S 2022).

Las normas ofrecen un lenguaje común de comunicación entre las empresas la Administración y los usuarios y consumidores establecen un equilibrio socioeconómico entre los distintos agentes que participan en las transacciones comerciales base de cualquier economía de mercado y son un patrón necesario de confianza entre cliente y proveedor. La norma de especificación de un producto determinado es utilizada por los productores para organizar la producción por los consumidores para conocer si dicho producto reúne las condiciones que satisfagan las necesidades y por los transportadores para saber en qué condiciones debe efectuarse el transporte sin efectuar la calidad del producto (Clubs Responsables de Calidad s. f.).

En Ecuador las normativas de calidad e inocuidad alimentaria incluyen la Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA) y normativas técnicas del Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN) como la NTE INEN-ISO 22000 para sistemas de gestión. También se deben seguir los Reglamentos del Sistema Nacional de Control (ARCSA) y el Ministerio de Producción que establecen requisitos de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) etiquetado y control de peligros como el sistema HACCP (EQA s. f.).

11.5.1 Marco Legal y Normativo

1- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria (LORSA): Esta ley establece la obligación del Estado de garantizar a la población alimentos sanos nutritivos y culturalmente apropiados de forma permanente promoviendo la producción conservación intercambio y consumo de alimentos seguros.

2- Normas INEN: El INEN es el organismo que emite las Normas Técnicas Ecuatorianas (NTE) y las adopta como normas internacionales para el país. Incluyen:

a- NTE INEN-ISO 22000: Define los requisitos para un Sistema de Gestión de la Inocuidad de los Alimentos (SGIA) aplicable a toda la cadena alimentaria.

b- NTE INEN-ISO/TS 22002-1 y 22002-4: Especifican los Programas de Prerrequisitos (PPR) para el control de peligros en la fabricación de alimentos y envases.

3- Arcsa (Agencia Nacional de Regulación Control y Vigilancia

Sanitaria): Es la entidad encargada de la regulación y control sanitario de los alimentos. Sus normativas incluyen:

a- Reglamento Sanitario de Etiquetado de Alimentos Procesados: Establece los requisitos para el etiquetado nutricional advertencias y otros datos en los productos alimenticios.

b- Reglamento de Buenas Prácticas (BPM): Detalla las medidas para la limpieza mantenimiento y control de plagas en las plantas de procesamiento de alimentos.

4- Ministerio de Producción Comercio Exterior Inversiones y Pesca: A través de sus subsecretarías como la de Calidad e Inocuidad se establecen normativas y se difunden regulaciones para diferentes sectores productivos (SIN s. f.).

Principales Aspectos Regulados:

Sistemas de Gestión de Inocuidad Alimentaria: La norma ISO 22000 y sus especificaciones técnicas establecen la estructura y los requisitos para implementar un sistema que controle los peligros alimentarios a lo largo de la cadena (INEN 2018).

Programas de Prerrequisitos: Las normas técnicas específicas de los PPR (como los para fabricación de alimentos o envases) son obligatorias para controlar los riesgos básicos.

Control de Peligros: El sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) es fundamental para identificar y controlar los peligros que pueden afectar la salud de los consumidores.

Etiquetado y Rotulado: Se establecen reglas sobre qué información debe aparecer en el etiquetado de los productos incluyendo ingredientes alérgenos datos nutricionales y advertencias.

Buenas Prácticas de Manufactura (BPM): Regulan las condiciones higiénicas de las instalaciones la operación y el mantenimiento de equipos para asegurar la inocuidad de los alimentos (INEN s. f.).

CAPÍTULO VII

12 Actualización y Resultados de la investigación en el manejo y conducción



Figura 188. Siembra de un cultivo hortícola.

Fuente: https://media.istockphoto.com/id/1385788718/es/foto/trasplante-de-pl%C3%A1ntulas-de- vegetales-en-suelo-negro-en-las-camas-elevadas-cultivar-plantas.jpg?s=612x612&w=0&k=20&c=o-vd5linO IzZX1H8l4_hGHNAySvUPaswSOHYhKQ9o=

La introducción de resultados de investigación en la práctica es crucial porque transforma el conocimiento abstracto en acción y mejora concreta permitiendo la validación adaptación y aplicación de hallazgos para resolver problemas reales optimizar procesos y fomentar el desarrollo en áreas como la educación la salud tecnología y la agricultura. Hace más angosta la brecha entre teoría y realidad impulsando la innovación mejorando la toma de decisiones y actualizando constantemente los métodos y prácticas profesionales para enfrentar desafíos emergentes.

De ello se derivan varios beneficios (Hernández de la Rosa 2015) entre los que sobresalen los siguientes:

- ***Validación y Mejora Continua:*** Permite que otros expertos y usuarios finales prueben critiquen y refinen los resultados asegurando su calidad y aplicabilidad en contextos reales (control de calidad definitivo).
- ***Democratización del Conocimiento:*** Hace que el conocimiento científico sea accesible y útil para la sociedad no solo para otros académicos reduciendo brechas y fomentando la equidad.
- ***Innovación y Desarrollo:*** Los resultados aplicados pueden llevar a nuevas soluciones productos políticas y marcos teóricos impulsando el progreso en diversos campos.
- ***Actualización Profesional:*** Para profesionales (docentes médicos ingenieros) permite mantenerse al día adquirir nuevas habilidades y enfrentar mejor los retos de su entorno.
- ***Cierre del Ciclo de Investigación:*** La investigación no se completa solo con la publicación; su verdadero impacto se logra cuando se implementa y genera un cambio tangible.

La investigación en Ecuador busca equilibrar la alta importancia económica de las hortalizas con la sostenibilidad ambiental fomentando prácticas agroecológicas y mejorando la comercialización para beneficio de los pequeños agricultores aunque persisten desafíos relacionados con la aplicación de tecnologías adecuadas a los ecosistemas locales. La investigación en manejo hortícola en Ecuador se enfoca en sostenibilidad tecnificación y rentabilidad destacando el uso de acolchados para controlar malezas y mejorar rendimientos en cultivos como lechuga y calabacín la promoción de bioinsumos (extractos

vegetales) para reducir agroquímicos y mejorar plántulas de tomate y el desarrollo de estrategias de mercado (canastas orgánicas) para la rentabilidad de pequeños productores abordando desafíos de erosión en la Sierra y la necesidad de adaptar tecnologías a ecosistemas locales para asegurar calidad y disminuir el impacto ambiental.

12.1 Actualización y resultados de la investigación en el manejo y conducción de los sembríos hortícolas

12.1.1 Evaluación agronómica de cultivos hortícolas en la zona costera del Ecuador Contexto agroecológico de la producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana. Producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana

La producción hortícola en la zona costera del Ecuador enfrenta diversos desafíos edafoclimáticos como la alta humedad relativa suelos con drenaje variable y temperaturas elevadas; sin embargo también representa una gran oportunidad para implementar prácticas sostenibles mediante el uso de bioinsumos tecnologías agroecológicas y sistemas de manejo eficientes. Los resultados de diversos estudios de investigación desarrollados entre 2023 y 2024 por estudiantes e investigadores de la Universidad Técnica de Machala han evaluado el desempeño agronómico de cultivos como tomate tipo cherry (*Solanum lycopersicum* L.) pimiento (*Capsicum annuum* L.) lechuga (*Lactuca sativa* L.) acelga (*Beta vulgaris var. cicla*) rábano (*Raphanus sativus* L.) zanahoria (*Daucus carota* L.) sandía (*Citrullus lanatus* L.) melón (*Cucumis melo* L.) pepino (*Cucumis sativus* L.) cilantro (*Coriandrum sativum* L.) y nabo (*Brassica rapa subsp. rapa*) bajo condiciones de campo abierto e invernadero han sido considerados en la actualización de labores a

ejecutar en los cultivos destacados.

Estos trabajos han utilizado diseños experimentales rigurosos y enfoques comparativos entre fertilización orgánica y convencional distintos tipos de abonos (compost biol gallinaza) prácticas de manejo como podas distancias de siembra y control de riego mediante tensiómetros. Los resultados obtenidos contribuyen de forma significativa a la actualización técnica del manejo y conducción de sembríos hortícolas en la región aportando evidencias locales para una transición efectiva hacia sistemas productivos más resilientes eficientes sostenibles y respetuosos con el medioambiente.

Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)



Figura 189. Cultivo de tomate.

El tomate (Foto 189) es una de las hortalizas de mayor relevancia a nivel mundial tanto para consumo fresco como industrial. A escala global China lidera la producción con más de 34 millones de toneladas anuales seguida por Estados Unidos Turquía India e Italia. En el contexto ecuatoriano el tomate ocupa el cuarto lugar en importancia entre las hortalizas cultivadas con un aproximado de 3.333 hectáreas sembradas anualmente.

En Ecuador diversos estudios realizados entre 2016 y 2024 han contribuido a actualizar el conocimiento sobre este cultivo en diferentes regiones agroecológicas. En la provincia de Napo la Universidad Estatal Amazónica (UEA) evaluó el comportamiento del tomate variedad SYTA bajo condiciones de invernadero con manejo agroecológico basado en la aplicación de compost y fertilizantes foliares El cultivo fue manejado con riego manual tutorado con cinta plástica y deshije semanal. Las plantas fueron trasplantadas a los 31 días después de la germinación y se aplicaron fertilizantes foliares a los 15 30 45 y 60 días después del trasplante.

Los resultados morfológicos evidenciaron un desarrollo vegetativo robusto. A los 72 días después del trasplante (ddt) las plantas alcanzaron una altura promedio de 2933 cm y presentaron un promedio de 21 hojas activas. El crecimiento fue acelerado entre los 24 y 43 ddt reflejando la respuesta de las plantas a la baja luminosidad de la Amazonía que induce el alargamiento del tallo. La acumulación de materia seca mostró un cambio progresivo: al inicio las hojas concentraban la mayor biomasa pero a los 72 ddt los frutos representaban el 52% del total (5571 g de un total de 10644 g por planta) con un índice de cosecha de 052. El rendimiento alcanzó los 2688 t/ha con un promedio de 3433 frutos por planta y un peso promedio de 1304 g por fruto (Alemán *et al*. 2016).

Paralelamente en el litoral sur del país investigaciones desarrolladas por la Universidad Técnica de Machala entre 2017 y 2024 abordaron el manejo del tomate bajo condiciones de invernadero y clima tropical húmedo. Uno de los estudios más relevantes determinó el coeficiente de cultivo (Kc) del tomate mediante lisímetros de pesada evaluando la

evapotranspiración del cultivo en cada fase fenológica. Esta información permitió generar curvas precisas de Kc esenciales para la programación eficiente del riego por goteo ajustado a las necesidades hídricas reales del cultivo en cada etapa (germinación floración cuajado y maduración). Entre los resultados aportados tenemos: 1-Los KC de cultivo para cada una de las etapas fisiológicas los cuales fueron: Etapa inicial 0.55; Etapa de desarrollo de 1.05; 2-Etapa de mediados de desarrollo 1.11 y Etapa final 0.75. 3- El periodo vegetativo del cultivo está influenciado por diversos factores variedad densidad de siembra condiciones climáticas y manejo. 4-Los valores obtenidos de KC en este trabajo experimental frente a los propuestos por la FAO mantienen una correlación alta positiva de R2= 0.98 (Llumiluisa 2024 como se citó en Cabrera 2024).

En otro estudio se evaluaron seis variedades tipo Cherry en términos de su adaptación fenotípica considerando parámetros como vigor densidad foliar tipo de flor color del hipocótilo forma y color del fruto. La variedad *San Marzano 2* presentó buen desarrollo aunque con un ciclo más tardío mientras que *Cuor di Bue* mostró bajo rendimiento. Algunas variedades exhibieron una coloración de morado-oscura en la madurez indicativa de alta concentración de antocianinas y antioxidantes lo cual representa un valor nutricional añadido (Aguilar 2023 como se citó en Cabrera 2024).

En conjunto los resultados provenientes de las regiones amazónica y costera aportan conocimientos valiosos para la selección varietal la formulación de planes de fertilización y riego y la implementación de tecnologías de cultivo protegido. Estos hallazgos respaldan una horticultura más eficiente resiliente y con menor impacto ambiental adaptada a las condiciones edafoclimáticas del Ecuador.

Lechuga (*Lactuca sativa* L.)

La lechuga es una de las hortalizas más demandadas en el consumo doméstico y en establecimientos gastronómicos debido a su frescura versatilidad culinaria y contenido nutricional especialmente en vitaminas y minerales. Su valor comercial se ha incrementado notablemente gracias a su adaptabilidad a diferentes sistemas de cultivo y a la posibilidad de producirla durante todo el año.

Entre las técnicas modernas más empleadas se destacan la hidroponía y la aeroponía las cuales permiten el cultivo sin necesidad de suelo utilizando sustratos inertes y soluciones nutritivas controladas. Estas técnicas optimizan el uso del agua y los nutrientes reducen la presencia de malezas plagas y enfermedades y permiten un mayor control del ambiente radicular. En contextos urbanos o de espacio reducido estas prácticas ofrecen una alternativa sostenible para la producción hortícola.

La investigación desarrollada en la Universidad Técnica de Machala evaluó de forma comparativa el rendimiento de lechuga en sistemas hidropónicos y aeropónicos automatizados. Las variables agronómicas analizadas incluyeron el número de hojas largo ancho e índice de clorofila utilizando clorofilómetros. Los resultados mostraron que ambos sistemas permiten un desarrollo eficiente de la planta aunque la aeroponía ofreció mayor contenido de clorofila y crecimiento foliar más vigoroso. Como resultado se comprobó que el suministro equilibrado de soluciones minerales en ambos sistemas permite un crecimiento rápido y uniforme.

La aeroponía presentó ventajas adicionales como la eficiencia en el uso

del agua y el ahorro de espacio lo cual es especialmente beneficioso en zonas donde los recursos hídricos son limitados. Estas experiencias respaldan el uso de tecnologías limpias para mejorar la productividad de cultivos de hoja en la región litoral ecuatoriana contribuyendo con un modelo de producción sustentable y de alta calidad sanitaria (Solis 2017 como se citó en Cabrera 2024).

Sandía (*Citrullus lanatus* L.).

La sandía es una de las hortalizas-fruta más consumidas en el Ecuador particularmente en las épocas de calor debido a su sabor dulce y elevado contenido de agua. Aunque su origen se remonta a Egipto y su expansión inicial ocurrió en la India su cultivo ha alcanzado gran importancia en países latinoamericanos. En Ecuador provincias como Guayas y Manabí presentan condiciones óptimas para su producción aunque eventos climáticos adversos como las lluvias excesivas han limitado su aprovechamiento comercial llegando a provocar pérdidas del 80 % de la producción nacional en ciertos años.

Con el fin de mejorar el rendimiento de este cultivo se llevó a cabo una investigación que evaluó el **comportamiento productivo de la variedad Peackoc WR-124** bajo diferentes sistemas de poda en condiciones de campo abierto en Palmales cantón Arenillas. El experimento se desarrolló sobre un suelo de textura franco-arcillosa empleando un diseño de bloques completamente al azar con cuatro tratamientos: sin poda poda a guía primaria a guía secundaria y a guía terciaria. Los resultados demostraron que las plantas sometidas a poda presentaron un mejor desarrollo y rendimiento respecto al tratamiento

sin poda.

En particular el tratamiento con una sola guía terciaria generó frutos con mejor calidad comercial y mayor uniformidad. Además aunque solo se logró una cosecha debido a la incidencia de lluvias intensas se evidenció que los sistemas de poda optimizan el crecimiento vegetativo y permiten una mayor concentración de nutrientes hacia los frutos resultando en una cosecha más rentable (Lomas 2019 como se citó en Cabrera 2024).

Estos hallazgos son relevantes para productores locales ya que la aplicación adecuada de técnicas de poda permite contrarrestar parcialmente los efectos negativos de las condiciones climáticas mejorar la sanidad del cultivo y obtener frutos de mayor valor comercial aspecto crucial en un mercado donde existe alta competencia por el ingreso de fruta importada.

Nabo (*Brassica rapa sub sp. rapa*)



Figura 190. Cultivo de nabo.

Fuente: https://b329456.smushcdn.com/329456/wp-content/uploads/2022/01/Cultivo-de- Nabo.jpg?lossy=2&strip=1&webp=1

El cultivo de nabo (Foto 190) ha ido adquiriendo relevancia como hortaliza de raíz por su adaptabilidad a diferentes condiciones climáticas y edáficas su rápido ciclo vegetativo y su valor nutricional. En el contexto de la región litoral del Ecuador una investigación reciente evaluó el régimen de riego mediante tensiómetros en cultivo de nabo bajo condiciones de invernadero con el objetivo de optimizar el uso del recurso hídrico sin comprometer el rendimiento. La investigación fue desarrollada en la Granja Experimental Santa Inés bajo un sistema de riego por goteo y con fertilización incorporada en el agua de riego.

Se establecieron tres tratamientos definidos por niveles de potencial mátrico del suelo: 10 cb 20 cb y 30 cb. Estos valores corresponden a distintos niveles de humedad: 10 cb indica suelo saturado 20 cb representa el rango óptimo de disponibilidad hídrica para la planta y 30 cb se asocia con condiciones de estrés hídrico moderado.

Los resultados evidenciaron que el tratamiento con tensiómetros calibrados a 20 cb permitió un equilibrio adecuado entre disponibilidad de agua y oxigenación del suelo traduciéndose en un mayor desarrollo radicular homogeneidad en la formación de raíces y reducción del agrietamiento. Las plantas sometidas a este régimen mostraron raíces más firmes bien conformadas y con menor incidencia de enfermedades asociadas a excesos de humedad.

La investigación también incluyó la construcción de una curva de retención de humedad para el suelo del invernadero con lo cual se obtuvo una herramienta práctica para la programación de riegos futuros en cultivos similares. Esta técnica se presenta como una alternativa

eficiente y replicable para pequeños productores hortícolas al permitir un uso racional del agua con base en datos reales del estado hídrico del suelo (Espinoza 2018 como se citó en Cabrera 2024a).

Pimiento (*Capsicum annuum* L.)



Figura 191. Cultivo de pimiento.

El pimiento (Foto 191) es una hortaliza de alto valor económico y nutricional cultivada extensamente en Ecuador por su contenido en vitaminas A y C su versatilidad culinaria y su aporte al mercado fresco y procesado. A nivel nacional se reporta una producción aproximada de 8.180 toneladas distribuidas en más de 2.000 hectáreas cultivadas.

Investigaciones desarrolladas tanto en la región litoral como en la Amazonía ecuatoriana han aportado información valiosa para optimizar el manejo agronómico de este cultivo. En la Granja Experimental Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala se evaluó la incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento. El ensayo realizado en 2019 aplicó cuatro niveles de nitrógeno (0 225 450 y 675 kg N/ha) bajo un diseño de bloques completamente al azar. Las variables evaluadas incluyeron altura de planta diámetro de

tallo longitud del fruto contenido de materia seca y concentración de clorofila (mediante CCM- 200). Las dosis intermedias (225 y 450 kg/ha) promovieron un desarrollo equilibrado y frutos bien conformados mientras que la dosis más alta provocó un exceso de crecimiento vegetativo con menor productividad. El estudio concluyó que siendo el nitrógeno el principal macronutriente para el desarrollo del pimiento su aplicación debe ser racional basada en análisis de suelos y curvas de absorción a fin de evitar efectos negativos sobre el rendimiento. La nutrición técnicamente fundamentada permite optimizar el desarrollo del cultivo mejorar la calidad de la cosecha y favorecer la competitividad del producto en los mercados locales y regionales (Mendoza 2020).

En paralelo en la región amazónica del Ecuador el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) de la Universidad Estatal Amazónica evaluó el comportamiento morfofisiológico y productivo del híbrido Nathalie comparando dos sistemas de cultivo: invernadero y campo abierto. El ensayo utilizó una densidad de siembra de 31.250 plantas por hectárea fertilización orgánica con compost (50 t/ha) y aplicaciones foliares de Metalosate Crop Up. Los mejores indicadores vegetativos —altura de planta (1363 cm) área foliar (095 m^2) y acumulación de materia seca— se lograron en invernadero gracias a un ambiente controlado con menor estrés hídrico y térmico. No obstante los mejores indicadores productivos se observaron en campo abierto donde se alcanzó un promedio de 9 frutos por planta con un peso promedio de 9758 g y un rendimiento total de 642 kg/m^2. El índice de cosecha también fue mayor en campo abierto (042) lo cual sugiere una mayor eficiencia en la asignación de biomasa

hacia estructuras reproductivas. Variables fisiológicas como la tasa de asimilación neta (TAN) el potencial fotosintético (PF) y el índice de productividad foliar (IPF) fueron más altos en invernadero aunque sin diferencias estadísticas significativas indicando que las plantas en ese ambiente fueron más eficientes en el uso de recursos por unidad de área foliar. Sin embargo la mayor disponibilidad de agua y una floración más prolongada en campo abierto contribuyeron al mayor número y peso de frutos lo que sugiere que el cultivo de pimiento puede desarrollarse con éxito en condiciones amazónicas sin necesidad de infraestructura de invernadero siempre que se garantice un manejo nutricional y fitosanitario adecuado (Alemán *et al.* 2018).

Estas experiencias en distintas regiones del país demuestran que el pimiento responde positivamente tanto al manejo técnico del nitrógeno como a la incorporación de bioinsumos como compost y fertilizantes foliares. Su producción puede ser tecnificada y sostenible adaptándose exitosamente a condiciones tropicales diversas ya sea en campo abierto o bajo cultivo protegido.

Zanahoria (*Daucus carota* L.)



Figura 192. Cultivo de zanahoria.

La zanahoria (Foto 192) es una hortaliza de raíz que se destaca por su alto valor nutricional especialmente por su contenido en betacarotenos vitaminas del grupo B fibra y minerales como el molibdeno. Es ampliamente cultivada en regiones templadas y subtropicales y en Ecuador se desarrolla principalmente en las provincias de Cotopaxi Bolívar Pichincha y Chimborazo. En la región de El Oro pese a contar con condiciones favorables no se han reportado grandes superficies de cultivo ni datos históricos extensos.

La Universidad Técnica de Machala ha desarrollado investigaciones orientadas al mejoramiento del rendimiento y calidad del cultivo bajo condiciones del litoral sur ecuatoriano. Un estudio desarrollado en la Granja Santa Inés evaluó el efecto de la densidad poblacional en parámetros morfológicos y agronómicos de la zanahoria. Se emplearon distintas distancias de siembra y se midieron variables como altura de planta número de hojas peso fresco de raíz y rendimiento por unidad de superficie. Los resultados indicaron que la densidad óptima mejora significativamente la producción total de raíces comerciales al reducir la competencia intraespecífica por agua luz y nutrientes. La siembra directa fue la técnica utilizada al ser la más adecuada para semillas pequeñas como las de zanahoria. Las hileras se establecieron con un distanciamiento de 20–25 cm entre surcos favoreciendo el desarrollo uniforme de la raíz primaria parte comestible del cultivo.

Otro aspecto importante fue la influencia de la fertilización orgánica. Aplicaciones de bioles y compost mejoraron no solo el rendimiento sino también la calidad visual y firmeza de las raíces reduciendo problemas fisiológicos como la rajadura. También se valoró la siembra con híbridos

mejorados los cuales mostraron ventajas sobre las variedades tradicionales como la Chantenay ampliamente cultivada por su bajo costo aunque con rendimientos inferiores. Finalmente se recomienda evitar el cultivo en época de lluvias intensas y mantener una humedad constante pero sin excesos ya que la zanahoria es susceptible a pudriciones y enfermedades radiculares (Tinoco 2020).

Melón (*Cucumis melo* L.)

El melón es una de las cucurbitáceas de mayor importancia comercial en Ecuador ocupando el segundo lugar por superficie sembrada en este grupo con más de 900 hectáreas dedicadas al cultivo y un rendimiento aproximado de 7.549 t anuales. Su demanda se debe a su alto contenido de agua sabor dulce propiedades nutricionales y su versatilidad para el consumo fresco o industrial.

Una investigación reciente evaluó la viabilidad de semillas de seis variedades de melón mediante pruebas de tetrazolio y bioestimulantes (AG3 (Ácido Giberélico 3)) con el objetivo de mejorar los protocolos de producción y conservación del material vegetal. La prueba de tetrazolio permitió determinar la viabilidad de las semillas previo a la siembra con resultados que oscilaron entre el 95 y 100 % de germinación mostrando homogeneidad en la calidad fisiológica del material vegetal. Arias (2021) concluye que en todos los casos las variedades presentaron una buena viabilidad mediante las pruebas de tetrazolio y estas fueron comprobadas con la prueba de germinación con AG3 a diferente dosis lo que indica que estas semillas están aptas para las siembras correspondientes. Las pruebas de tetrazolio permitieron conocer la

viabilidad de las semillas y esta se comprobó mediante las pruebas de germinación con las aplicaciones de AG3 en diferentes dosis obteniendo en la variable germinación en casi todas las variedades medias desde el 95 al 100% demostrando así que los resultados obtenidos mediante la prueba de tetrazolio son homogéneos y si bien la viabilidad de la semilla era buena la aplicación de la hormona no influyo en mayor medida. El uso de la hormona AG3 influyo respecto en las características agronómicas en las seis variedades de melón significativamente obteniendo valores positivos en la dosis de 10 ml y la de menor desarrollo con 5 ml respectivamente.

El estudio también analizó el uso de AG3 como bioestimulantes para la germinación donde se encontró que la dosis de 10 ml presentó mejores resultados en términos de emergencia y vigor de plántulas en comparación con dosis más altas. Estas condiciones favorecen una siembra más eficiente con plántulas mejor formadas y uniformes lo cual tiene un impacto directo en la calidad del cultivo establecido. Desde el punto de vista morfoagronómico las variedades evaluadas mostraron diferencias significativas en el color de cáscara textura contenido de azúcares y tamaño del fruto. Las condiciones de siembra en el litoral ecuatoriano especialmente en zonas como Santa Elena y Portoviejo permiten un desarrollo óptimo del cultivo entre los meses de diciembre y marzo favorecido por alta luminosidad temperaturas estables y suelos francos. El uso de semillas viables la aplicación de bioestimulantes y el monitoreo riguroso de la germinación son estrategias clave para mejorar la productividad del cultivo de melón reducir pérdidas por semillas no germinadas y obtener frutos de mayor calidad en un mercado nacional donde compite con frutas de importación y se requiere estandarización

en la oferta comercial.

Estudio de Evaluación de tres sistemas de poda en melón tutorado Edisto 47 de Morocho & Vega (2024) valoraron el efecto de tres sistemas de poda aplicados al cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) variedad Edisto 47 bajo un sistema tutorado vertical en Palmales – Arenillas con el objetivo de determinar cómo la estructura de poda influye en el rendimiento masa diámetro longitud y calidad comercial del fruto (Foto 6).



Figura 193. A y B. Toma de datos de los frutos cosechados.

Fuente: https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e7521ad8-9284- 4678-b4d6-b448ecbdfc21/content

1. Concluyen: La poda es fundamental para incrementar rendimiento y calidad del melón siendo una práctica decisiva para optimizar el cultivo.

2. El sistema de poda con un tallo (T2) fue el más eficiente para incrementar la masa y el diámetro del fruto mostrando los valores más altos entre tratamientos.

3. La cantidad de tallos secundarios influye en la redistribución de recursos afectando masa tamaño y calidad. Un menor número de tallos permite mayor energía por fruto.

4. El tratamiento T4 (tres tallos) destacó por producir más frutos de primera calidad mostrando un equilibrio entre número y calidad.

5. La poda combinada con tutorado mejora aireación exposición solar y facilita labores culturales contribuyendo a frutos más uniformes y de mejor desarrollo.

Acelga (*Beta vulgaris* L. var. cicla)

El cultivo de acelga bajo condiciones de invernadero ha sido objeto de investigación en el CIPCA de la Universidad Estatal Amazónica donde se evaluó el efecto de dos biofertilizantes orgánicos: compost y biol. El estudio utilizó un diseño de bloques completamente al azar con tres tratamientos: compost más suelo (C+S) biol (B) y testigo absoluto (T) cada uno con tres réplicas. Las variables evaluadas incluyeron altura de planta número de hojas diámetro del tallo área foliar así como contenido de materia seca fibra grasa y ceniza en el follaje y rendimiento agrícola expresado en kg/m².

Los resultados demostraron que aunque a los 8 días después de la germinación no hubo diferencias estadísticas significativas a los 59 días las plantas tratadas con compost y biol presentaron mayor altura (1842 cm y 1645 cm respectivamente) número de hojas (hasta 14 hojas por planta) y diámetro del tallo (hasta 1395 mm) en comparación con el testigo (1092 mm). El área foliar también fue significativamente mayor

con compost (006 m²) siendo esta variable crítica por tratarse de un cultivo de hoja comestible. En relación con la composición química del follaje los tratamientos con compost y biol mostraron mayores concentraciones de materia seca fibra grasa y ceniza en comparación con el testigo. Por ejemplo el porcentaje de ceniza fue de 092 % con compost y de 085 % con biol frente a 060 % en el testigo. La materia seca acumulada fue mayor en hojas tallos y raíces bajo compost con diferencias estadísticas significativas (P<005) indicando una mejor eficiencia fisiológica en el aprovechamiento de los nutrientes del suelo.

El rendimiento agrícola fue notablemente superior con compost alcanzando los 1645 kg/m² frente a 1364 kg/m² con biol y 1269 kg/m² en el testigo lo que equivale a un incremento de 400 g/m² respecto al control. Este resultado se asocia al mejoramiento de las propiedades físicas químicas y biológicas del suelo por parte del compost que mejora la estructura y la retención de humedad facilitando la absorción de nutrientes. En conjunto esta investigación valida la aplicación combinada de compost y biol como una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento y la calidad nutricional de la acelga en sistemas protegidos de pequeña escala particularmente en zonas húmedas como la Amazonía ecuatoriana. Además contribuye a la diversificación alimentaria de las familias rurales al promover cultivos de ciclo corto alta productividad y bajo impacto ambiental (Alemán *et al.* 2016).

Repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

La investigación realizada en el CIPCA-UEA evaluó el comportamiento del repollo variedad Gloria bajo dos condiciones de cultivo: en

invernadero y a campo abierto con el objetivo de determinar la adaptación del cultivo a las condiciones edafoclimáticas de la Amazonía ecuatoriana. El ensayo se estableció con 31.250 plantas por hectárea y fertilización orgánica (compost a razón de 5 t/ha). Se aplicó fertilizante foliar Metalosate Crop Up en tres momentos (15 30 y 60 días después de la germinación). En términos morfológicos a los 72 días después del trasplante (ddt) las plantas bajo invernadero presentaron mayor altura (373 cm) pero el número de hojas fue ligeramente superior a campo abierto (153 hojas frente a 137 en invernadero). El grosor del tallo medido a 10 cm del suelo fue estadísticamente mayor en invernadero a los 25 ddt (097 cm) aunque esta diferencia desapareció a los 72 ddt.

Los indicadores fisiológicos reflejaron que las plantas en invernadero desarrollaron mayor área foliar (118 m^2) e índice de área foliar (IAF) de 369 frente a 090 m^2 y un IAF de 283 en campo abierto. No obstante, el índice de productividad foliar (FPI) fue significativamente superior en campo abierto lo que indica que a pesar de menor masa foliar las plantas fuera del invernadero asignaron más biomasa al órgano cosechable.

El rendimiento económico medido como peso seco de la cabeza fue mayor fuera del invernadero (556 g vs. 482 g) lo cual se reflejó también en un índice de cosecha más alto (06 vs. 04).En términos productivos el peso fresco promedio por cabeza fue de 13 kg a campo abierto y 089 kg en invernadero mientras que el rendimiento agrícola alcanzó 78 t/ha fuera del invernadero y 53 t/ha en invernadero diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 005$). No se reportaron plagas o enfermedades en ninguno de los sistemas evaluados. Estos hallazgos indican que aunque el invernadero favorece el crecimiento vegetativo y

fisiológico del repollo es en campo abierto donde se obtiene mayor rendimiento comercial lo cual lo convierte en una alternativa viable y económica para sistemas hortícolas sostenibles en la región amazónica ecuatoriana y poder validar en las condiciones de la costa en la provincia de El Oro (Alemán *et al.* 2015).

Pepino (*Cucumis sativus* L

El pepino es una cucurbitácea de alta demanda en el mercado ecuatoriano tanto por su consumo fresco como por su uso en encurtidos y preparaciones industriales. Es un cultivo sensible a las condiciones climáticas la disponibilidad hídrica y el manejo agronómico siendo estas variables determinantes en su rendimiento y calidad comercial.

Una de las investigaciones desarrolladas por la Universidad Técnica de Machala tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización orgánica en parámetros morfológicos y productivos del pepino en la comuna El Cambio Machala. Se emplearon tratamientos con vermicompost en dos dosificaciones, así como un fertilizante mineral como testigo. Se evaluaron variables como número de frutos por planta peso promedio por fruto longitud y diámetro del fruto, así como contenido de sólidos solubles. Los resultados mostraron que el vermicompost mejoró el rendimiento total y favoreció el desarrollo vegetativo además de optimizar la calidad organoléptica del fruto. Esta alternativa demostró ser viable como sustituto parcial o total de fertilizantes sintéticos lo cual la convierte en una opción sustentable en el contexto de la producción hortícola orgánica (Beltrán 2021).

Otro estudio realizado en la Finca "El Ciruelo" en La Bocana Palmales

por León (2024) se evaluó el efecto de diferentes tipos de poda en híbridos de pepino (Jaguar Diamante y Thunder).



Figura 194. A. Limpieza de barbecho para implementación del cultivo B. Crecimiento de plántulas en el cultivo.

El diseño fue completamente al azar con parcelas replicadas analizando el número de frutos su calidad comercial y rendimiento total (Foto 194). Se emplearon seis tratamientos combinando los tres híbridos con dos esquemas de poda:

- Poda tipo 1: Dejar un solo fruto por nudo desde el medio metro del tallo.

- Poda tipo 2: Retiro de hojas al pie hasta 1 m con un fruto por nudo y luego dos por cada yema.

Se evidenció que la poda lateral a un solo tallo en el híbrido Thunder resultó en mayor uniformidad menor incidencia de deformaciones y mejor calibre de frutos. Las podas permitieron también un mejor manejo

fitosanitario y facilitación en las labores agrícolas lo cual representa un beneficio operativo para los productores. Los resultados mostraron diferencias significativas entre tratamientos en peso del fruto longitud y diámetro. El Tratamiento 3 (Thunder – poda tipo 1) obtuvo los valores más altos de peso mientras que T4 (Thunder – poda tipo 2) destacó en longitud y T5 (Jaguar – poda tipo 1) en diámetro.

Aguirre & Quezada (2023) al evaluar el comportamiento de tres híbridos de pepino: Jaguar Diamante y Thunder sembrados a dos densidades 50.000 plantas/ha (1 m × 0.20 m) y 40.000 plantas/ha (1 m × 0.25 m). Recomiendan que:

1. La densidad poblacional influye directamente en varias variables agronómicas mostrando efectos sobre peso longitud y rendimiento comercial.

2. Los tratamientos con mayor número de plantas por hectárea (50.000) generaran más frutos comerciales especialmente en segmentos de segunda calidad debido a mayor población plantada.

3. El análisis de tamaño (peso longitud diámetro) reveló que las diferencias más notables se presentaron en peso y longitud mientras que el diámetro mostró menor variabilidad estadística.

4. La combinación híbrida × densidad influyó en la calidad final del fruto destacándose:

- T5 (Thunder 50.000) como el tratamiento más equilibrado con alto rendimiento de primera y segunda.

- T3 (Diamante 50.000) como el de menor producción de frutos de primera.
- T4 (Diamante 40.000) como uno de los más consistentes.

5. El estudio demuestra que la correcta selección de densidad y variedad puede optimizar la producción de pepino en Palmales-Arenillas mejorando calidad y rendimiento.

6. La calidad comercial del fruto (primera segunda y no comercial) también varió según la combinación de híbrido y poda.

Efecto del poliacrilato de potasio con distintos intervalos de riego por goteo sobre la producción de pepino en Machala (Roblez & Honores 2024) analiza el impacto del poliacrilato de potasio (hidrogel) aplicado bajo distintos intervalos de riego por goteo (4 5 6 y 7 días) sobre la producción y calidad del pepino (*Cucumis sativus* L.) en Machala Ecuador. Para ello se utilizó un diseño factorial en bloques completamente al azar 2×4 evaluando dos factores: uso o no uso del hidrogel y frecuencias de riego. Se midieron variables productivas como peso longitud diámetro del fruto grados Brix y calidad comercial.



Figura 195. A. Aplicación de la dosis de hidrogel en la planta Foto B. Mezcla.

Fuente: https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/4b180e9a-fd49-436d-933c-566875f87fdf/content

Los resultados mostraron que aunque el modelo general fue significativo ni el hidrogel ni los intervalos de riego generaron efectos estadísticos significativos sobre peso longitud y diámetro del fruto (Foto 195). No obstante se observaron tendencias positivas en tratamientos con hidrogel especialmente bajo riegos menos frecuentes. En cambio los grados Brix sí presentaron diferencias significativas siendo mayores con hidrogel y riegos cada 4 y 6 días.

La calidad del fruto varió según los tratamientos: los frutos de primera calidad fueron más abundantes con riego cada 5 días mientras que el hidrogel incrementó la proporción de frutos de segunda calidad y redujo rechazos. En conjunto la investigación concluye que el hidrogel puede aportar beneficios agronómicos en situaciones de estrés hídrico aunque su efecto depende de la frecuencia de riego.

Sánchez y Macías (2023) al estudiar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre los parámetros agronómicos en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) en la parroquia Palmales cantón Arenilla analizan el efecto de seis niveles de fertilización nitrogenada (0% 25% 50% 75% 100% y 125% de la dosis recomendada) sobre variables agronómicas del cultivo de pepino en Palmales–Arenillas con el objetivo de identificar la dosis óptima que permita maximizar la productividad del fruto el desarrollo vegetativo y la calidad comercial (Foto 9).



Figura 196. A. Tratamientos B. Aplicación de los tratamientos

Fuente: https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eff90b45-1579-4473-8a39-dded432456b5/content

Recomiendan que:

1. El nitrógeno influye significativamente en el desarrollo vegetativo y productivo del pepino siendo esencial para la formación de clorofila proteínas y biomoléculas vegetales.

2. Las dosis 100% y 125% fueron las más exitosas mostrando los mayores promedios en peso diámetro y calidad confirmando que la respuesta del cultivo es directamente proporcional al aporte de N.

3. En la variable longitud del fruto los tratamientos fueron estadísticamente homogéneos aunque T4 y T5 mostraron los valores más altos.

4. La calidad comercial se favoreció con dosis altas de N incrementando los frutos de primera calidad y reduciendo los no comerciales.

5. Ninguna dosis superó las 100 t/ha proyectadas pero los tratamientos T4 (100%) y T5 (125%) fueron los de mayor rendimiento y los más cercanos a este valor.

6. Usar la dosis del 100% como nivel óptimo y reservar 125% solo en escenarios donde se busque maximizar tamaño y calidad considerando su mayor costo.

Torres y Vélez (2023) estudiaron el **Efecto de dosis crecientes de nitrógeno en la producción de pepino híbrido** evalúan el efecto de seis niveles de dosis nitrogenada (0% 25% 50% 75% 100% y 125% de la dosis recomendada) aplicadas al pepino híbrido Humacro en la Finca La Bocana parroquia Palmales–Arenillas con el objetivo de identificar la respuesta del cultivo en peso del fruto longitud diámetro calidad y rendimiento (t/ha) (Foto 10).



Figura 197. Siembra de híbrido de pepino por unidad experimental.

Fuente:
https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/02b0eaf0-c97d-41b0-9a0d-2c973ef74025/content

1. Los resultados concluyen que: El nitrógeno influye significativamente en el desarrollo y productividad del pepino

siendo un macronutriente esencial para procesos fisiológicos y morfológicos.

2. La mayor masa del fruto se registró en T5 (125% DR) con 489.82 g seguido de T4 (100% DR) con 463.46 g ambos superando la media general.

3. En longitud del fruto no hubo diferencias estadísticas significativas, aunque T4 y T5 destacaron con valores de 23.47 cm y 23.05 cm.

4. En diámetro T4 y T5 formaron el grupo superior con diámetros de 59.22 mm y 58.96 mm por encima del promedio.

5. En calidad las dosis 125% (T5) y 100% (T4) lograron mayor proporción de frutos de primera calidad con diferencias estadísticas claras respecto a los demás tratamientos.

6. En rendimiento total (t/ha) ningún tratamiento superó las 100 t/ha proyectadas, pero T4 y T5 fueron los más productivos (≈96 t/ha).

7. Se concluye que T4 (100% DR) es la mejor dosis recomendada para productores y T5 (125% DR) puede utilizarse en condiciones donde se busque maximizar peso y calidad, aunque con mayor costo.

La adopción de estos resultados en la práctica en el cultivo del pepino contribuye a una producción más sostenible rentable y tecnificada adaptada a las condiciones del litoral ecuatoriano.

Cilantro (*Coriandrum sativum* L.)

El cilantro es una hortaliza de la familia Apiaceae originaria del Mediterráneo Oriental valorada tanto por sus propiedades culinarias como medicinales. En Ecuador su cultivo ha cobrado relevancia por su versatilidad de uso (hojas frutos y raíces) y su creciente demanda en mercados locales e internacionales. La planta se destaca como fuente de vitamina K y su producción se ve influida de manera directa por factores como la densidad de siembra y la variedad utilizada.

En la Universidad Técnica de Machala se llevaron a cabo dos investigaciones destacadas. La primera evaluó la **influencia de la distancia de siembra en parámetros morfo-agronómicos del cilantro**. El experimento desarrollado en la Granja Santa Inés aplicó un diseño cuadrado latino con cuatro tratamientos: 020 x 015 m; 020 x 020 m; 020 x 025 m y 020 x 030 m con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas incluyeron número de hojas por planta altura peso fresco y rendimiento agrícola. Los resultados revelaron que la distancia de 020 x 015 m permitió un desarrollo más vigoroso mayor producción foliar y mayor peso por planta siendo la más adecuada para maximizar el rendimiento del cultivo en condiciones de la costa ecuatoriana (Rodríguez 2021).

La segunda investigación analizó el **comportamiento agronómico de cuatro cultivares de cilantro** (Long Standing Anita Slow Bolting y Caribe) en el cantón Atahualpa provincia de El Oro. Se empleó también un diseño cuadrado latino 4x4 en una superficie de 96 m². Se midieron variables como emergencia desarrollo foliar sanidad vegetal y adaptación al clima local. La variedad Long Standing destacó por su rusticidad uniformidad y rendimiento mientras que Caribe mostró mayor

susceptibilidad a enfermedades. Este tipo de evaluaciones varietales permite a los agricultores identificar materiales genéticos mejor adaptados a las condiciones locales promoviendo una producción más eficiente y sostenible (Chica 2021 como se citó en Cabrera 2024).

Ambas investigaciones coinciden en resaltar la importancia de prácticas agronómicas adecuadas como el uso de distancias óptimas de siembra y la selección varietal como estrategias clave para incrementar la productividad del cilantro en la región litoral del Ecuador.

Rábano (*Raphanus sativus* L.)

El rábano es una hortaliza de raíz de ciclo corto ampliamente valorada por sus propiedades nutricionales su uso en dietas de control de peso y su aporte de antioxidantes naturales como la vitamina C y los folatos. En Ecuador se cultivan aproximadamente 14.455 hectáreas principalmente en provincias del norte como Imbabura Tungurahua Cotopaxi y Chimborazo aunque también se han desarrollado ensayos exitosos en zonas cálidas del litoral como El Oro.

Una investigación realizada en el sitio La Florida parroquia Palmales del cantón Arenillas evaluó el **comportamiento agronómico de cuatro variedades de rábano**: Red Silk Punta Blanca Crimson Giant y Cherry Belle. El experimento se llevó a cabo en un suelo de textura franco limosa con un pH promedio de 68 bajo clima tropical megatérmico seco a semihúmedo. Se estableció un diseño completamente al azar con 16 unidades experimentales de 24 m² cada una organizadas en parcelas de 3 m x 08 m y separadas por 05 m. Las evaluaciones incluyeron variables como emergencia altura de planta diámetro de raíz peso fresco por planta

y rendimiento por unidad de área. Los resultados indicaron que la variedad **Crimson Giant** obtuvo el mejor rendimiento (15.39575 kg/ha) seguido de Punta Blanca y Red Silk mientras que Cherry Belle mostró menor adaptación a las condiciones del sitio (Cabrera 2024).

Esta investigación resalta la importancia de seleccionar materiales genéticos adecuados al entorno climático y edáfico específico así como la necesidad de establecer prácticas de manejo que favorezcan el desarrollo radicular sin inducir estrés hídrico ni competencia intraespecífica. Además el estudio sugiere que **el uso de bioestimulantes como bocashi** puede incrementar la biomasa radicular mejorar la uniformidad de raíces y aumentar la calidad comercial con una menor dependencia de fertilizantes sintéticos alineándose con los principios de la producción hortícola sostenible.

12.2 Fertilización orgánica aplicada a cultivos hortícolas: evaluación comparativa y efectos fisiológicos

La fertilización orgánica ha cobrado protagonismo como una estrategia agroecológica viable y eficiente para la producción hortícola en condiciones tropicales especialmente en la región costera y amazónica del Ecuador. Los ensayos desarrollados por Rodríguez Cañar y Cabrera (2023 como se citó en Cabrera 2024) permitieron evaluar los efectos de diferentes biofertilizantes—gallinaza compostada compost tipo 1 compost tipo 2 compost tipo 3 y biol en el comportamiento morfofisiológico y rendimiento de los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.).

En el caso de la lechuga variedad Patagonia se observó que el

tratamiento con gallinaza compostada generó el mayor número de hojas a los 14 y 21 días después del trasplante con diferencias estadísticamente significativas respecto a los demás tratamientos. También alcanzó los mayores valores de área foliar superando los 125 cm² por planta lo que favoreció una mayor eficiencia fotosintética y una acumulación superior de materia seca en hojas y tallos. La gallinaza sobresalió igualmente en términos de rendimiento agrícola alcanzando los 9 t/ha seguido del compost tipo 1 con valores superiores a 5 t/ha. El biol en cambio mostró un rendimiento más bajo (28 t/ha) comparable al del tratamiento químico convencional. Se atribuye este comportamiento a la naturaleza líquida del biol y su rápida disponibilidad que genera un efecto inmediato pero de corta duración en el suelo. En el cultivo de rábano los tratamientos con gallinaza y compost tipo 1 permitieron obtener plantas con mayor altura diámetro de tallo longitud y grosor de raíz.

El área foliar también fue mayor en los tratamientos con abonos sólidos siendo significativamente superior en comparación con el biol y el fertilizante químico. El rendimiento alcanzó valores cercanos a 9 t/ha en los tratamientos orgánicos mientras que los tratamientos con biol y NPK apenas alcanzaron entre 3 y 5 t/ha. Un aspecto relevante fue la composición química del follaje donde se evaluaron contenidos de ceniza fibra y grasa. Los mayores porcentajes se registraron en las plantas fertilizadas con gallinaza y compost tipo 1 lo que evidencia su influencia positiva sobre la calidad nutricional del producto final. Esto representa un valor agregado importante para mercados que priorizan alimentos con alto valor funcional y propiedades saludables. La comparación general entre sistemas orgánicos y convencionales permitió concluir que los fertilizantes sólidos orgánicos ofrecen ventajas agronómicas

fisiológicas y ecológicas: mejoran la estructura y fertilidad del suelo promueven una liberación paulatina de nutrientes y estimulan la actividad microbiana edáfica. Además reducen los riesgos de contaminación por nitratos y mejoran la sanidad vegetal al disminuir la incidencia de enfermedades fúngicas en condiciones de alta humedad (Rodríguez *et al*. 2023 como se citó en Cabrera 2024).

En síntesis la fertilización orgánica —particularmente con gallinaza y compost— se posiciona como una alternativa sólida para la producción hortícola sostenible aportando rendimientos competitivos mayor calidad nutricional y beneficios ambientales sustanciales.

12.3 Evaluación agroecológica del compost y biol en lechuga y rábano bajo condiciones de la Costa ecuatoriana

El manejo agroecológico mediante el uso de abonos orgánicos como compost y biol ha mostrado una influencia significativa en los cultivos de ciclo corto en especial lechuga (*Lactuca sativa* L) y rábano (*Raphanus sativus* L) en condiciones costeras del Ecuador. El estudio desarrollado en la Granja Experimental Santa Inés de la Universidad Técnica de Machala aplicó un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por cultivo evaluando la respuesta de las plantas a diferentes combinaciones de compost (2 kg/m²) y biol (15 l/planta).

En el cultivo de lechuga los tratamientos orgánicos influyeron positivamente en variables morfológicas como número de hojas altura de planta área foliar diámetro de la roseta y peso fresco. El tratamiento que combinó compost más biol resultó ser el más eficaz permitiendo

alcanzar un rendimiento de 3558 t/ha superando tanto al tratamiento con compost solo (2984 t/ha) como al testigo absoluto (1611 t/ha). La aplicación combinada promovió una mayor tasa de crecimiento vigor foliar y uniformidad en las plantas aspectos clave en cultivos destinados a consumo en fresco (Rodríguez 2024 como se citó en Cabrera 2024).

En el caso del rábano el tratamiento compost + biol también fue el que reportó el mejor comportamiento agronómico con un rendimiento de 3389 t/ha frente a 2455 t/ha con compost solo y 1243 t/ha en el testigo. Se observó un aumento notable en el diámetro del bulbo longitud de raíz y coloración del hipocótilo. Asimismo, se reportó una mayor acumulación de materia seca en raíces y hojas lo que se asocia a una mejor absorción de nutrientes y a un metabolismo más activo de la planta (Cabrera 2024).

Ambos cultivos mostraron diferencias significativas ($P<005$) en todas las variables evaluadas siendo evidente que los abonos orgánicos no solo mejoran el desarrollo físico de las plantas sino también la calidad nutricional del producto final. Se destaca que el biol utilizado en este estudio fue elaborado a base de estiércol vacuno melaza leche levadura y residuos vegetales lo que le confirió una alta concentración de microorganismos benéficos y compuestos bioactivos que estimulan la actividad enzimática y hormonal del cultivo. Además de los beneficios agronómicos el uso de compost y biol representa una alternativa accesible para agricultores familiares ya que pueden ser elaborados con materiales locales de bajo costo.

Esto permite reducir la dependencia de insumos químicos al mismo

tiempo que se promueve la regeneración del suelo y la mitigación del impacto ambiental de la agricultura convencional. El estudio concluye que la combinación de compost y biol mejora sustancialmente el rendimiento de lechuga y rábano consolidándose como una tecnología apropiada para sistemas de producción hortícola sostenibles en zonas costeras del Ecuador.

12.4 Comportamiento del fitoestimulante Enerplant en diferentes cultivos en condiciones de la Costa ecuatoriana

El ENERPLANT con registro internacional otorgado por BCS ÖKO GARANTIE de Alemania es un oligosacárido del tipo de los oligogaraturonicos correspondiente a los olígomeros más activo que constituye un ELICITOR que activa el mecanismo de auxinas - Citoquininas en las plantas. Modula el crecimiento y desarrollo vegetal a muy bajas concentraciones a niveles inferiores a 100 veces para desencadenar este efecto ELICITOR.

Son oligosacáridos de diferente tipo los cuales al aplicarse a múltiples cultivos agrícolas actúan como bioregulador del crecimiento y desarrollo vegetal como inductores de resistencia sistémica además de incrementar significativamente la calidad y el rendimiento hasta un 40 % dependiendo del tipo de cultivo. Para su correcta aplicación y evaluación de es necesario seleccionar áreas de producción de la región y en cuenta el manejo del cultivo tipo de suelo factores edáficos limitantes y variedades.

En la actualidad se han obtenido resultados satisfactorios con su empleo con incrementos de los rendimientos en los cultivos: papa plátano

frambuesa tomate chile fresa cebolla arroz maíz Hortalizas melón Sandía Pepino Flores Pastos Forrajes y en todos los otros cultivos. Los Bioestimulantes promueven diversos efectos como estimular la división y el alargamiento celular incrementar la superficie foliar y la biomasa de las plantas Enerplant ha mostrado consistentemente incrementos en la producción y calidad de la fruta entre un 16-40% (Martin 2025).

Composición propiedades efectos y beneficios. Composición.

Ingrediente activo: Oligosacáridos 0.01%

Ingredientes inertes: Dextrosa 79.99% Malto dextrina 19.99% Colorante vegetal 0.01% Total 100.00%

Propiedades

- Innovador ingrediente activo: Oligosacáridos.
- Aplicación vía foliar.
- Compuesto 100% natural.
- Soluble en agua.
- El pH del agua no tiene efecto adverso en el producto.
- Producto certificado para agricultura orgánica.
- Biodegradable por ser un producto orgánico.
- no es toxico para los animales plantas y el medio ambiente.
- No deja residuos nocivos en las plantas ni en los suelos.

- No tiene efectos residuales y/o laterales como las GA CK Auxinas etc.
- Es compatible con la mayoría de los agroquímicos.
- Fácil de transportar manejar y almacenar.
- Sin peligro para los trabajadores de campo.
- Producto aprobado en varios países.

Efectos Incrementa el área foliar

- Optimiza la distribución de nutrientes en la planta.
- Plantas con mayor vigor.
- Cultivos más sanos.
- Mayor altura y grosor de tallos.
- Aumenta el índice de floración.
- Incrementa la fotosíntesis y la asimilación de nutrientes (Martin 2025).

Resultados obtenidos en diferentes cultivos se muestran a continuación:

Se recomienda su uso en una amplia variedad de cultivos entre los que encontramos las hortalizas ver en las tablas 1 a b c d e y f. Se muestran las dosificaciones y frecuencias de aplicación de Enerplant en diversos cultivos:

Tomate este estudio se desarrolló en áreas de la hacienda Ángel Cacao ubicada en la provincia de Santa Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 1775 t/ha con incrementos del 3155 % tabla 85 a.

Tabla 85. Tomate.

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento en % esperado	Observaciones
Tomate	**1 ciclo de aplicación de 39 ml en 3 aplicaciones**	**13 a los 10 30 y 50 días después de la germinación**	**10–15**	**Los mayores incrementos están con dosis de fertilizantes en el 25 y 75 % de la dosis de fertilizantes recomendada**

Fuente: ficha técnica Enerplant y Martin (2025).

La Foto 11 muestra área de preparación de la mezcla previo a su aplicación las fotos 2-4 muestran estado de los frutos del cultivo de tomate donde se aplicó Enerplant. incremento notable de la cantidad de frutos.



Figura 199. Preparación de la mezcla previo a aplicación B C y D Frutos de tomate con aplicación del producto a la planta.

Cebolla este estudio (Fotos 199) se desarrolló en áreas de la hacienda del señor Washington Aragundi ubicada en la provincia de Santa Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 855 t/ha con incrementos del 2960 % tabla 1 b.

Tabla 86. Cebolla.

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento en % esperado	Observaciones
Cebolla	1 ciclo de aplicación de 39 ml en 3 aplicaciones	13 a los 10 30 y 50 días después de la germinación	20–40	Mayor diámetro ecuatorial y mayor masa promedio de los bulbos. Mayor rendimiento

Fuente: ficha técnica Enerplant y Martin (2025).



Figura 200. Campo de cebolla.



Figura 201. Cebolla cosechada con aplicación del producto a la planta.

Pimiento este estudio (Fotos 200 y 201) se desarrolló en áreas de la hacienda del señor Julio Vera ubicada en la provincia de Santa Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 2150 t/ha/año con incrementos del 27%. tabla 1 c.

Tabla 87. Pimiento

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento en % esperado	Observaciones

Pimiento	**1 ciclo de aplicación de 39 ml en 3 aplicaciones**	**13 a los 10 30 y 50 días después de la germinación**	**10–15**	**Mayor número de frutos por área y de frutos selectos; mayor acopio de frutos sin manchas**

Fuente: ficha técnica Enerplant y Martin (2025).



Figura 202.Cultivo de pimiento.



Figura 203.Frutos de pimiento con aplicación del producto a la planta.

Pepino este estudio (Fotos 202 y 203) se desarrolló en áreas de la hacienda del señor Jimmy Mantuano ubicada en la provincia de Santa

Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 925 t/ha con incrementos del 3750 %. tabla 1 d.

Tabla 88. Pepino

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento en % esperado	Observaciones
Pepino	**1 ciclo de aplicación de 45 ml en 3 aplicaciones**	**15 a los 15 30 y 45 días después del trasplante**	**20–35**	**Mayor rendimiento total y mayor calidad del fruto**

Fuente: ficha técnica Enerplant y Martin (2025).



Figura 204.Cultivo de pepino.



Figura 205.Frutos de pimiento con aplicación del producto a la planta.

Sandía este estudio (Foto 204 y 205) se desarrolló en áreas de la hacienda del señor Edwin Simón Mantuano ubicada en la provincia de Santa Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 3722 t/ha con incrementos del 87 %. tabla 1 e.

Tabla 89. Sandia

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento en % esperado	Observaciones
Sandía	1 ciclo de aplicación de 45 ml en 3 aplicaciones	15 a los 15 30 y 45 días después de la germinación	20–35	Mayor rendimiento por área

Fuente: ficha técnica Enerplant y Martin (2025).



Figura 206.Frutos de sandía cosechados resultados de la aplicación del producto a la planta.

Melón este estudio (Foto 206) se desarrolló en áreas de la hacienda del señor Iván Mosquera Santos ubicada en la provincia de Santa Elena los resultados obtenidos en la producción fueron 550 t/ha con incrementos del 34 %. tabla 1 f.

Tabla 90. Melón

Cultivos	Descripción	Aplicación (ml/ha)	Incremento esperado (%)	Observaciones
Melón	**1 ciclo de aplicación de 45 ml en 3 aplicaciones**	**15 ml a los 15 30 y 45 días después de la germinación**	**15–20**	**Mayor rendimiento por área**

Fuente: Ficha técnica Enerplant y Martin (2025).



Figura 207. Frutos de melón previos a cosecha en áreas con producto aplicado.

12.5 Contexto agroecológico de la producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana

12.5.1 Producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana

La producción hortícola en la Amazonía ecuatoriana, particularmente en la provincia de Pastaza, ha sido históricamente percibida como una actividad de alto riesgo o directamente inviable. Esta percepción se fundamenta en un entorno biofísico desafiante, una precipitación anual que oscila entre los 2.000 y 5.000 mm, una humedad relativa que supera con creces los niveles óptimos para muchos cultivos, y suelos que, por su naturaleza arcillosa y pesada, tienden a la compactación y al anegamiento. A estas limitaciones se suma una acidez moderada (pH ligeramente a moderadamente ácido), que restringe la disponibilidad de nutrientes esenciales, configurando un escenario poco alentador para la horticultura convencional. Sin embargo, las investigaciones recientes han comenzado a desmontar este paradigma, demostrando que la adaptación de prácticas agronómicas al contexto local es la clave para el éxito. Un estudio técnico realizado en la zona, llevado a cabo por

Alemán et al. (2014), evaluó el potencial productivo en los cuatro cantones de Pastaza y reveló una realidad más matizada y esperanzadora. A pesar de las limitaciones texturales, los horizontes superficiales del suelo presentan una estructura granular, una notable actividad radicular y una coloración oscura que evidencia un contenido significativo de materia orgánica. Esta característica, junto con la presencia —aunque en bajos niveles— de fauna edáfica como lombrices, termitas y hormigas, sugiere un ecosistema edáfico con un potencial latente para la regeneración. La aplicación de prácticas agroecológicas como el aporte continuo de materia orgánica, la siembra directa sobre coberturas y el manejo de la acidez mediante enmiendas cálcicas se perfilan como herramientas efectivas para activar esta fertilidad dormida y transformar un suelo limitante en un sustrato productivo.

La evidencia más alentadora del estudio proviene de las experiencias comunitarias documentadas en parroquias rurales como Tarqui y Veracruz. Aquí, con el apoyo técnico del MAGAP, familias de la zona han logrado establecer huertas diversificadas en espacios reducidos de apenas 80 m², utilizando estructuras de protección simples como umbráculos que mitigan el impacto de las lluvias torrenciales y crean microclimas más favorables para las hortalizas. En estos pequeños pero vibrantes espacios productivos, se ha registrado el cultivo exitoso de una amplia variedad de especies, que incluye repollo (*Brassica oleracea*), lechuga (*Lactuca sativa*), nabo (*Brassica rapa*), tomate (*Solanum lycopersicum*), acelga (*Beta vulgaris*), pimiento (*Capsicum annuum*) y rábano (*Raphanus sativus*), entre otras. Estas experiencias no solo demuestran la viabilidad técnica, sino que también

resaltan la capacidad de innovación y resiliencia de los agricultores familiares, quienes con recursos limitados pero con un profundo conocimiento de su entorno, están construyendo soberanía alimentaria en el corazón de la Amazonía. No obstante, el propio estudio de Alemán et al. (2014) advierte sobre la fragilidad de estos logros y la existencia de brechas estructurales significativas. La ausencia de una cultura arraigada en la producción y conservación de semillas propias, la limitada disponibilidad de infraestructuras adecuadas y el preocupante abandono progresivo de invernaderos —debido a la falta de mantenimiento, reposición de mallas y otros insumos básicos— son síntomas de un sistema que aún no logra consolidarse de forma plena y adecuada. Estas debilidades ponen en evidencia que la innovación tecnológica, por sí sola, no es suficiente; por lo que se requiere de un acompañamiento institucional sostenido y de políticas públicas que trasciendan los proyectos de corto plazo.

En contraste con estas dificultades, el estudio documenta un caso paradigmático que subraya el valor multidimensional de la horticultura, el Instituto de Educación Especial, que ha implementado un sistema de producción en invernaderos de 800 m². Más allá de la producción de alimentos, esta iniciativa utiliza la horticultura como una herramienta terapéutica y de inclusión social, demostrando con ello, que la actividad agrícola puede ser un potente vehículo para el desarrollo humano, la educación y la cohesión comunitaria. La investigación permite concluir que la horticultura amazónica es una alternativa viable y prometedora en su conjunto. Sin embargo, su éxito no es automático ni está garantizado; depende de varios factores, tales como: un enfoque integral que articule el desarrollo de tecnologías accesibles y apropiadas con

procesos de capacitación continua, un fuerte apoyo institucional y una visión de largo plazo centrada en el manejo sostenible del suelo, la conservación de la biodiversidad local y el uso eficiente de los recursos hídricos. La Amazonía, lejos de ser un territorio inhóspito para la horticultura, se revela a la humanidad, como un espacio de oportunidad donde la agroecología puede desplegar todo su potencial para construir sistemas alimentarios más justos, diversos y resilientes.

BIBLIOGRAFÍA

Abbo, S., Lev-Yadun, S., & Gopher, A. (2009). Reconsidering domestication of legumes versus cereals in the ancient Near East. *The Quarterly Review of Biology, 84*(1), 29–50. https://doi.org/10.1086/596462

Abushin Ponce, S. A., & Vaca Delgado, G. A. (2017). *Control del nematodo nodulador de la raíz Meloidogyne incognita en el cultivo de tomate utilizando los hongos Pochonia chlamydosporia, Paecilomyces lilacinus, el extracto botánico Tagetes patula y el nematicida oxamil* [Trabajo de titulación, Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/cadefa94-ff89-4781-ac4b-b81720ab31fa/content

Aceto, L. (2019). From poison to passion: The secret history of the tomato. Modern Farmer. https://modernfarmer.com/2014/09/poison-pleasure-secret-history-tomato/

Acosta de la Luz, L. (2003). Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales, 8*(1), 5–12. https://www.scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962003000100002

Acosta de la Luz, L. (2005). Cultivo de plantas medicinales: su producción agroecológica. *Revista Cubana de Plantas*

Medicinales, *10*(3–4), 0–0. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962005000300001

ADEX Asociación de Exportadores. (2025). Conoce cuáles son las buenas prácticas agrícolas. ADEX. https://adex.edu.pe/nota/buenas-practicas-agricolas/

AgriScan. (2025). Operaciones interculturales en la producción de cultivos: Agricultura / Ciencia de los cultivos. AgriScan. https://agriscan.in/inter-cultural-operations-in-crop-production/#:~:text=Intercultural%20operations%20refer%20to%20theirrigation%2C%20and

Agro Krebs. (2021). Fisiología de la espinaca. #cultivo #ESPINACA #agronomia #agronomo #cultivar #suelo #arboles #frutos #naturaleza #verde #agrokrebs #siguenos #today #organico https://www.facebook.com/agrokrebs/posts/fisiolog%C3%ADa-de-la-espinacala-primera-fase- del-cultivo-de-espinacas-se-caracteriza/1031671770650608/

Agrocalidad. (2015). Buenas Prácticas Agrícolas para hortalizas y verduras resolución técnica nº 0037 Inocuidad de alimentos. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2023/09/Gui%CC%81a-de-BPA-para-hortalizas-y-verduras-jul.pdf#:~:text=Art%C3%ADculo%2016.%2D%20DE%20LAS%20LABORES%20CULTURALES%2

Agroempresario.(s.f.). *Virus del mosaico del repollo*. https://agroempresario.com/publicacion/22488/virus-del-mosaico-del-repollo/

AgroEs. (s. f.). Zanahoria origen y generalidades, así como su taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/zanahoria/434-zanahoria-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-a). Remolacha de mesa origen y generalidades, así como su taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/remolacha/430- remolacha-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-b). Rábano taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/rabano/428-rabano- descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-c). Cebolla origen y generalidades, así como su taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/cebolla/408-cebolla-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-d). Espárrago origen y generalidades, así como su

taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/esparrago/411-esparrago-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-e). Nabo origen y generalidades, así como su taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/nabo/424-nabo-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-f). Puerro taxonomía y descripciones botánicas morfológicas fisiológicas y ciclo biológico o agronómico Albacete España https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta- horticultura/puerro/413-puerro-descripcion-morfologia-y-ciclo

AgroEs. (s. f.-g.). *Lechuga: descripción morfologíay ciclo*. https://www.agroes.es/cultivos-agricultura/cultivos-huerta-horticultura/lechuga/402-lechugas- descripcion-morfologia-y-ciclo

Agrológica. (2025). Empoasca spp. Servicios Agrícolas SL. https://autodiagnostico.agrologica.es/informacion-plaga/mosquito-verde-empoasca-spp/#:~:text=Ciclo%20fenol%C3%B3gico&text=Inverna%20sobre%20plantas%20herb%C3%A1ceas%20eny%20cerca%20del%20nervio%20central

Agro-Market24. (s. f.). Leek: varieties, cultivation and characteristics.

Agro-Market24. https://agro-market24.eu/blog/leek/

Agroproductores. (2021). Archivo de categoría: Noctuidae. Agroproductores. https://agroproductores.com/category/plagas-y-enfermedades/plagas/lepidopteros/notuidae/

Agroquivir. (2024). Rotación de cultivos: cómo preservar la salud del suelo y maximizar la producción. Agroquivir. https://agroquivir.com/rotacion-cultivos-salud-suelo-maximizar-produccion/#:~:text=Aumento%20del%20rendimiento%20La%20reposici%C3%B3n%20natura l

Agrosad Ecuador. (s. f.). Sandía. Agrosad Ecuador. https://agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/semillas/marca-agrosad-usa/sandia-detail

AgroSad. (2023). Apio variedad Tall Utah 52-70. Agrosad Ecuador. https://agrosad.com.ec/index.php/linea-agricola/semillas/marca-agrosad-usa/apio-detail

Agrosavia. (s. f.). Variedad de berenjena C029. Agrosavia. https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agricola/hortalizas-y-plantas-arom%C3%A1ticas/material-reproductivo/186-variedad-de-berenjena-c029

AgroSpray. (2020). Producción agrícola: factores que influyen en los resultados. AgroSpray. https://agrospray.com.ar/blog/produccion-agricola/

AgroSpray. (2021). 5 métodos de siembra que debes conocer.

AgroSpray. https://agrospray.com.ar/blog/metodos-de-siembra/#:~:text=Siembra%20a%20voleodarles%20lugar%20a%20desarrollarse%20adecuadament e

AgroSpray. (2021a). Rotación de cultivo: la práctica milenaria que debes seguir utilizando. AgroSpray. https://agrospray.com.ar/blog/rotacion-de-cultivo/#:~:text=%C2%BFC%C3%B3mo%20realizar%20una%20rotaci%C3%B3n%20dede%20microorganismos%20beneficiosos%20y%20antagonistas.&text=Your%20browser%20can't%20play%20this%20video.-

Agroverde Ecuador. (s. f.). Rocco. Agroverde Ecuador. https://agroverde.com.ec/producto/rocco/

Aguilar Brenes, E. (2021). Manual del cultivo de camote (Ipomoea batatas). Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. https://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2021/Manual_Camote_min_ed.pdf

Aguilera, G., Roslin, T., Miller, K., Tamburini, G., Birkhofer, K., Caballero-López, B., Lindström, S. A.-M., Öckinger, E., Rundlöf, M., Rusch, A., Smith, H. G., & Bombarco, R. (2020). La diversidad de cultivos beneficia a las comunidades de carábidos y polinizadores en paisajes con hábitats seminaturales. Journal of Applied Ecology, 57(9), 2170–2179. https://doi.org/10.1111/1365-2664.13712

Aguirre Lalangui, J. A., & Quezada Armijos, A. J. (2023). Evaluación de tres dosis de fertilización fosforada en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) bajo sistema de tutorado [Tesis de grado,

Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital Institucional UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/39c928ff-621a-40f9-8d29-c40f2ef68c52/content

Alarcón Restrepo, J. J. (2011). Plantas aromáticas y medicinales: enfermedades de importancia y sus usos terapéuticos. Medidas para la temporada invernal. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). https://www.ica.gov.co/getattachment/2c392587-f422-4ff5-a86f-d80352f0aa11/Plantas-aromaticas-y-medicinales-Enfermedades-de.aspx

Alaska S. A. (s. f.). Pepinos. Imporalaska. https://www.imporalaska.com/pepinos

Alaska S. A. (s. f.-a). Sandías. Imporalaska. https://www.imporalaska.com/sandias

Álava, A. (2017). *Comportamiento agronómico de tres híbridos de pepino (Cucumis sativus) con diferentes sistemas de tutorados en la época seca en la zona de Mocache* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. https://repositorio.uteq.edu.ec/items/87c3d286-b5c3-4cb1-adf3-74e84287069f

Alemán, R., Bravo, C., & Oña, M. (2014). Posibilidades de producir hortalizas en la Región Amazónica del Ecuador. *Centro Agrícola, 41*(1), 67–72. https://www.researchgate.net/publication/275971438_Posibilidades_de_producir_hortalizas_en_la_Region_Amazonica_del_Ecuado

r_provincia_Pastaza_Possibilities_of_producing_vegetables_in_the_Amazon_Region_of_Pastaza_province_Ecuador

Alemán, R., Domínguez, J., Rodríguez, Y., & Soria, S. (2016). Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Centro Agrícola, 43*(1), 71–76. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852016000100010

Alemán, R., Domínguez, J., Rodríguez, Y., Soria, S., Torres, R., Vargas, J. C., Bravo, C., & Alba, J. L. (2018). Indicadores morfofisiológicos y productivos del pimiento sembrado en invernadero y a campo abierto en las condiciones de la Amazonía ecuatoriana. *Centro Agrícola, 45*(1), 14–23. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000100002

Alessandro, M. S. (2013). Manual de producción de zanahoria. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-

Alfonzo, H. (2016). Generalidades de los cultivos hortícolas. Slideshare. https://es.slideshare.net/slideshow/generalidades-de-los-cultivos-hortcola/76842312

Aljaro, A., Monardes, H., Urbina, C., et al. (2009). Manual de cultivo de ajo (Allium sativum L.) y cebolla (Allium cepa L.). Nodo Hortícola VI Región, Universidad de Chile.

http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manual_cultivo_cebolla_ajo.pdf

Al-Musawi, Z. K., Vona, V., & Kulmány, I. M. (2025). Utilización de diferentes sistemas de rotación de cultivos para la sostenibilidad agrícola y ambiental: una revisión. *Agronomy, 15(*8), 1966. MDPI. https://doi.org/10.3390/agronomy15081966

Alonso González, M., Zúniga, T. L., & Wilson, L. G. (2013). Promoviendo el desarrollo de la horticultura. USAID. https://horticulture.ucdavis.edu/sites/g/files/dgvnsk1816/files/extension_material_files/horticultura_centro_america.pdf

Alvarado Alvarado, A. F., & Huiracocha Uyaguari, M. E. (2014). Impacto en los costos de exportación de brócoli por la renuncia de Ecuador a la Ley de Promoción Comercial Andina y Erradicación de Drogas (ATPDEA) con los Estados Unidos de América [Tesis de grado, Universidad de Cuenca].https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/20589/1/tesis.pdf

Álvarez, C. E. (2021). Efecto de metabolismos de fitorregulación en el cultivo de col en el cantón Milagro [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ALVAREZ%20AZA%C3%91A%20CRISTHIAN%20ENRIQUE.pdf

AMAUTA agro S.A. (s. f.). Ajo en acción: estrategias para un cultivo exitoso. Departamento de Desarrollo de Mercado y Producto – Amauta Agro S.A. https://amauta.ag/cultivando/ajo-en-accion-estrategias-para-un-cultivo-

exitoso#:~:text=El%20Manejo%20Nutricionalllenado%20y%20firmeza%20del%20bulbo

Ambayeba Muimba Kankolongo. (2018). Producción de cultivos alimentarios por parte de pequeños agricultores en África austral: Minador de hojas Liriomyza (Capítulo Producción de hortalizas). Elsevier. https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological-sciences/liriomyza#:~:text=Liriomyza%20se%20refiere%20a%20uny%20da%C3%B1os%20en

Andrade Rodrigues, K. H. de. (2024). Control de Diabrotica speciosa. Revista Cultivar – Grandes Culturas. https://revistacultivar-es.com/artigos/controle-de-diabrotica-speciosa

Anónimo. (2012). Hortalizas de hoja. Intendencia de Montevideo. https://montevideo.gub.uy/sites/default/files/documentos/hortalizas_de_hoja_02.pdf

Anónimo. (2023). La horticultura como actividad agrícola: concepto, desarrollo y retos. Blog Agricultura. https://blogagricultura.com/horticultura-actividad-agricola/

Anónimo. (2024). Perejil (Petroselinum crispum neopolitanum): guía de cultivo y consejos de cuidado. Healthy Houseplants. https://www.healthyhouseplants.com/indoor-houseplants/parsley-petroselinum-crispum-neopolitanum-growing-guide-and-care-tips/

Anónimo. (s. f.). Guía del manejo integrado de plagas (MIP) para técnicos y productores. Versión 1. Agencia de Cooperación Internacional de

Japón (JICA). https://www.jica.go.jp/Resource/project/panama/0603268/materials/pdf/04_manual/manual_04.pdf

Anónimo. (s. f.-a). Hortifruticultura: introducción. https://luisdi.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/09/introduccion.pdf

Anónimo. (s. f.-b). Definición de semillero. Definición.de. https://definicion.de/semillero/

Anónimo. (s. f.-c). Cultivo de pepino. Olivos de Badajoz. https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/pepino.pdf

Anónimo. (s. f.-d). Espinacas. Olivos de Badajoz. https://www.olivosdebadajoz.com/PLANTAS-DE-HORTALIZA/espinacas.pdf

Anónimo. (s. f.-e). Desinfección durante la producción de semilla (Capítulo IV). AGROSAVIA. https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/9b1b936c-3f6d-41cd-ad59-f78ddd267ca0/content

Antama, F. (2018). El origen de la berenjena y sus parientes directos. Fundación Antama – Universidad de Helsinki. https://fundacion-antama.org/describen-el-origen-de-la-berenjena-y-sus-parientes-directos/

Apolo & Baco. (s. f.). Gastronomía. El pimiento.

https://apoloybaco.com/gastronomia/el-pimiento/#:~:text=Para%20los%20cultivos%20intensivos%2C%20en%20especial%20losproduc ci%C3%B3n%2C%20homogeneidad%20y%20resistencia%20a%20las%20enfermedade

Araya Umaña Guillermo. (2012). Manual de Recomendaciones para el cultivo de cebolla (Allium cepa L.) Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria INTA. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10393.pdf

Arce de Hamlty & Martha G (1992) Aspectos morfológicos y biotecnológicos de Systena Argentinensis Jacoby (Coleoptera: Chrysomelidae) especie dañina a cultivos agricolas Revista. Sociedad Entomología Argentina 51 (l-4)1992. file:///C:/Users/Rigoberto/Downloads/29382%20(1).pdf

ARCFZ. (2021). Boletín informativo Producción Orgánica 2020–2021.

ARCFZ. (s. f.). Solicitud del certificado en buenas prácticas agrícolas. https://www.gob.ec/arcfz/tramites/solicitud-certificado-buenas-practicas-agricolas

Arellano Kuhn J. O. (2020). *Evaluación del desarrollo morfológico de diferentes variedades de brócoli (Brassica oleracea var. italica) bajo un sistema hidropónico NFT* [Trabajo de titulación Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ARELLANO%20KUHN%20JOSUE%20OCTAVIO%20.pdf

Arguedas C. & Monge J. (2017). Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad de los frutos de dos genotipos de berenjena (*Solanum melongena* L.) cultivados en invernadero en Costa Rica. Universidad de Costa Rica San José Costa Rica. https://www.scielo.sa.cr/pdf/tem/v30n4/0379-3982-tem-30-04-66.pdf

Arias Niebla J.C. (2021). Evaluación de la viabilidad de semillas en seis variedades de melón (cucumis melo l.) mediante pruebas de tetrazolio[Trabajo de titulación, UTMACH Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Machala Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17460

Armenta T. (1988). El cultivo del pepino Cucumis sativus L. http://hdl.handle.net/20 500.12324/11656

Arreaga Villacres J. S. (2014). *Respuesta de dos híbridos de melón a la fertilización orgánica en la zona de Quevedo* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/items/d3dcc16d-3c3a-4d4d-b41a-5006a440a543/full

Arzola Pina N. O. Fundora Herrera & J. Machado de Armas. (1996). *Suelo planta y abonado*. Pueblo y Educación.

ASA Agencia de Seguridad Alimentaria. (2025). ¿Qué son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y cómo conseguir la certificación? https://www.asachile.com/post/qu%C3%A9-son-las-buenas-pr%C3%A1cticas-agr%C3%ADcolas-bpa-y-c%C3%B3mo-conseguir-la-certificaci%C3%B3n

Asqui Yánez L. C. (2020). *Evaluación de variedades e híbridos de sandía (Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai) injertados sobre patrón de calabaza Naranjito–Guayas*[Trabajo experimental, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ASQUI%20YANEZ%20LUIS%20CESAR_compressed.pdf

Avilés G. M. & Tello M. J. (1999). El Control Sanitario de los Semilleros Hortícolas. En Planteles. Reus (ed.). pp,129-137. https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/control-fitosanitario-en-semilleros

Ayme Naula, J. G. (2016). *Evaluación de la eficacia del fertilizante orgánico Cistefol en el rendimiento del cultivo de Brassica oleracea* L. *var. Avenger* (brócoli) [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/49a15834-a947-4e6b-8e6d- 46a5cf517652/content

Baixauli Soria, C. (2003). *Técnicas de cultivo de la berenjena*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_2003_174_54_56.pdf

Bajaña A. (2018). *Respuesta agronómica de cuatro híbridos de pepino Cucumis sativus L. con activador de crecimiento Enziprom*. Universidad de Guayaquil. Guayas. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/28738

Baker Creek Heirloom Seeds. (s. f.). *Hale's Best 45 melon*. https://www.rareseeds.com/melon-hale-s-best-45

Balick M. J. & Paul Alan Cox. (2020). Plantas personas y cultura: La ciencia de la etnobotánica. 2da edición. Abington Reino Unido: Prensa CRC. DOI: 10.4324/9781003049074 ISBN: 9781003049074.

Barrios Edmundo; Barbara Gemmill-Herren Abram Bicksler Emma Siliprandi Ronnie Brathwaite Soren Moller Caterina Batello & Pablo Tittonell. (2020). Los 10 elementos de la agroecología: Facilitando la transición hacia sistemas agrícolas y alimentarios sostenibles a través de narrativas visuales. *Ecosistemas y personas* *16*(1):230–247. https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26395916.2020.1808705

Bayer Vegetables España. (2016). *Origen y usos del brócoli*. https://www.vegetables.bayer.com/es/es-es/recursos/noticias/origen-y-usos-del-brocoli.html

BBHI. (s.f.).*El porro y sus beneficios*. https://bbhi.cat/es/consejos/el-porro-i-els-seus-beneficis

BBVA. (2025). Biodiversidad: ¿Qué es y por qué es clave para la supervivencia de los seres vivos? https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-biodiversidad-y-por-que-es-clave-para-la- supervivencia-de-los-seres-vivos/

BBVA. (2025a). ¿Qué es el compost y cuáles son sus fases usos y beneficios? https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-compost-y-cuales-son-sus-fases-el-poder-del- suelo-vivo/

Bejo. (s. f.). *Repollo: fisiología y características del cultivo*. Bejo

Semillas. https://www.bejosemillas.com.ar/node/3339

Bello-Bravo J; Seufferheld F; & Steele L.D; Agunbiade T.A; Guillot D; Cutz G & Pittendrigh B.R. (2011). Animaciones científicas sin fronteras: un enfoque colaborativo internacional para crear materiales educativos científicos para su uso en teléfonos móviles e Internet en países en desarrollo. *Revista Internacional de Ciencia y Sociedad 2(*4), 49–62. https://sawbo-animations.org/publications/pdfs/2011_Bello-Bravo_et_al_Scientific%20Animations%20Without%20Borders-An%20International%20Collaborative%20Approach_The%20International%20Journal%20of%20 Science%20in%20Society.pdf

Belmain S.R Tembo Y Mkindi A.G Arnold S.E.J & Stevenson P.C. (2022). Elementos del manejo agroecológico de plagas y enfermedades. *Elementa: Ciencia del Antropoceno 10*(1). https://online.ucpress.edu/elementa/article/10/1/00099/183176/Elements-of-agroecological-pest-and-disease?utm_source=chatgpt.com

Beltran Gualan C.I. (2021). Efecto de la fertilización orgánica en parámetros morfológicos y productivos del cultivo del pepino en la finca comuna el cambio [Trabajo de titulación, UTMACH Unidad Académica de Machala Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17464

Bencomo, O. B., Fernández, R. L., & Hernández, A. R. (2018). La

revolución verde, el desarrollo agrícola, la industria y la economía en Ecuador. Provincia El Oro. Estudio de caso. *Revista Científica Agroecosistemas, 6*(2), 178–184.

Bernard. (s. f.). Origen e historia del Ajo. https://www.josebernad.com/origen--historia -del-ajo/

Bioagro Ecuador. (s. f.). *Afamia*. https://www.bioagro.ec/productos/afamia/

Biology Discussion. (s. f.). *Cucumber: Origin production and (India)*. https://www.biologydiscussion.com/vegetable-breeding/cucumber-origin-production-and- varieties-india/68566

Blake, L. W. (1981). Early acceptance of watermelon by Indians in the Southeastern United States. *Journal of Ethnobiology, 1*(2), 1–12. https://doi.org/10.2993/0255-567X-1.2.1

Boeckmann Catalina. (2025). Cultive un apio crujiente y sabroso con esta guía de plantación cuidado y cosecha. https://www.almanac.com/plant/celery#:~:text=El%20apio%20necesita%20un%20suelo%2C8

Boedeker O; M. Watts P. Clausing & E. Márquez. (2020). Distribución mundial de intoxicaciones agudas no intencionales por plaguicidas: estimaciones basadas en una revisión sistemática. Salud Pública del BMC 20(1):1–19. https://bmcpublichealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12889-020- 09939-0

Bommarco, R., Miranda, F., Bylund, H. & Björkman, C. (2011). Los

insecticidas suprimen a los enemigos naturales y aumentan el daño de las plagas en el repollo. *J. Econ. Entomol, 104*(3), 782-91. https://doi.org/10.1603/EC10444

Bonifaz Vera J. J. (2020). *Principales cultivares de judía verde (Phaseolus vulgaris L.) que se siembran en el Ecuador* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Babahoyo]. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/07f176d5-31a7-4c4b-8197-c51f962f1110/content

Borbor Neira A. F. & Suárez Suárez G. del P. (2007). *Producción de tres híbridos de pimiento (Capsicum annuum) a partir de semillas sometidas a imbibición e imbibición más campo magnético en el campo experimental Río Verde cantón Santa Elena* [Tesis de grado Universidad Estatal Península de Santa Elena]. https://repositorio.upse.edu.ec/items/405bddad-0b54-4e67-8c56-e29852129b38

Kehr M., E & Bórquez B., C. (2010-01) La zanahoria como una hortaliza apta para procesamiento agroindustrial. Tierra Adentro, N° 088. (p. 17-19) https://hdl.handle.net/20.500.14001/5131

Botanical Online. (s.f.). Producción y beneficios de la zanahoria. Botanical Online. https://www.botanical-online.com/zanahoria

Boucher T. Jude. (1999). Spinosad: el primer insecticida selectivo de amplio espectro Sistema de Extensión Cooperativa 24 Hyde Aye Vernon CT 06066 (860) 875-3331. https://ipm.cahnr.uconn.edu/spinosad-the-first-selective-broad-spectrum-insecticide/

Bozhurin K. (2024). El mejor fertilizante para el ruibarbo: Guía para un crecimiento saludable. https://growplant.org/blog/best-fertilizer-for-rhubarb/#:~:text=aplicarlas%20es%20fundamental.-explicaci%C3%B3n%20de%20las%20proporciones%20NPKla%20salud%20de%20la%20planta

Brooker R. W; George T; Homulle Z; Karley A. J; Newton C. A; Pakeman R. J & C. Schöb. (2021). Relaciones entre la facilitación y la biodiversidad y la función ecosistémica en los sistemas de producción de cultivos y su papel en la agricultura sostenible. *Revista de Ecología 109*(5):2054–2067.https://dx.doi.org/10.1111/1365-2745.13592

Bureau Veritas. (2023). Fomentar prácticas agrícolas sostenibles para impactar positivamente a las personas y al planeta. https://www.bureauveritas.cl/es/newsroom/fomentar-practicas-agricolas- sostenibles-para-impactar-positivamente-las-personas-y-al#:~:text=Muchos%20de%20estos%20m%C3%A9todos%20soncultivos%20o%20esti%C3%A9 rcol%20como%20fertilizante

Bybee-Finley K. Ann. & Matthew R. Ryan. (2018). Fomento de la investigación y las prácticas de cultivos intercalados en paisajes agrícolas industrializados. https://www.mdpi.com/2077-0472/8/6/80

CABI. (2012). Guía de decisiones para el manejo de plagas Podredumbre blanda o “pie negro” del repollo: Erwinia carotovora subsp. Carotovora (sinónimo: Pectobacterium

carotovorum subsp. carotovorum). https://plantwisepluskнowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.20197800240

Cabrera Pucha R. I. (2024). Recolección de información acerca de la horticultura en Ecuador y en países circundantes Informe del Proyecto Integrador de Saberes Horticultura 2024-1 Universidad Técnica de Machala.

Calero León, C. J. (2011). Seguridad alimentaria en Ecuador desde un enfoque de acceso a alimentos. FLACSO. https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/52065.pdf

Calviño F. (2023). *Densidad de siembra en los cultivos*. Cultiva by SIMA Agtech. https://blog.sima.ag/2023/densidad-de-siembra-en-los-cultivos/

Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). Manual Zanahoria. In Programa de apoyo Agricola y Agroindustrial 2015(Vol.1 Issue Apoyo Agricola).https://bibliotecadigital.ccb.org.co/server/api/core/bitstreams/300a79fc-1708-4251-8d5b- cb09e7b4e7be/content

Cambiagro. (2024).*¿Cuáles son las enfermedades de la zanahoria?* Cambiagro.

Cano C. (2023). *Spodoptera latifascia* (Noctuidae). Área de Conservación Guanacaste. https://www.acguanacaste.ac.cr/paginas-de-especies/insectos/124-noctuidae/5702-i-spodoptera- latifascia-i-noctuidae-2

Cano Montero W. G. (2016). *Estudio agronómico del cilantro orgánico (Coriandrum sativum L.) cultivado en diferentes topografías de terreno y densidades de siembra en el cantón Quevedo* [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/items/99143db2-d569-46fd-8e80-ecf42a8da693

Capinera J. L. (2023). Pulgón Verde del Melocotón Myzus persicae (Sulzer) (Insecta: Hemíptera: Aphididae) Universidad de Florida. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN379

Capinera J. L. (2025). Gusano del melón Diaphania hyalinata Linnaeus (Insecta: Lepidoptera: Crambidae). University of Florida IFAS Extension. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IN320

Cardarelli M. Sheridan L. Woo Youssef Rouphael & Giuseppe Colla. (2022). Seed Treatments with Microorganisms Can Have a Lasting Effect on Seedling Vigor Under Variable Conditions. Plants 11(3):259.https://www.mdpi.com/2223-7747/11/3/259?utm_source=chatgpt.com

Carriel García & Neyvi Valeria. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de cebolla puerro (Allium porrum) en el Ecuador" Universidad Técnica de Babahoyo Facultad de Ciencias Agropecuarias Escuela de Agricultura Silvicultura Pesca y Veterinaria Carrera de*

Agronomia.https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14838/E-UTB-FACIAG-AGRON-000074.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Carriel N. V. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de cebolla puerro (Allium porrum) en el Ecuador* [Trabajo de titulación, Universidad Técnica de Babahoyo]. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1299b8e7-350b-4045-ace6- 429bee7dc5dc/content

Castillero Mimenza Oscar. (2018). Las 60 mejores plantas medicinales sus efectos y contraindicaciones Plantas medicinales que llevan siendo usadas en remedios naturales desde hace generaciones. https://psicologiaymente.com/salud/plantas-medicinales

Castro Ramírez L. A. (2013). *Utilización del zapallo (Cucurbita máxima y Cucurbita pepo) en la elaboración de compotas Quevedo – Los Ríos* [Tesis de grado, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e32a10ad-12c6-4fe1-8511- b24f89e865f6/content

Castro Retana J. J. (1992). La huerta (Boletín divulgativo No. 110). Ministerio de Agricultura y Ganadería; Organización Panamericana de la Salud; Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-1101.pdf

Castro, L. (s. f.). *Horticultura*. https://www.flores.ninja/horticultura/

Catagña J. (2024). *Análisis de las técnicas de conservación de la lechuga (Lactuca sativa) para mejorar la comercialización en los productores agrícolas del cantón Chambo* [Trabajo de titulación Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13272/1/Catag%C3%B1a%20A.%2C%20Jaime%20A.%282024%29_An%C3%A1lisis%20de%20las%20t%C3%A9cnicas%20de%20conservaci%C3

Cedeño J. Zambrano F. & Guzmán V. (2008). *Diseño de una planta procesadora de Baby Corn y pepinillo en la zona de Santo Domingo de los Tsáchilas-Ecuador* [Trabajo de titulación, Escuela Politécnica Nacional]. https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1651/1/CD-1867.pdf

Cedeño Vallejo J. (2015). Evaluación agronómica de dos híbridos de pepino (*Cucumis sativus*) en tres distancias de siembra. https://biblioteca.semisud.org/opac_css/index.php?lvl=notice_display&id=288129

Chávez Chilon O. (s. f.). *Cultivo orgánico de vainita en Perú* [Documento]. Scribd. https://es.scribd.com/document/410521384/VAINITA-docx

Cheng T.; Tu Z.; Zhao J.; & Zhu Y. (2022). Análisis de correlación entre el rendimiento de los cultivos y los gases de efecto invernadero. Highlights Sci. Eng. Technol. 2022 26 130–135. https://drpress.org/ojs/index.php/HSET/article/view/3698

Cherlinka Vasyl. (2024). Cultivo de remolacha: de la siembra a la cosecha https://eos.com/es/blog/cultivo-de-remolacha/

Chilan Mata M. E. (2023). *Efecto en la inducción de la resistencia sistémica en pepino (Cucumis sativus L.) y melón (Cucumis melo L.) por la aplicación de bioestimulantes en condiciones de invernadero* [Trabajo de titulación Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Institucional UNESUM. https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/4733/1/Chilan%20Mata%20Mirian%20Elizab eth.pdf

Chuga López M. J. (2021). *Aclimatación y rendimiento de tres variedades de vainita (Phaseolus vulgaris L.) mediante hidroponía en invernadero* [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/f04efb0a-eae0-4b76-a334- fc407ec9b68a/content

Chugchilán Amores B. R. & Quishpe Guanochanga J. A. (2024). *Evaluación de la producción y calidad de rábano (Raphanus sativus) con la aplicación de diferentes abonos orgánicos* [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica de Cotopaxi].https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/017d92a0-39eb-42c4-baef- 5d4f72c9d201/content

Chulze S. N. (2023). Agentes de control biológico de origen microbiano para reducir el impacto de hongos patógenos y toxicogénicos. Revista Argentina de Microbiología 55 1–2. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S03257541230

00019?via%3Dihub

Ciprano E., Vera P., Santacruz A. & González J. (2019). *Guía técnica del cultivo de cebolla puerro*. JICA.72. https://www.researchgate.net/publication/332233335_GUIA_TECNICA_CULTIVO_DE_CEBOLLA

Clubs Responsables de Calidad. (s. f.). ¿Qué se entiende por normalización y qué es una norma? https://clubresponsablesdecalidad.com/que-se-entiende-por-normalizacion-y-que-es-una-norma/

Cobeña G.; Ortiz X.; Duicela L.; Zambrano E. & Ruilova F (Eds). Manual Nro. 135. INIAP-KOPIA Portoviejo Manabí Ecuador. pp. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstreams/2825cc84-1bfb-403d-

Cobeña Gloria & Chang Hwan Park. (2024). Fertilización. Capítulo 10. En: Cultivo de camote en Ecuador.

Cobeña Gloria; Ortiz X.; Duicela L.; Zambrano E. & Ruilova F. (Eds.). (2024). Cultivo de camote en Ecuador. Manual Nro. 135. INIAP-KOPIA Portoviejo Manabí Ecuador. 190 p. https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstreams/2825cc84-1bfb-403d-8c57-60cd080012dc/download

Cocinando con todos los sentidos. (2008). *Poro o puerro (Allium ampeloprasum var. porrum)*. https://cocinandocontodoslossentidos.blogspot.com/2008/02/poro-o-puerro-allium- ampeloprasum-var.html

Colina Almeida E. (s. f.). *Evaluación de 3 híbridos de tomate*

(Lycopersicum lycopersicum L.) recomendadas para casa de cultivo en condiciones de montaña [Tesis de grado, Universidad de Cienfuegos]. https://dspace.ucf.edu.cu/server/api/core/bitstreams/098265ec-2d63-4ac7-acfe- 5bd8d952d3a7/content

Compo. (s. f.). Alternaria brassicae. https://www.compo.es/consejos/plagas-enfermedades/hierbas-aromaticas-frutas-hortalizas/alternaria-brassicae

Condoy V. C. & Macías L. A. (2016). Preparación de una compota de berenjena (*Solanum melongena*) condurazno (*Prunus pérsica* L) Universidad de Guayaquil. Guayaquil. https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/578fbf89-48f2-4468-9620- 5cb32525da03/content

Conoce%20la%20Norma%20ISO%2022000:2018%20%E2%80%93%20Sistemas%20de%20Ge

Contreras-Miranda Javier Antonio & Miguel Ángel Ramírez Marín. (2022). Uso de plantas medicinales que se comercializan en Guayaquil. Ecuador. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2414-10462022000400309

Cooperativa frutosdelande. (2023). Consejos y técnicas para la producción y manejo de cultivos orgánicos. https://frutosdelande.com/consejos-y-tecnicas-para-la-produccion-y-manejo-de-cultivos-

organicos/#:~:text=Para%20la%20producci%C3%B3n%20de%20cultivosel%20crecimiento%20 de%20las%20plantas.

Corbin J. A. (2017). *16 beneficios y propiedades nutricionales del melón*. Psicología y Mente. https://psicologiaymente.com/nutricion/beneficios-propiedades-melon

Cordonez R. (2017). Comportamiento agronómico de nabo (brassica rapa) y acelga (*Beta vulgaris* sub sp) con fertilizantes orgánicos.Universidad Técnica de Cotopaxi. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2b30a8fd-c055-4547-b2f1- b7658b5d3f28/content

Corinto, G. L. (2014). Nikolai Vavilov's centers of origin of cultivated plants with a view to conserving agricultural biodiversity. *Human Evolution, 29*(4), 285–301. https://www.researchgate.net/publication/267349404_Nikolai_Vavilov's_Centers_of_Origin_of_Cultivated_Plants_With_a_View_to_Conserving_Agricultural_Biodiversity

Cornejo Merino, C R. (s. f.). Fisiología de cultivos capítulo 4 Fisiología del esparrago (*Asparagus officinalis* L.). Generalidades delcultivo.https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/01/esparrago-fisiologia.pdf

Cotrina Vila F. (1981). Cultivo de la coliflor Núm. 21181 HD Hojas Divulgadoras Ministerio de Agricultura y Pesca. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_21.pdf

Crónica. (2023). *Cultivo de zapallo en Zapotillo*. Diario Crónica. https://cronica.com.ec/2023/07/15/cultivo-de-zapallo-en-zapotillo/

Crosby, A. W. (2003). *The Columbian Exchange: Biological and cultural consequences of 1492* (Ed. del 30.º aniversario). Praeger.

Cruz Apaza Luz Violeta & Rosa Nelly Rosas Gomez. (2019). Efecto de la concentración del extracto de *Allium cepa (*Cebolla) y *Allium sativum* (Ajo) frente a su actividad antimicrobiana Universidad Alas Peruanas. https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/6293#:~:text=Introducci%C3%B3n:%20El

Cruz Bartolón, J., Yáñez Kernke, M., Venegas Reyes, E., & Dehesa Carrasco, U. (2022). ¿Cómo construir un sistema de hidroponía para tener un huerto en mi escuela? Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) ISBN 978- (obra impresa) ISBN 978- (obra digital).https://www.imta.gob.mx/gobmx/DOI/ecoagua/ecoagua-sistema-hidroponia-para- huerto.pdf

Cruz D. S. (2009). *Desarrollo de una función de producción de lechuga (Lactuca sativa) a partir de diferentes niveles de nitrógeno distanciamiento entre plantas ante escenarios con y sin cobertura plástica en Zamorano* [Trabajo de titulación Escuela Agrícola Panamericana Zamorano]. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/7a5a5b82-72f0-4bdb-9245- 989a96be1f38/content

CSA-Vegadejarama. (s. f.). Colinabo (Nabicol). https://csavegadejarama.org/blog/colinabo-nabicol Cultivar. (2015). *Coliflor: técnica correcta*. Revista Cultivar. https://revistacultivar-

Curiosfera-Historia.com (2020, febrero). *Historia del cultivo de hortalizas y vegetales*. https://curiosfera-historia.com/origen-e historia-del-cultivo-de-hortalizas-y-vegetales/

Curtis K.R Drugova T; Knudsen T; Reeve J. & R. Ward. (2020). ¿Es importante la certificación orgánica para los compradores del mercado de agricultores o es lo suficientemente ecológica? HortCiencia 55(11):1822–1831. https://journals.ashs.org/view/journals/hortsci/55/11/article-p1822.xml

Dainese M; Ingolf Steffan-Dewenter & 96 autores. (2019). Una síntesis global revela beneficios mediados por la biodiversidad para la producción de cultivos. Avances científicos 5(10). https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aax0121

D'Amico, J.P., Varela P., Caracotche, M.V., Bellaccomo, M.C. (s. f.). Cómo iniciar los cultivos hortícolas en siembra directa *Revista Red de Innovadores - Aapresid Nº 173*. https://www.agroconsultasonline.com/documents/892

Dara Surendra K. (2014). Comparación de las poblaciones de chinches lygus y enemigos naturales en campos de fresas orgánicas y convencionales en Santa María. *Revista electrónica de Agricultura y Recursos Naturales de la Universidad de California*: Fresas y verduras.

https://ucanr.edu/blogs/blogcore/postdetail.cfm?postnum=14030

Dara, S. K. (2019). The New Integrated Pest Management Paradigm for the Modern Age. *Journal of Integrated Pest Management*, *10*(1). https://doi.org/10.1093/jipm/pmz010

De Cecco. (s. f.). Coliflor en la cocina: salud y bienestar en tu plato con sabrosas combinaciones. https://www.dececco.com/es_es/magazine/coliflor-en-la-cocina-salud-y-bienestar-en-tu-plato- con-sabrosas-combinaciones/

De Los Santos Zavala, M. G. & Cosco Rivera, B. (2022). *Factores que afectan a la producción agrícola*. Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza (ITSJC). México. https://hopelchen.tecnm.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r136011.PDF

De Los Santos Zavala, M. G., & Cosco Rivera, B. (2022). Factores que afectan a la producción agrícola. Instituto Tecnológico Superior de Jesús Carranza (ITSJC). México. https://www.engormix.com/agricultura/gerenciar-empresa-agropecuaria/factores-afectan-produccion-agricola_a49593/

Deiss, F. (2025). Fundamentos de biocontrol Control biológico de plagas: guía para principiantes. https://bioprotectionportal.com/es/resources/biological-control-beginners-guide/

Deiss, F. (2025a). Manejo Integrado de Plagas: cómo funciona y cuáles son sus beneficios https://bioprotectionportal.com/es/resources/biological-control-

beginners-guide/

Del Pino M. (2020). *Guía didáctica: Cultivo y manejo del pimiento (Capsicum annuum L.)*. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales Universidad Nacional de La Plata. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/60749/mod_folder/content/0/Gu%C3%ADa%2 0de%20Pimiento%202020.pdf

Del Pino M. (2022). Curso de horticultura y floricultura Guía didáctica: cultivo y producción de apio Facultad de Ciencias agrarias y forestales Universidad de La Plata. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/138508/mod_resource/content/1/UNIDAD%20

Di Fabio, A., Lozoya-Gloria, E. dos Santos-Oliveira, F. et al. (s. f.). *Producción y manejo de cultivo: Cultivo de pimientos*. https://intercoonecta.aecid.es/Gestin%20del%20conocimiento/0029- 3%20Cultivo%20de%20pimientos.pdf

Díaz Gonzales, C. A. (2021). *Manejo del cultivo de Zanahoria (Daucus carota) cv. Japonesa en el valle de Cañete* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/5062

Directo al Paladar. (s. f.). *La hortaliza veraniega que jamás debes comer cruda*. https://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/hortaliza-veraniega-que-jamas-debes- comer-cruda

DJI Enterprise. (2021). Agricultura de precisión con tecnología de drones. https://enterprise- insights.dji.com/blog/precision-

agriculture-drones

Dora Agri. (s. f.). *Síntomas de deficiencia de calcio en las plantas*. https://es.doraagri.com/calcium-deficiency/

DripWorks. (s. f.). Guía de cultivo de rábanos. https://www.dripworks.com/resources/growing- guides/radish-growing-guide#:~:text=Fertilizaci%C3%B3nnecesario%20fertilizar%20los%20r%C3%A1banos%20poste riormente.

Dyer M. H. (2021). *Virus del mosaico del pimiento: aprenda sobre el virus del mosaico en las plantas de pimiento*. Gardening Know How. https://www.gardeningknowhow.com/edible/vegetables/pepper/pepper-mosaic-virus.htm

EcuRed. (2017). *Remolacha*. https://www.ecured.cu/Remolacha

EcuRed.(s.f.). *Grillito de la tierra*. https://www.ecured.cu/Grillito_de_la_tierra

EcuRed.(s.f.-a).*Ácaro del bulbo*. https://www.ecured.cu/%C3%81caro_del_bulbo

El Huerto de José Antonio. (2022). Cultivo de nabos. https://huertodejose.blogspot.com/2022/05/cultivo- de-

nabos.html

El Poder del Consumidor. (2021). *El poder de la sandía*. https://elpoderdelconsumidor.org/2021/08/el-poder-de-la-sandia/

El Productor. (2026). Cómo cultivar espárragos. https://elproductor.com/2017/07/como-cultivar-esparragos/

El-Hage Scialabba Nadia & Caroline Hattam. (2003). Agricultura Orgánica Ambiente y Seguridad Alimentaria. FAO. http://www.fao.org/3/y4137s/y4137s00.htm

Eliades, A. (2016). Sistemas de rotación de cultivos para hortalizas anuales Deep Green Permaculture. https://deepgreenpermaculture.com/2016/05/20/crop-rotation-systems-for- annual-vegetables-2/#:~:text=en%20nuestros%20jardines.-

Elicriso. (2008). Revista sobre el entorno y naturaleza. Disponible en: http://www.elicriso.it/es/plantas_aromaticas/perejil/

El-Sayed A. M; D.M. Amamantando J. A. Byers E. B Jang & C. H Usando. (2009). Potencial de la estrategia de "atraer y matar" en el manejo de plagas a largo plazo y la erradicación de especies invasoras. *Journal of Economic Entomology* Volumen 102 Número 3 1 de junio de 2009 Páginas 815–835. https://academic.oup.com/jee/article-abstract/102/3/815/2199126

EntreSemillas. (2025). Distancia para plantar:

listado amplio y aprobado. https://entresemillas.com/blog/distancia-para-plantar-informacion-aprobada-completa/#:~:text=Table_title:%20Gu%C3%ADa%20de%20distancias%20para%20sembrar%20hortalizas%2C%7C%20Distancia%20de%20plantaci%C3%B3n:%208%20cm%20%7C

EOS. (2025). *Cómo cultivar tomate: cómo y cuándo plantar y cosechar*. https://eos.com/es/blog/como- cultivar-tomate/

EOS. (2025a). Mildiu Polvoriento: Prevención y tratamiento efectivos. https://eos.com/es/blog/mildiu- polvoriento/

Ephytia. (2021). *Tomate – Ecología y epidemiología del Cucumber mosaic virus (CMV)*. INRAE. https://ephytia.inra.fr/es/C/5252/Tomate-Ecologia-epidemiologia

Ephytia. (s. f.). Passalora fulva (Cooke) U. Braun y Crous Cladosporiose. https://ephytia.inra.fr/es/C/4999/Tomate-Passalora-fulva-cladosporiose

Ephytia. (s. f.-a) Antracnosis https://ephytia.inra.fr/es/C/7679/Melon-Antracnosis-Colletotrichum- orbiculare

Ephytia. (2021a). *Tobacco mosaic virus (TMV): virus del mosaico del tabaco en tomate*. https://ephytia.inrae.fr/es/C/5019/Tomate-Tobacco-mosaic-virus-TMV

EQA. (s. f.). Normas ISO 22000 - Seguridad Alimentaria. https://eqaecuador.com/iso-

22000/#:~:text=La%20norma%20ISO%2022000%20establecei mplementar%20para%20garant izar%20la%20inocuidad

Eroski Consumer. (s. f.). *Calabaza: introducción*. https://verduras.consumer.es/calabaza/introducciones.com/articul os/tecnica-correcta-coliflor

Escuela Agrícola Panamericana. (2012). Manual de cosecha y mercadeo. https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/22a3147 c-336a-4bea-af4e-6c03aee814db/content#:~:text=La%20elecci%C3%B3n%20del %20momento%20justo%20de% 20madurezimportante%20en%20esta%20etapa%20distinguir%2 0claramente%20entre

Estación Experimental Agrícola. (2022). Conjunto tecnológico para la producción de apio. Universidad de Puerto Rico Recinto Universitario de Mayagüez Colegio de Ciencias Agrícolas. https://www.uprm.edu/lfct/wp-content/uploads/sites/258/2023/05/EEA_ConjuntoApio_2022.pd f

Extensión Universidad Minnesota. (s. f.). Cultivo de ruibarbo en huertos familiares. https://es.extension.umn.edu/Vegetales/ruibarbo-en-crecimiento

FAO. (1987). *Manual para el mejoramiento del manejo poscosecha de frutas y hortalizas. Parte I: Cosecha y empaque* (Serie:

Tecnología Postcosecha 6). FAO. https://www.fao.org/4/x5055s/x5055s00.htm

FAO. (2017). Manual para el Productor El cultivo de las hortalizas Proyecto Manejo Integral de los Recursos Naturales en el Trópico de Cochabamba y los Yungas de La Paz BOL/I79 (VCDI – UNODC). https://www.unodc.org/documents/bolivia/DIM_Manual_de_cultivo_de_hortalizas.pdf

FAO. (2021). Frutas y hortalizas Oportunidades y desafíos para la agricultura sostenible a pequeña escala. https://openknowledge.fao.org/items/4bbf2fd9-af8c-4d1c-b7a4-c7f0e6c54d60

FAO. (2021a). Guía técnica de buenas prácticas comunitarias para la selección de árboles semilleros y manipulación de semillas forestales. https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/e9e4c3e2-fdc9-47fb-8d6b- a4bb2843e75c/content

FAO. (s. f.-a). Manual Técnico. Buenas Prácticas Agrícolas –BPA en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s02.pdf

FAO. (s. f.-b). *Producción vegetal: El uso de invernaderos*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/4/s8630s/s8630s08.htm

FAO. (s. f.-c). *Calendario de estaciones climáticas: época seca y época lluviosa en Ecuador*. FAO.

https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/72829f8f-ea6e-41d0-b3b7- 33647c7ef1ea/content

FAO. (s. f.-d). Capítulo 5. La calidad en frutas y hortalizas. https://www.fao.org/4/y4893s/y4893s08.htm

FAO. (s. f.-e). Capítulo 7. Cosecha y manejo postcosecha. https://www.fao.org/4/a1374s/a1374s07.pdf

FAO.(2018).Los 10 elementos de la agroecología. Roma Italia https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/d3b4a39e-5ca8-4938-b09f- b368b72a5be6/content

FAUBA.(2026).Podredumbre del cuello y raíz de la lechuga.

Favela E. Preciado R. & Benavides A. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.Torreón Coahuila. https://www.researchgate.net/publication/305280176_Manual_para_la_preparacion_de_solucion es_nutritivas

Fecoagro. (2021). ¿Cómo cultivar apio en la huerta? https://www.fecoagro.com.ar/como-cultivar-apio-en- la-huerta/#:~:text=Cuidados%20del%20Cultivod%C3%ADas%20antes%20de%20la%20cosecha

FEN (Fundación Española de la Nutrición). (s. f.). *Sandía*. Mercado de Alimentos FEN. https://www.fen.org.es/MercadoAlimentosFEN/pdfs/sandia.pdf

Fernández Morales Ana. María L Martínez María Dolores Ariosa & Verónica Toledo. (2012). Detección y prácticas de manejo de la enfermedad pata prieta causada por Phytophthora nicotianae.

https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4197769

Fernández Remedios. (2023). Conservación de la Biodiversidad en Agricultura Sostenible: Desafíos y Perspectivas.https://agroecologysl.com/conservacion-de-la-biodiversidad-en-agricultura- sostenible-desafios-y-perspectivas/#:~:text=La%20Importancia%20de%20la%20Biodiversidad%20en%20la%20Agric ultura%20Sosteniblecambiantes%20y%20reducir%20su%20vulnerabilidad.

Fernández Cuevas A. (s. f.). Semilleros Ministerio de Agricultura. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1968_07.pdf

Fertiberia. (2011). Remolacha azucarera. https://www.fertiberia.com/es/agricultura/servicios-al-agricultor/guia-del-abonado/remolacha-azucarera/

fertilizer-for-cauliflower/

Fervalle. (s. f.). *Cultivo de pepino*. https://www.fervalle.com/pepinos/

Finkers Richard Martijn van Kaauwen Kai Ament Karin Burger-Meijer Raymond Egging Henk Huits Linda Kodde Laurens Kroon Masayoshi Shigyo Shusei Sato Ben Vosman Wilbert van Workum & Olga Scholten. (2021). Perspectivas del primer ensamblaje del genoma de la cebolla (*Allium cepa*) *G3 Genes|Genomes|Genetics,* 11(9), jkab243. https://doi.org/10.1093/g3journal/jkab243

Fischer G. Miranda D. Magnitskiy S. & Balaguera-López H. E. (2021). Avances de la horticultura y la mejora en la calidad de vida. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas. https://doi.org/10.17584/VIIIHorticultura

Flores Sedano Gabriela & Luz Domitila Mondragón Sánchez. (2020). Manejo Agroecológico de Plagas y Enfermedades Proyecto Formagro - Programa de Formación Agraria y de Apoyo al Emprendimiento Juvenil en el Perú. https://idmaperu.org/wp-content/uploads/2023/03/MATERIAL-DE- APRENDIZAJE-PLAGAS-Y-ENFERMEDADES.pdf

FM2S. (2022). Normalización: ¿qué es? ¿Para qué sirve? ¿Cómo se aplica? https://www.fm2s.com.es/normalizacion/

Foods. (s. f.). El Camote; ¿Qué es? historia cultivo valor nutricional usos recetas y más. https://foods.pe/el-camote/#:~:text=anaranjado%20y%20morado.-Historia%20del%20Camotellegaron%20hasta

Forbes I. Gladstones J.S.& Wells H.D. (1975). Gray leaf spot-resistant Lupinus angustifolius L. germplasm from plant exploration in the western Mediterranean region. Crop Science 15: 867- 868. https://sef.es/sites/default/files/pathogen_documents/Stemphylium%20solani%20Weber.pdf

Fornaris Rullán G. J. (2012). *Cosecha y manejo postcosecha de la calabaza*. Estación Experimental Agrícola Recinto Universitario de Mayagüez

Universidad de Puerto Rico. https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/12.-CALABAZA-COSECHA-Y- MANEJO-DESPUES-DE-LA-COSECHA.pdf

Freire Quintanilla Carmen. (2012). Aclimatación y rendimiento de 14 cultivares de cebolla colorada (Allium cepa) a campo abierto en macají cantón Riobamba provincia de Chimborazo. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/371c13ee-e28d-42b9-b28b- d781b30ec5c5/content

Fretes F. (2010). *Plantas medicinales y aromáticas: Una alternativa de producción comercial*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). https://www.academia.edu/26443898/PLANTAS_MEDICINALES_Y_AROM%C3%81TICA

Frutas Braojos. (s. f.). *Puerros*. https://frutasbraojos.com/puerros/

Frutas y Hortalizas. (s. f .). *Tipos y variedades de puerro*. https://www.frutas-hortalizas.com/Hortalizas/Tipos-variedades-Puerro.html

Fuller, D. Q., & Murphy, C. (2018). The origin and early dispersal of South Asian crop plants. *Archaeological and Anthropological Sciences, 10*(8), 1877–1900. https://doi.org/10.1007/s12520-018-0712-4

Fundación Cookinghub. (2024). Tipos de hortalizas de tallo.

https://www.cookinghub.com/food- ingredient/types-of-stem-vegetables/#:~:text=Informaci%C3%83%C2%B3n%20nutricional%20sobre%20los%20tipospos ibles%20beneficios%20para%20la%20salud

Fundación de Desarrollo Agropecuario Inc. (1995). Cultivo de ajo República Dominicana Boletín Técnico No5 segunda edición. http://www.rediaf.net.do/publicaciones/guias/download/ajo.pdf

FUNDESYRAM. (2009). Cultivo de tomate Guía técnica San Salvador El Salvador. https://fundesyram.info/wp-content/uploads/2020/02/guia_tomate_organico.pdf

FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social). (2024). Calidad y manejo postcosecha en la agricultura. https://fusades.org/publicaciones/Postcosecha_ago24.pdf

FYG. (2013). Los rábanos: Origen beneficios y uso a lo largo de la historia. https://www.fuerzaycontrol.com/los-rabanos-todo-lo-que-deberias-saber/

Galindo Pacheco J. R. & Saboyá Acosta J. F. (2024). *Zanahoria (Daucus carota L.): Manual de recomendaciones técnicas para su cultivo en el departamento de Cundinamarca*. Universidad Nacional de Colombia AGROSAVIA. https://bffrepositorio.unal.edu.co/server/api/core/bitstreams/cf593a94-ad83-42d3-b4b0- 2c09de63d908/content

Gallegos Zurita & Maritza Emperatriz. (2017). Las plantas

medicinales: usos y efectos en el estado de salud de la población rural de Babahoyo – Ecuador – 2015 TESIS Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias de la Salud. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/03/880037/las-plantas-medicinales-usos-y-efectos-en-el-estado-de-salud-de_iHP5e7s.pdf

Galvis Pilar. (s. f.). Sistemas Hidropónicos: tipos diferencias y ventajas. https://jiffygroup.com/es/noticias/sistemas-hidroponicos-tipos-diferencias-y-ventajas/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20son%20los%20sistemas%20hidrop%C3%B3nicosurbanas%20o%20en%20climas%20extremos.

GAR. (2025). El poder de los cultivos intercalados: un uso más inteligente de la tierra para los productores de palma aceitera. https://www.goldenagri.com.sg/es/intercropping-and-how-it-helps-smarter- land-use-for-oil-palm-farmers/

Garcés R. & Valle L. (2019). Evaluación de abonos orgánicos en la producción de cebolla puerro (Allium porrum L.). Tesis Ing. Agr. Ecuador. UTA. 94 p. https://redi.cedia.edu.ec/document/226607

García Batista R.M. (2025) Horticultura Conferencia 7. Manejo del cultivo: Cosecha y postcosecha Comunicación personal 30 de julio de 2025.

García Díaz N. A. (2023). *Efecto de la berenjena (Solanum melongena*

L.) en la aceptabilidad y capacidad antioxidante de un escabeche de calamar gigante (Dosidicus gigas) [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GARCIA%20DIAZ%20NICOLL%20ANDREINA.pdf

García Jiménez C. Rebeca Quintanar Barceló & Nytzia Araceli Guerrero Barrera. (2020). Manual de iniciación al huerto casero: Una guía para producir alimentos saludables Gobierno del Estado de Veracruz DIF Estatal Veracruz y el Huerto Agroecológico de la Facultad de Biología Xalapa de la Universidad Veracruzana .https://www.uv.mx/hab/files/2021/02/Manual-de-huerto-en-casa_HAB_DIF_2020.pdf?fbclid=IwAR0R_DkUaopKhma5M2VFnn9XbrUQshhjjI1cnlg24y407QLfUKi v443GGC0

García Quintana H. D. (2013). *Efecto de la radiación UV-C sobre la capacidad antioxidante de hojas frescas de toronjil (Melissa officinalis) y perejil (Petroselinum sativum) de la zona andina de Cotacachi* [Trabajo previo a la obtención del título de Ingeniero de Alimentos, Universidad Tecnológica Equinoccial].https://repositorio.ute.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6ea4a404-b5aa-4a70-a597- 4eb9ea1e42aa/content

GardenTech. (s. f.). El tizón tardío (tomate y papa). https://www.gardentech.com/es/disease/late-blight Gastronomía Vasca. (s. f.). *Tomate*. https://www.gastronomiavasca.net/es/gastro/glossary/tomate

Gastronomía Vegana. (s.f.). *Cocinar con berenjenas*.

Gaudin A.C; Tolhurst TN; Ker A.P; Janovicek K.; Tortora C.; Martin R. C; & Deen W. (2015) El aumento de la diversidad de cultivos mitiga las variaciones climáticas y mejora la estabilidad del rendimiento. PLoS ONE 2015 10 e0113261. [Google Scholar] [Cross Ref] [PubMed]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25658914/

Geerts Sheryl. (2024). Cómo plantar y cultivar nabos por sus sabrosas verduras y raíces https://www.bhg.com/growing-turnips-8720167#:~:text=Suelo%20y%20aguafresco%20y%20disuadir%20las%20malezas

Gerwick B. Clifford & Thomas C. Sparks. (2014). Productos naturales para el control de plagas: un análisis de su papel valor y futuro Ciencia del manejo de plagas agosto de 2014;70(8):1169-85. doi: 10.1002/ps.3744. Epub 3 de marzo de 2014. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24478254/

Gisbert Mullor, R., & Gómez de Barreda Ferraz D. (2025). *Introducción a los cultivos hortícolas*. edUPV. https://gdocu.upv.es/alfresco/service/api/node/content/workspace/SpacesStore/0b35a327-dc9f-4543-9a8e-34e51e6afc60/TOC_0248_09_01.pdf?guest=true

GOODGROW. (s. f.). Control de malezas fácil y efectivo en un huerto. https://goodgrow.uk/effective-weed- control-in-a-vegetable-

garden/#:~:text=Quitar%20las%20malas%20hierbas%20aNo%20lo%20pospongas%2C%20haz lo%20ahora.

GRAINSA. (2018). Los pros y contras del cultivo intercalado. https://www.grainsa.co.za/the-pros--cons- of-intercropping#:~:text=Algunas%20ventajas%20del%20cultivo%20intercalado.%2C%202018:% 20363

Graziano Jorge E. (2016). Diseño de huertas INTA Extensión rural. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/25842/mod_resource/content/1/diseno_de_hu ertas.pdf

Greenlab. (2016). Origen de la Hidroponía. https://www.greenlab.com.ec/origen-de-la-hidroponia

GrowPlant.org. (2024). *Best fertilizer for cauliflower: Top growing guide*. https://growplant.org/blog/best-

Guamán Tonato M. V. (2024). *Aplicación de tres microorganismos eficientes en dos variedades de rábano (Raphanus sativus) durante la época lluviosa* [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional UTC. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/49526d3f-0932-496c-971f- 49778c25cf35/content

Guamán-Rivera Santiago Alexander: Flores-Mancheno & César Iván. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador Revista Científica Zambos Vol. 2 Núm. 1 (2023): Literatura y Ciencias en el

Mundo Contemporáneo. https://revistaczambos.utelvtsd.edu.ec/index.php/home/article/view/35

Guapás M. B. (2013). *Respuesta de la espinaca (Spinacia oleracea) a la fertilización foliar complementaria con tres biofermentos. Puembo Pichincha* [Tesis de grado Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE.

Guenkov G. (1969). *Fundamentos de horticultura cubana*. Edición Revolucionaria. https://books.google.com.ec/books/about/Fundamentos_de_la_horticultura_cubana.html?id=ea7 onQEACAAJ&redir_esc=y

Guerra W. (2019). *Efecto del uso de sustancias homeopáticas en variables morfométricas del cultivo de lechuga (Lactuca sativa L.) bajo las condiciones controladas* [Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/c39e384f-2083-4250-9298- c947c2b41e2c/content

Guerrero Casco J. G. (2020). *Efecto de 3 residuos de cosecha como aporte nutricional en el cultivo de pepino (Cucumis sativus)* [Trabajo de titulación Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/GUERRERO%20CASCO%20JULISSA%20GINGER.pdf

Guo S. Zhang J. Sun H. Salse J. Lucas W. J. Zhang H. Zheng Y. Mao L. Ren Y. Wang Z. Min

Gutiérrez Jiménez Yamilé. E. (2016). *Elaboración de un dip vegetal a partir de subproductos de brócoli (Brassica oleracea var. italica) y zanahoria (Daucus carota) como alternativa para el consumo* [Trabajo de titulación Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/5437/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-4.pdf

Gutiérrez Sosa. M. (2022). Cercospora la enfermedad fúngica más importante de la remolacha azucarera. https://archivo.revistaagricultura.com/cercospora/sanidad-y-nutricion/cercospora--la- enfermedad-fungica-mas-importante-de-la-remolacha-azucarera_15238_119_18862_0_1_in.html#:~:text=Cercospora%20(Cercospora%20beticola%20Sacc.)de%20variedades%20con%20elevada%20tolerancia

H. Dale Petr Havlik Keithy L. Kline R. J. Scholes Philip Thornton Pablo Tittonell & Sandy Andelman. (2018). Evaluación de las compensaciones agrícolas en la era del desarrollo sostenible Sistemas agrícolas 163:73–88. DOI: https://dx.doi.org/10.1016/J.AGSY.2016.09.010

Haifa Group. (s. f.-a). Pautas generales para la nutrición del pimiento por fases de crecimiento. https://www.haifa-group.com/es/articles/crop-guide-nutrients-pepper-0

Haifa Group. (s. f.-b). Guía del cultivo del tomate. https://www.haifa-group.com/es/gu%C3%ADa-del- cultivo-tomate

Haifa. (s. f.). Guía de fertilización y cultivo de cebolla: nutrición. https://www.haifa-group.com/es/croprecommendations/guia-de-fertilizacion-y-cultivo-de-cebolla-nutricion

Happy Gringo. (2025). *Plantas medicinales del Ecuador*. https://es.happygringo.com/blog/medicinal- plants-ecuador/

Harlan J. R. (1987). *Las plantas cultivadas y el hombre*. Presses universitaires de France Paris. https://books.google.com.ec/books/about/Les_Plantes_cultiv%C3%A9es_et_l_homme.html?id=d vO0MwEACAAJ&redir_esc=y

Haro P. (2012). Diagnóstico de cultivos hortícolas que realizan las personas con capacidades especiales en el cantón Alausí provincia de Chimborazo. Universidad Estatal de Bolívar. http://www.ueb.edu.ec/app/investigacion/images/PDF/PROYECTO2015/Formulario2014.pdf

Healthy Houseplants. (s. f.). *Parsley (Petroselinum crispum neapolitanum): Growing guide and care tips*. https://www.healthyhouseplants.com/indoor-houseplants/parsley-petroselinum-crispum- neopolitanum-growing-guide-and-care-tips/

Hedrick, U. P. (1919). *Sturtevant's edible plants of the world*. J. B. Lyon

Company.

Heiser, C. B., Jr. (2013). *Seed to civilization: The story of food* (3.ª ed.). Harvard University Press.

Heong Kong Luen Wong L & De los Reyes J.H. (2015). Abordar las amenazas de las cigarras al cultivo de arroz y la seguridad alimentaria en Asia: y solucionar el mal uso de insecticidas DOI: https://dx.doi.org/10.1007/978-94-017-9535-7_3

Herbario Virtual de Fitopatología. (s. f.). *Podredumbre blanda de la cebolla (Pectobacterium carotovorum subsp. carotovorum)*. Cátedra de Fitopatología Facultad de Agronomía Universidad de Buenos Aires. https://herbariofitopatologia.agro.uba.ar/?page_id=403

Hernández de la Rosa Miguel Angel; María Victoria Chirino Ramos & Eylín Hernández Luque. (2015). La introducción de resultados investigativos un problema de actualidad en la formación del Ingeniero en Ciencias Informáticas Revista Cubana de Ciencias Informáticas vol.9 no.4 La Habana oct.-dic. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992015000400011

Hernández Fernando. (s. f.). Poda de las Hortalizas Tomate Pimentón Melón Calabacín y Fresa Asistencia técnica agrícola. https://www.agro-tecnologia-tropical.com/poda_hortalizas.html#:~:text=Podar%20las%20hortalizas%20es%20eliminarcuale

s%20ser%C3%A1n%20analizadas%20a%20continuaci%C3%B3n

Hernández Héctor. (2020). El nabo un crujiente añadido blanco. https://bonviveur.com/es/gastroteca/el- nabo-un-crujiente-anadido-blanco

Hernández Jumbo L. E. (2021). *Evaluación de fertilización edáfica con aminoácidos en la productividad del cultivo de pimiento (Capsicum annuum) Yaguachi Guayas* [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERNANDEZ%20JUMBO%20LADY%20ESTEFANIA.pdf

HEROGRA ESPECIALES. (s. f.). *Hortícolas de fruto*. https://herograespeciales.com/cultivos/horticolas-de- fruto/

Herogra Fertilizantes. (s.f.). *Berenjena*. https://herografertilizantes.com/cultivos/berenjena/

Hidroponía Ecuador. (s. f.). Semillas de nabo de hoja. https://hidroponiaec.com/product/semillas-de- nabo-de-hoja/

Hidroponía Ecuador. (s. f.). *Semillas de pepinillo Akito híbrido F1*. https://hidroponiaec.com/product/semillas-de-pepinillo-akito-hybrido-f1/

Higley L. G. & Larry P. Pedigo. (1993). Conceptos de nivel de daño económico y su uso para mantener la calidad ambiental. Agricultura ecosistemas y medio ambiente 46(1–4):233–243. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/016788099390027M?via%3Dihub

Hilje L. (2002). *Cómo manejar los gusanos que atacan el fruto del tomate* (Colección Folletos de Agricultura Ecológica para Productores No. 6). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). https://agris.fao.org/search/en/providers/122535/records/65df93cd4c5aef494fe36856

Hortocampo. (2018). ¿Qué es el Mildiu y cómo controlarlo? https://www.hortocampo.com/blog/que-es-el-

Huertos Ecuador. (s. f.). *Tomate de árbol*. https://huertosecuador.com/tomate-de-arbol/23712

Hull Chris. (2024). Poda de plantas vegetales: manos a la obra con sus plantas literalmente. https://www.organicauthority.com/live-grow/pruning-vegetable-plants-your-hands-on-how-to-guide#:~:text=C%C3%B3mo%20podar%20las%20plantas%20dela%20axila%20de%20la%20planta.&text=No%20se%20ha%20podido%20activarError%20al%20cargar%20los%20art%C3%A Dculos.

Huss C. P., Holmes, K. D., & Blubaugh, C.K. (2022). Beneficios y riesgos del cultivo intercalado para la resiliencia de los cultivos y el manejo de plagas. *Revista de Entomología Económica, 115* (5), 350–1362. https://academic.oup.com/jee/article/115/5/1350/6572575

Iannotti María. (2022). Cómo cultivar y cuidar el repollo.

https://www.thespruce.com/growing-and- caring-for-cabbage-plants-1402815#:~:text=Temperatura%20y%20humed

Ibáñez E. J Paiz & S Aguilar. (2002). Manejo del hábito de crecimiento del pepino (Cucumis sativus L.) y su efecto en la preferencia hospedera de Diaphania spp. https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=es&user=5iXbbgIAAAAJ&citation_for_view=5iXbbgIAAAAJ:u5HHmVD_uO8C

idMicrobe. (s. f.). Mancha de la hoja: qué es cómo se origina y cómo eliminar de forma efectiva en cucurbitáceas piel comestible. https://www.zerimarlaboratoire.com/patogenos-3/alternariosis-cucurbits#:~:text=Para%20prevenir%20y%20controlar%20lael%20uso%20de%20fungicidas% 20preventivos

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). (2010). *Plagas del frijol en Centroamérica: guía de identificación y manejo integrado*. Red SICTA; Cooperación Suiza en AméricaCentral.

Ilbay Paca J. R. (2009). *Evaluación agronómica del cultivo de coliflor (Brassica oleracea L. var. botrytis)* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/6fca011b-1c25-472c-a2f8- 8d80d6da0992/content

INEN. (2018). Norma ISO 22000:2018 – Sistemas de

Gestión de la Seguridad Alimentaria https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-la-norma-iso-220002018-sistemas-de-gestion-de-la- seguridad-alimentaria/#:~:text=la%20Seguridad%20Alimentaria-

INEN. (s. f.). Conoce las Normas que debes tomar en cuenta para garantizar la inocuidad de los alimentos. https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-las-normas-que-debes-tomar-en-cuenta-para- garantizar-la-inocuidad-de-los-

InfoAgro. (s. f.-b). El cultivo de la espinaca. https://www.infoagro.com/hortalizas/espinaca.htm InfoAgro. (s. f.-c). El cultivo del Cilantro. https://www.infoagro.com/aromaticas/cilantro.htm

InfoAgro. (2005). *El cultivo del pimiento (Capsicum annuum L.)*. https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm

InfoAgro. (s. f. a). Las variedades de espárrago más comerciales Dpto. de Agronomía. https://www.infoagro.com/documentos/las_variedades_esparrago_mas_comerciales.asp#:~:text

InfoAgro. (s. f.-d). *El cultivo del tomate (Parte I)*. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate parte_i_.asp

InfoAgro. (s. f.-e). *Pepino*. https://infoagro.com/hortalizas/pepino.htm

InfoAgro. (s. f.-f). *El melón*. https://www.infoagro.com/frutas/frutas_tradicionales/melon.htm

InfoAgro. (s. f.-g). *Condiciones de cultivo de la berenjena*. https://www.infoagro.com/documentos/condiciones_cultivo_berenjena.asp

InfoAgro. (s. f.-h). *Pulgones*. https://infoagro.com/hortalizas/pulgones.htm

InfoAgro. (s. f.-i). *La absorción de nutrientes en pimiento (chile)*. https://www.infoagro.com/documentos/la_absorcion_nutrientes_pimiento_chile_.asp

InfoAgro. (s. f.-j). *El cultivo del pepino (parte I)*. https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_pepino_parte_i_.asp

InfoAgro. 2020. Cultivo de pimiento (en línea). Disponible en https://www.infoagro.com/hortalizas/pimiento.htm

INIA (Instituto de Investigaciones Agropecuarias). (2017). *Manual de manejo agronómico para cultivo de melón (Cucumis melo L.)* (Boletín INIA N.º 366). INIA–INDAP. https://bibliotecadigital.ciren.cl/server/api/core/bitstreams/7ffed441-0493-451d-b28a- 9bee64521b1b/content

INIAP. (s. f.). Manejo agronómico control de malezas. https://tecnologia.iniap.gob.ec/wp-content/uploads/2023/11/malezas-1.pdf

INIFAP. (s. f.). Manuales prácticos para la elaboración de bioinsumos 15. Lixiviado de Lombriz. gob.mx/agricultura. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/737316/15_Lixiviado_de_lombriz.pdf

Instituto de Investigaciones Agropecuarias. (2005). *El cultivo de Hortalizas en Venezuela*. Maracay. (Serie Manuales de Cultivo INIA N° 2). http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/noperiodicas/pdf/Manual_hortalizas.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2017). Encuesta de

superficie y producción agropecuaria continua (ESPAC 2017). Dirección de Estadísticas Agropecuarias y Ambientales. Quito: INEC. https://www.ecuadorencifras.gob.ec

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2015). *Manual de la huerta agroecológica*. https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/425186/

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2017). Manual de Buenas Prácticas Agrícolas. https://alimentosargentinos.magyp.gob.ar/bpa/bibliografia/manual_BPA_obligatorias.pdf

Intagri. (2024). Manejo Integrado del Pulgón del Repollo. https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-integrado-del-pulgon-del-repollo

Intagri. (s. f.-a). *Manejo de malezas en la agricultura orgánica*. https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/manejo-de-malezas-en-la-agricultura- organica

Intagri. (s. f.-b). *Manejo del trips de la cebolla*. https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/manejo-del-trips-de-la-cebolla

Integra. (2021a). Puerro Características historia y g astronomía Integra red digital.

https://www.regmurcia.com/servlet/s.Sl?sit=c543m2714&r=ReP-23462- DETALLE_REPORTAJESPADRE

Integra. (2021b). Coliflor Características historia y gastronomía Integra red digital. https://www.regmurcia.com/servlet/s.Sl?sit=c543m2714&r=ReP-20373- DETALLE_REPORTAJESPADRE

Integra. (s. f.-a). Apio Características. https://www.regmurcia.com/servlet/s.Sl?sit=c543m2714&r=ReP-20156- DETALLE_REPORTAJESPADRE

Invesa S.A. (2024). *Hortalizas: características, tipos, propiedades y su adecuado cultivo*. https://www.invesa.com/hortalizas-caracteristicas-tipos-propiedades-cultivo

Invesa. (2024). Hortalizas: Características tipos propiedades y su adecuado cultivo. https://www.invesa.com/hortalizas-caracteristicas-tipos-propiedades-y-su-adecuado-cultivo/#:~:text=Propiedades%20de%20las%20hortalizastan%20relevante%20a%20nivel%20e nerg%C3%A9tico.

Ismán M B. (2020). Los insecticidas botánicos en el siglo XXI: ¿Cumplirán su promesa? Revista anual de entomología 65(1):233–249. DOI: https://dx.doi.org/10.1146/annurev-ento-011019-025010. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31594414/

Ismán M. B. (2008). Insecticidas botánicos: para los más ricos para los

más pobres. Ciencia del manejo de plagas 64:8–11. DOI: https://dx.doi.org/10.1002/ps.1470. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18022796/

J. Guo X. Murat F. Ham B. K. Zhang Z. Gao S. Huang M. Xu Y. Zhong S. … Fei Z. (2013). *The draft genome of watermelon (Citrullus lanatus) and resequencing of 20 diverse accessions*. *Nature Genetics 45*(1)51–58. https://www.nature.com/articles/ng.2470

Jana Ayala Constanza; Cornelio Contreras Seguel; & Víctor Alfaro Espinoza. (s. f.). sistema de cultivo hidropónico diseñado para agricultura urbanaMinisterio de Agricultura- Instituto de Investigaciones Agropecuarias - Centro Regional de Investigacion Intihuasi Informativo # 41. https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/d88f8ed5-38d1-4811-a531- 0dc89cef9db7/content

Japón Quintero; Jose (1984a). El cultivo del ajo Ministerio de Agricultura Pesca Y Alimentacion. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_01.pdf

Japon Quintero; Jose. (1984). Cultivo extensivo de la remolacha de mesa Ministerio de Agricultura Pesca Y Alimentacion. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1984_18.pdf

Jaramillo Noreña J. E. Sánchez León G. D. Rodríguez V. P. Aguilar P.

A. Zapata Cuartas M. Á. & Guzmán Arroyave M. (2006). *Generalidades del cultivo del tomate*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/30101a92-be31-48eb-a1d6- 52ff1e3a77c8/content

Jefferson, T. (2023). *Garden book, 1766–1824. The Thomas Jefferson Papers*. https://jeffersonpapers.princeton.edu/vegetable-chart/ (Obra original publicada entre 1809 y 1824)

Jiménez-Martínez E. Víctor Sandino-Díaz Leydy Angulo-Rivas & García K. (2008). Efecto de cultivos en asocio pepino (Cucumis sativus) pipian (Cucúrbita pepo) y frijol de vara (Vigna unguiculata) en la ocurrencia poblacional de insectos plagas benéficos y el rendimiento en Tisma Masaya. La Calera 10(14): 13-24. https://doi.org/10.5377/calera.v10i14.23

Johnson S. (2026). *Etapas del crecimiento de la planta de tomate: Guía definitiva*. Alibaba Spice. https://spice.alibaba.com/es/spice-basics/tomato-plant-stages

jude.boucher@uconn.edu. 1999. https://ipm.cahnr.uconn.edu/spinosad-the-first-selective-broad-spectrum-insecticide/

JUNGEPFLANZEN. (s. f.). Plantas. https://www.jungepflanzen.de/es/plantas/plantas-horticolas/plantas- horticolas-de-tallo/?srsltid=AfmBOoprvSr9KfOKSbGFFleOBvDzsuOVsgc9B

nketgEsxzN6p25ZOIUB

Kansanga M. M; Luginaah I; Bezner Kerr R; Lupafya E; & Dakishoni L. (2020). Más allá de las sinergias ecológicas: Examinando el impacto de la agroecología participativa en el capital social en las comunidades de pequeños agricultores. Revista Internacional de Desarrollo Sostenible y Mundo 27(1):1–14. DOI: https://dx.doi.org/10.1080/13504509.2019.1655811.

Kanter David R. Mark Musumba Sylvia LR Wood Cheryl Palm Juan Antle Patricia Balvanera Virginia

Karmakar Pradip; Jyoti Devi; VA Parthasarathy & U. Parthasarathy. (2021). Cultivos de hortalizas— Volumen 3Editorial: Editorial: Daya Publishing House División de Astral International Pvt. Ltd. Nueva Delhi. https://www.researchgate.net/publication/358348539_PARSLEY

Kavusi Elaheh Kavusi Behnaz Shahi Khalaf Ansar Zahra Dehghanian Behnam Asgari Lajayer Khatereh Nobaharan Ying Ma & Bernard R. Glick. (2023). Delivery of Beneficial Microbes via Seed Coating for Agricultural Applications. Journal. DOI: 10.1007/s00344-022-10597-2. https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-022-10597-2?utm_source=chatgpt.com

Kehr E. Bastias M. (2020). Puerros. Fichas Técnicas: Rubros

agropecuarios de interés para sistemas productivos de La Araucanía. Temuco Chile: Boletín INIA - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. N° 330. 74 p. https://bibliotecadigital.ciren.cl/items/dab38365-7fff-43f9-8b1e- ff57ea82348d

Kellogg Garden. (2024). Cómo plantar y cultivar ruibarbo. https://kellogggarden.com/blog/gardening/how-to-plant-and-grow-rhubarb/

Kistler, L., et al. (2015). Gourds and squashes (Cucurbita spp.) adapted to megafaunal extinction and ecological anachronism through domestication. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 112*(49), 15107–15112. https://doi.org/10.1073/pnas.1516109112

Klee, H. J., & Tieman, D. M. (2013). The genetics of fruit flavour preferences. Nature Reviews Genetics, 14(5), 353–364. https://doi.org/10.1038/nrg3439

Koppert. (2024). Cinco ventajas del manejo integrado de plagas. https://www.koppert.mx/noticias- item/cinco-ventajas-del-manejo-integrado-de-plagas/

Koppert. (s. f.). Soluciones biológicas para Tizón temprano. https://www.koppert.mx/enfermedades-de- las-plantas/tizon-

Koppert. (2025). https://www.koppert.ec/enfermedades-de-las-plantas/fusarium-

spp/#:~:text=S%C3%ADntomas%20de%20da%C3%B1os%20por%20Fusarium%20spp.&text=Al%20principio%2C%20las%20hojas%20amarilleanhace%20visible%20una%20esporulaci%C3

Kremen C.; & Merenlender A. M. (2018). Paisajes que benefician a la biodiversidad y a las personas. Science 2018 362 eaau6020. https://es.scribd.com/document/479402011/Kremen-Merenlender- 2018-Landscapes-that-work-for-biodiversity-and-people-2#:~:text=Kremen%20et%20al.%2C%20Science%20362%2C%20eaau6020%20(2018)October

Krupinsky JM; Bailey KL; McMullen MP; Gossen BD; Turkington TK. (2002). Gestión del riesgo de enfermedades vegetales en sistemas de cultivo diversificados. Agron. J. 2002 94 198–209. https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/30640500/CSC/Web/Publications/PhaseII/AJ%2094%20 198.pdf

Kumar Srivastava Adarsh & Anil Kumar. (2022). Explorando la agricultura orgánica: ventajas desafíos y direcciones futuras https://plantarc.com/exploring-organic-farming-advantages-challenges-and- future-directions/#:~:text=Entre%20sus%20numerosas%20ventajas%2C%20lamercado%20de%20los

Lacey Los Ángeles D. Grzywacz D. I Shapiro-Ilan R. Frutos M. Brownbridge & M S Goettel. (2015). Los patógenos de insectos

como agentes de control biológico: De vuelta al futuro J Invertebr Pathol 2015 Nov:132:1-41. doi: 10.1016/j.jip.2015.07.009. Epub 2015 Jul 27.

Laguna Irma & Delia Docampo. (1971). Antracnosis del pimiento (Gloeosporium piperatum Eli. y Ev.) en la provincia ele Córdoba. http://ri.agro.uba.ar/files/download/revista/rfav/rfav1971lagunairmag.pdf

Lardizabal R. (2007). Manual de producción. El cultivo de camote. MCA-Honduras/EDA. Honduras. 36 p. http://bvirtual.infoagro.hn/../EDA_Manual_Produccion_Camote_07_07.pdf?sequence=1

Larson, G., et al. (2014). Current perspectives and future insights on the domestication of grain crops. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 111*(17), 6139–6146. https://doi.org/10.1073/pnas.1401010111

Learn%20more&text=Learn%20more-An%20error%20occurred.is%20disabled%20in%20your

Lefèvre Amélie; Benjamín Perrin; Claire Lesur-Dumoulin; Chloé Salembier & Mireille Navarrete. (2020). Desafíos del cumplimiento de las especificaciones de la cadena de valor

alimentaria y los principios de la agroecología en la protección de cultivos hortícolas. Sistemas agrícolas 185:102953. https://hal.science/hal-03025633/

León P. López A. Migenes C. & Llanes V. (2013). Comparación de profundidades de Labranza Reducida y Siembra Directa con y sin humus de lombriz en el cultivo de la zanahoria. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 22(3) 42–45. http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v22n3/rcta07313.pdf

León Palma B. V. (2024). Efectos de la poda en híbridos de pepino (Trabajo de titulación Universidad Técnica de Machala). Repositorio Digital Institucional UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3399cc1b-2aea-4ed5-b3ba- 718348cdadb0/content

Leslie Alan. (2022). El cultivo intercalado: una herramienta de gestión ecológica de plagas. https://extensionesp.umd.edu/2022/10/24/el-cultivo-intercalado-una-herramienta-de-gestion- ecologica-de-plagas/#:~:text=En%20resumen%2C%20a%20pesar%20de cultivos%20y%20salud%20del%20 suelo.&text=Alan%20Leslie%20es%20Agente%20de%C2%A1 Much%C3%ADsimas%20gracias!

Leyva Luisi. (s. f.). Semilleros: El inicio de un gran huerto.

https://www.landuum.com/laboratorio/semilleros-el-inicio-de-un-gran-huerto/

Litardo Navarrete C. J. (2022). *Respuesta productiva del pepino (Cucumis sativus L.) a la aplicación de tres bioestimulantes en la parroquia Mariscal Sucre cantón Milagro* [Trabajo de titulación Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/LITARDO%20NAVARRETE%20CHRISTIAN%20JAVIER.pdf

Lobato Magallanes Genesis Elizabeth & Vega Chusin Jefferson Andrés. (2023). Producción del cultivo de rábano (Raphanus sativus L.) con diferentes dosis de biostimulantes en el Cantón La Maná. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/f2e803b6-79ce-4b01-8300- 9758928b8ed5/content

Lomas R. M. N. (s. f.). *Los nutrientes de los vegetales* [Documento en Scribd]. Scribd. https://es.scribd.com/document/473299069/los-nutrientes-de-los-vegetales

López Guerrero Anahí. (2017a). Análisis del Proceso de Producción y Comercialización de Cebolla en el Cantón Zapotillo-Provincia de Loja. https://www.sce.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2019/03/estudio-CEBOLLA-version-publica-1.pdf

López Marín L. M. (2016). *Manual técnico del cultivo de tomate (Solanum lycopersicum)*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-10921.pdf

López Borja. (2017). Origen e historia de la zanahoria. https://www.mundodeportivo.com/uncomo/comida/articulo/origen-e-historia-de-la-zanahoria- 44059.html

Maeso D. Fernández A. & Walasek W. (2017). *Control de la mancha bacteriana del tomate (Xanthomonas spp.) en cultivo a campo para industria mediante aplicaciones foliares. 2015–2016*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) Uruguay. https://ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7935/1/SAD-778-2017.-p.33-42.pdf

MAG. (2021). Productores conocen "Agricultura por contrato" estrategia para comercializar productos agropecuarios. https://www.agricultura.gob.ec/productores-conocen-agricultura-por-contrato- estrategia-para-comercializar-productos-agropecuarios/#:~:text=Los%20interesados%20en%20comercializar%20br%C3%B3colinegociables%20del%20Documento%20de%20Transporte

MAG. (2022a). Ecuadorentra a competir en el mercado

internacional de arándanos. https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-entra-a-competir-en-el-mercado-internacional-de-arandanos/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20el%20MAG%20fortaleceAlmeida%2C%20director

Malpartida Chávez M. Y. & Roque Vizarres A. A. (2020). *Cultivo de rábano (Raphanus sativus) fertilizado con abono orgánico (compost y humus) comunidad Los Sureños Lima 2020* [Trabajo de investigación Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. Repositorio Institucional UNE.

Mamani F. (2018). Producción de nabo (Brassica naphus) con tres tipos de abonos orgánicos en el municipio de Patacamaya Universidad Mayor de San Andrés. https://repositorio.umsa.bo/handle/123456789/18390

Manual agropecuario. (2002). Tecnologías orgánicas de la Granda Integral Autosuficiente. Bogotá Colombia Quebecor World Bogotá S.A. ISBN: 958-9321-33-x. https://catalogo.fedepalma.org/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=20947

MAPA (Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación). (s. f.). *Aceria tulipae Keifer: eriófido de los bulbos del ajo (Allium sativum L.)*. Gobierno de España. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/plataforma_conocimiento/fichas/pdf/fd_101.pdf

Maroto Borrego J.V. (1983). Horticultura Herbácea Especial. Ediciones Mundi-Prensa 5ª. Edición. Barcelona-España. https://es.scribd.com/doc/260277972/Botanica-Agricultura-Libro-Horticultura- Herbacea-Especial-Maroto-Borrego-JV-Mundi-Prensa-1983-pdf

Martin González F. A. (2025). Extensión en áreas agrícolas: Comportamiento del fitoestimulante Enerplant en diferentes cultivos en condiciones de la Costa ecuatoriana de las provincias Guayas y Santa Elena Comunicación personal 25 de julio de 2025.

Martínez Ávila Y. & Gómez López L. L. (2013). Impacto social de una estrategia de intervención sobre prescripción racional de medicina verde en Céspedes durante 2011. Revista Cubana de Plantas Medicinales 18(4) 609–618. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1028- 47962013000400012&script=sci_abstract

Martínez B. (2018). EVALUACION DEL BIOSOL GENERADO EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGAS COMO BIOFERTILIZANTE EN EL CULTIVO DE LECHUGA.

Martínez Budia Moiss. (s. f.). Cultivo de apio (Apium graveolens). https://es.slideshare.net/slideshow/cultivo-de-apio-apium-graveolens-l/249464243

Martínez Calbimonte S.D. John David Muggeridge José Vicente De

Souza Lilian Marilú Carvajal Fátima Jeréz & M. Esther Sánchez. (2018). Manual para el cultivo de hortalizas Parte especial. https://louvaincooperation.org/sites/default/files/2019-01/83-Manual%20para%20el%20Cultivo%20de%20Hortalizas.pdf

Martínez Daisy A. Alfred Gathorne-Hardy & Bárbara M. Smith. (2024). Impactos de los cultivos policulturales en el rendimiento de los cultivos y la biodiversidad: un protocolo de mapeo sistemático. https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2688-8319.12349?utm_source=chatgpt.com

Martínez de la Cerda J. (2014). Poscosecha en hortalizas (Capítulo 9). Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León. https://olericultura.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/9poscosecha.pdf

Martínez I. Garcia A. I. Rodeiro I. & Morón F. (2015). Plantas medicinales reportadas con reacciones adversas en Cuba: Potenciales interacciones con fármacos de uso convencional. Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research 3(2) 37–44. https://www.redalyc.org/pdf/4960/496050273001.pdf

Martínez, M. (2015, 23 junio). *Aprendamos horticultura*. [Edublog].

Escuela Técnica Carlos Sanda. https://aprendamoshorticultura.blogspot.com

Martínez, S., Chale, W., Nico, A., Del Pino, M., Granito, G., Scelzo, L., Vanina, A., Castro, A., & Peñalda, J. (2023). Guía de estudio clase 1A: Horticultura general. Universidad Nacional de La Plata. https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/133429/mod_resource/content/2/CLASE1%A%2OA%20HORTICULTURA.pdf

Mathre D.E; Cook R.J; & Callan N.W. (1999). Del descubrimiento al uso: Recorriendo el mundo de la comercialización de agentes de biocontrol para el control de enfermedades vegetales. Plant Dis. 1999 83 972–983.

Mattioli, P. A. (2022). Sixteenth-century tomatoes in Europe: Who saw them, what did they look like, and how were they used? PMC, 8772448. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8772448/ (Obra original publicada en 1554)

Mauricio Agricultor. (2014). Huerto en casa. https://www.facebook.com/MauricioAgricultor/posts/distancia-de-siembra-de-hortalizas1- lechugaentre-plantas-20-30-cmentre-hileras-4/122173411040141658/

Mayorga Paloma. Moyano A. & Sánchez A. G. (2014). Arsénico en aguas subterráneas de Castilla y León y su impacto en suelos y

cultivos de zanahoria. Avances en ciencias e ingeniería 5(3) 19–

Mbatha A. N. Ceronio G. M. & Coetzer G. M. (2014). Response of carrot (Daucus carota L.) yield and quality to organic fertiliser. South African Journal of Plant andSoil 31(1) 1–6. https://doi.org/10.1080/02571862.2013.862309

McAvoy. (2017). Mantente alerta contra la amenaza de antracnosis. https://www.hortalizas.com/miscelaneos/mantente-alerta-contra-la-amenaza-de- antracnosis/?amp

Medicover Hospitals. (s. f.). *Nutrición de la coliflor*. https://www.medicoverhospitals.in/es/articles/cauliflower-nutrition

Medina. (2003). *Potencial productivo de especies agrícolas en el estado de Zacatecas: Zonas potenciales para ajo de riego*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) Campo Experimental Zacatecas. http://zacatecas.inifap.gob.mx/PotAgric/AjoR.pdf

Mejía P. Victoria Eugenia & Juan Jaramillo V. (1978). Guia para la preparacion y manejo de semilleros. https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/2fff417 5-843f-45ae-82b5- b62c2e62f454/content

Méndez Barceló A. Fonseca Pérez M. & Fajardo García M. (2022). *Manejo integrado de Empoasca kraemeri (Ross y Moore) (Hemiptera: Cicadellidae) y carga tóxica en el cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris Lin.)*. Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda". https://ojeandolaagenda.com/wp-content/uploads/2022/11/art1-no-76-marzo.pdf

Mendoza Davalos Katia. (s. f.). Preparación uso y manejo de abonos orgánicos Instituto Nacional de Innovacion Agraria Estación Experimental Agraria Canaán - Ayacucho – Perú. https://www.ciaorganico.net/documypublic/502_pub_p682_pub.pdf

Mendoza Veintimilla M. J. (2020). Incidencia de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento y producción del pimiento (capsicum annun l.) (trabajo de titulación). UTMACH Facultad de Ciencias Agropecuarias Machala Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/16141

Meyer, R. S., DuVal, E. M., & Jensen, H. R. (2012). Patterns and processes in crop domestication: An historical review and quantitative analysis of 203 global food crops. *New Phytologist, 196*(1), 29–48. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2012.04253.x

Microbiología.
https://www.redalyc.org/pdf/2
130/213016787013.pdf

MIDAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). (s. f.). Manual de Abonamiento con Guano de las Islas.

https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/280/1/ficha%20tecnica%20ajo.pdf

mildiu-y-como-controlarlo

Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación de Guatemala. (2024). *Qué es la Horticultura*. https://www.maga.gob.gt/que-es-la-horticultura/

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2026). *Mapa de uso y cobertura de la tierra agropecuaria y forestal del Ecuador*. Quito: MAG. https://www.agricultura.gob.ec

Ministerio de Agricultura. (1980). *El cultivo extensivo del pimiento para industria* (Hoja divulgadora N.º 9/80-HD). Gobierno de España. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1980_09.pdf

Miranda M. A. O. Velázquez D. & Bermúdez A. (2005). La investigación etnobotánica sobre plantas medicinales: una revisión de sus objetivos 84 y enfoques actuales. Interciencia: Revista de ciencia y tecnología de América 30(8) 453–459. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000800005

Mkenda Prisila A. Ndakidemi Patrick A. Mbega Ernest Stevenson Philip C. Arnold Sarah E.J. Gurr Geoff M. & Belmain & Steven R. (2019). Servicios ecosistémicos múltiples de la vegetación de márgenes de campo para la sostenibilidad ecológica en la agricultura: evidencia científica y lagunas de conocimiento. Peer J 7: e8091. ISSN 2376-5992 (En línea) (doi: 10.7717/peerj.8091). https://gala.gre.ac.uk/id/eprint/26140/

Mkindi Ángela G. Yolice; L. B Tembo Ernesto R. Mbega Amy K. Smith Iain W. Farrell Patrick A. Ndakidemi Philip C. Stevenson & Steven R. Belmain. (2020). Los extractos de plantas pesticidas comunes aumentan el crecimiento y el rendimiento de las plantas de frijol común. Plantas 9(2):149. DOI: https://dx.doi.org/10.3390/plants9020149. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31979332/

Mkindi Ángela G; Richard Coe Philip C. Stevenson Patrick A. Ndakidemi & Steven R. Belmain. (2021). Análisis cualitativo de costo-beneficio del uso de plantas pesticidas en la protección de cultivos de pequeños productores. Agricultura 11(10):1007. https://www.mdpi.com/2077-0472/11/10/1007

Molina Peñaranda & Diego Orlando. (2025). ¿Sabe usted qué son las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)? Bogotá

Colombia.

Morales Helda. (2002). Manejo de plagas en agroecosistemas tropicales tradicionales: Lecciones para la investigación y

extensión de la prevención de plagas. Reseñas de Manejo Integrado de Plagas 7(3):145–163. DOI: https://dx.doi.org/10.1023/B:IPMR.0000027502.91079.01.

Morales José Pablo. (1995). Cilantro Cilantro ancho y Perejil. Edición: Fundación de Desarrollo Agropecuario lnc Serie Cultivos Boletín Técnico No. 25 Santo Domingo República Dominicana septiembre 1995. https://www.cedaf.org.do/wp-content/uploads/2022/08/Cilantro.pdf

Morales Payán J. P. (1994). *Cultivo de berenjena* (Boletín Técnico No. 21). Fundación de Desarrollo Agropecuario Inc. (CEDAF). https://intranet.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/berenjena.pdf

Morales Payan; J. M. (1998). Cultivo de remolacha Boletín técnico # 22. https://intranet.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/remolacha.pdf

Morocho Albán A. A. (2022). *Evaluación del comportamiento agronómico de tres híbridos de sandía (Citrullus lanatus) con tres distancias de siembra en el cantón Joya de los Sachas provincia de Orellana* (Trabajo de Integración Curricular Escuela Superior Politécnica de Chimborazo). https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a18

94a37-4843-465a-9f40- c61afac6f2fa/content

Morocho Pérez J. P. & Vega Campoverde J. F. (2024). Evaluación de tres sistemas de poda en melón tutorado Ediston 47 (Tesis de grado Universidad Técnica de Machala). Repositorio Digital Institucional UTMACH. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/24095

Morocho S. M. (2016). *Prueba de la eficacia de dos fertilizantes inorgánicos foliares en el rendimiento del cultivo de col (Brassica oleracea L. var. Tokita)* [Trabajo de titulación Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/da297307-fc15-4e8e-97ab- f8e80eede44d/content

Multiplag. (2023). *Cómo eliminar la mosca blanca: Guía completa para proteger tus plantas*. https://multiplag.com/blogs/informacion-de-plagas/como-eliminar-mosca-blanca

Mustacedo Cano Benito Ricardo Rodríguez Aranibar & Johnny Trujillo Guizada. (2020). Mancha púrpura de la cebolla (*Alternaria porri)* HOJAS VOLANTES PARA AGRICULTORES Bolivia CIAT. https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/pdf/10.1079/pwkb.20207800327#:~:text=Aparece

Naciones Unidas. (2018). La Agenda 2030 y los Objetivos de

Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3) Santiago. https://cepam.org.ec/wp-content/uploads/2024/07/Agenda-2030-y-ODS-1.pdf

NAPPO. (s. f.). DD 9 Criterios para evaluar tratamientos fitosanitarios para semillas. https://www.nappo.org/application/files/2215/9363/4362/DD_09_Seed_Treatment_Criteria- FINAL-

Nasevilla Johanna. (2010). Estudio de las características físico - químicas y nutricionales de dos ecotipos de rábano (*Raphanus sativus* L.). https://repositorio.ute.edu.ec/entities/publication/d8312549-01be-4845-8b21-3a0b4c1f32a4

NCUS. (s. f.). Capítulo 10. Normas de seguridad y calidad alimentaria en postcosecha. https://content.ces.ncsu.edu/introduction-to-the-postharvest-engineering-for-fresh-fruits-and- vegetables/10-food-safety-and-quality-standards-in-postharvest

Nestlé Ecuador. (s. f.). *Vainitas*. https://www.recetasnestle.com.ec/escuela-de-sabor/tips-de-recetas/vainitas

Nguyen-Hoang An. Sandell F L. Heinz Himmelbauer & Juliane C. Dohm. (2024). Los genomas de la espinaca revelan la historia migratoria y genes candidatos para importantes rasgos del cultivo.

NAR Genomics and Bioinformatics Volumen 6 Número 2 junio de 2024 lqae034. https://academic.oup.com/nargab/article/6/2/lqae034/7648801

Nieto Carlos; Laura Muñoz & Marco Rivera. (1987). El cultivo de camote (*Ipomoea batatas*) en Ecuador su estado actual y perspectivas. https://repositorio.iniap.gob.ec/items/bcd073ee-9207-4cb8- 95b6-c811dba81acb

Nischwitz Claudia; Dhiman Christine; Drost Dan; & Wille Celina. (2021). "Podredumbre del cuello de la cebolla por Botrytis" Documento 2184. https://digitalcommons.usu.edu/extension_curall/2184

NPIC (Centro Nacional de Información sobre Pesticidas). (2014). Piretrinas: ficha técnica general. http://npic.orst.edu/factsheets/pyrethrins.pdf

Nuez F. (1999). *Colección de semillas de coliflor y brócoli*. En Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA) *Colección de semillas de coliflor y brócoli* (pp. 5 13–18 23 32 39). Madrid España. https://bibliotecadigital.uchile.cl/discovery/fulldisplay?vid=56UDC_INST:56UDC_INST&tab=LibraryCatalog&docid=alma991007123359703936&lang=es&context=L&adaptor=Local%20Search%20Engine&query=subexactBROCOLI%20--%20SEMILLASAND&mode=advanced&offset=0

Nunn, N., & Qian, N. (2011). The potato's contribution to population and urbanization: Evidence from a historical experiment. *The Quarterly Journal of Economics, 126*(2), 593–650. https://doi.org/10.1093/qje/qjr009

NUTALIA. (2024). Podas.

Obando Aguirre E. J., & Sánchez Pila F. E. (2022). *Producción y comercialización de espárrago (Asparagus officinalis) en el Cantón San Miguel de Urcuquí provincia de Imbabura.* https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12025/2/03%20AGN%20085%20TRABAJO

ODS Territorio Ecuador. (2018). "Logros y desafíos en la implementación de los ODS en Ecuador". Panorama Sostenible Anual No.1. Quito: ODS Territorio Ecuador.
https://grupofaro.org/publicaciones/logros-y-desafios-en-la-implementacion-de-los-ods-en-ecuador/#:~:text=El%20quinto%20bolet%C3%ADn%20Panorama%20Sostenibledel%20taller%20sobre%20Ciudades%20Sostenibles

Ojiambo P. S. (2025). *Manejo de plagas de insectos y enfermedades de las plantas en la producción de cultivos hortícolas: conocimientos recientes brindan oportunidades para un mejor control*. Frontiers in

Horticulture.

OMS. (2025). Biodiversidad. https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/biodiversity#:~:text=Panorama%20generalp%C3%BAblica%20en%20todo%20el

Oregón State University. (2010). Coliflor Facultad de Ciencias Agrícolas. Departamento de Horticultura. https://horticulture.oregonstate.edu/oregon-vegetables/cauliflower-0#:~:text=Fertilizaci%C3%B3n%20del%20lecho%20de%20trasplantecontinuaci%C3%B3n%20para%20aplicaciones%20de%20campo

Orellana Polanco A. D. (2012). *Catálogo de hortalizas nativas de Guatemala*. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Hortalizas%20nativas/Catalogo%20de%20hortalizas%20nativas%20de%20Guatemala%202012.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2025). *FAOSTAT statistical database*. https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Manual de buenas prácticas agrícolas para el productor hortofrutícola (2ª ed.). FAO. https://www.fao.org

Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2012). Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Crops: Principles for Mediterranean Climate Areas. FAO. https://www.fao.org

Organización de Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). Panorama de la seguridad alimentaria y nutricional en América Latina y el Caribe 2019 https://openknowledge.fao.org/items/bee142c9-fa39-4e3b-8977-2b40d5e31e5a

Oriental Market. (2024). Cilantro: propiedades orígen y usos en la cocina blog Barcelona España. https://www.orientalmarket.es/cilantro/

Orquera T. (2012). Roya en vainita: Uromyces appendiculatus. https://plantwiseplusknowledgebank.org/doi/full/10.1079/pwkb.20137804430

Ortega J. G. Banchón Toro J. Avión Villa F. Vera Tumbaco M. & Narváez Campana W. (2020). *Nuevos cultivares de melón (Cucumis melo L.) para invernadero en Puerto La Boca Manabí*. UNESUM- Ciencias: Revista Científica Multidisciplinaria 4(4) 259–271. https://revistas.unesum.edu.ec/index.php/unesumciencias/article/download/352/297/1152

Osuna C. A. (2025). *Qué es la vitamina K el nutriente que fortalece los huesos y ayuda a coagular la sangre*. Infobae.

Overton Kathy Ary Hoffmann Olivia L; Reynolds & P. Umina. (2021). Toxicidad de insecticidas y acaricidas para los enemigos naturales de los granos australianos: una revisión. Insectos 12(2):187. https://www.mdpi.com/2075-4450/12/2/187

Pacheco R. O. L. (2024). *Efecto de sustratos orgánicos en el desarrollo de melón en condiciones de invernadero* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Institucional UTMACH.

Pallo Toaquiza J. E. (2014). *Adaptación de cuatro variedades de ajo (Allium sativum L.) con tres niveles de abono orgánico en el cantón La Maná* [Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Agrónomo de Universidad Técnica Cotopaxi]. Repositorio Institucional UTC. https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0a0de830-34ce-45a0-ac7b- fa90a7e83667/content

Paredes D. (2014). Recolección y caracterización morfológica y molecular de la colección nacional de camote (Ipomoea batatas (L.) Lam). Tesis de Ingeniería.Universidad de las Fuerzas Armadas. Departamento de Ciencias de la Vida. Sangolquí Ecuador. 177 p. https://repositorio.iniap.gob.ec/items/4e328697-

baf9-4f72-9b6f-6747c0a97e7d

Paredes. D. (s. f.). Esparrago agroecología. https://es.slideshare.net/slideshow/esparrago-agroecologa/28437581

Paris, H. S. (2016). Overview of the origins and history of the five major cucurbit crops: Issues for ancient DNA analysis of archaeological specimens. *Vegetation History and Archaeobotany, 25*(4), 405–414. https://doi.org/10.1007/s00334-016-0555-1

Parra Aguilar T. J. Yáñez Morales M. J. Almaraz-Sánchez A. Hernández A. J. & Aranda-Ocampo S. (2025). *Gluconobacter spp.* y *Paenibacillus polymyxa* causan pudrición en zanahorias comerciales aparentemente sanas. *Revista Argentina de Microbiología 57* 192–201. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754125000021?via%3Dihub

Parsa Stephen Morse Alejandro Bonifacio Timothy C.B. Chancellor Bruno Condori Verónica Crespo- Pérez Shaun L.A. Hobbs Jürgen Kroschel Malick N. Ba François Rebaudo Stephen G. Sherwood Steven J. Vanek Emile Faye Mario A. Herrera & Olivier Dangles. (2014). Obstáculos para la adopción de la gestión integrada de plagas en los países en desarrollo Pontificia Universidad Católica del Ecuador | PUCE. https://puceinvestiga.puce.edu.ec/es/publications/obstacles-to-integrated-pest-management-adoption-in-developing-co-2

Peña Salazar & Janela Lilibeth. (2021). Producción de berenjena (*Solanum melongena* L.) aplicando guano de murciélago bajo diferentes dosis. El Morro-Playas Investigación Experimental Trabajo de titulación presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PE%C3%91A%20SALAZAR%20JANELA%20LILIBETH.pdf

Perera González Santiago & Trujillo Díaz Luisa. (2013). La polilla de la col AgroCabildo. https://www.agrocabildo.org/publica/Publicaciones/otra_517_plutella%20xylostella.pdf

Pérez Juana. Hurtado G. Aparicio V. Argueta Q. & Larín M. A. (s. f.). *Guía técnica: Cultivo de tomate*. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). https://plataformaiestphuando.com/wp-content/uploads/2023/01/cultivo-del-tomate.pdf

Pérez Porto, J. & Gardey, A. (6 de diciembre de 2021). *Horticultura*. Definición. https://definicion.de/horticultura

Peris, V. (2023). *Apio: propiedades, beneficios y recetas*. Vicente Peris Blog. https://www.vicenteperis.com/apio-propiedades-beneficios-y-recetas

Perozo Z; P. Perozo & M. Gil. (2023). El Repollo Universidad de Zulia Venezuela. https://es.scribd.com/presentation/654286678/Repollo

Pinto Mena M.B. El cultivo del pimiento y el clima en el Ecuador. (2013). Estudios e Investigaciones Meteorológicas INAMHI – Ecuador. https://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20%20cultivo%20del%20pimiento%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf

Pinzón Ramírez Hernán. (s. f.). Botánica morfología y fisiología de las Liliáceas. https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/e67bcd48-d07c-4b73-bf87- 85cf3bff1a67/content

Piperno, D. R., et al. (2009). Initial formation of an indigenous crop complex in eastern North America at 3800 B.P. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(16), 6561–6566. https://doi.org/10.1073/pnas.0901846106

Pither R. J. (2005). Análisis nutricional y de alimentos | Verduras y Legumbres Enciclopedia de la Ciencia Analítica (Segunda Edición). https://www.sciencedirect.com/topics/agricultural-and-biological- sciences/root-vegetable

Plantix. (s. f.). Pudrición negra. https://plantix.net/es/library/plant-diseases/300006/black-rot/

Plantura Magazine. (s. f.). Alimentación del ruibarbo y

otros consejos para su cuidado. https://plantura.garden/uk/vegetables/rhubarb/feeding-rhubarb#:~:text=/Shutterstock.com%5D-Cu%C3%A1ndo%20alimentar%20al%20ruibarbofertilizante%20granulado%20equilibrado%20para%20enriquecerlo

Plantura. (s. f.). *Coriander: Overview cultivation & care*. https://plantura.garden/uk/herbs/coriander/coriander-overview

Plantura.garden. (2019). *Types of cauliflower: purple green & white varieties*. https://plantura.garden/uk/vegetables/cauliflower/types-of-cauliflower

PlantwisePlus

(CABI).

Polanco R. (2016). *Evaluación de tres cultivares de repollo (Brassica oleracea L. var. capitata L.) en zonas bajas en la provincia de Chiriquí Panamá* [Trabajo de titulación Universidad de Panamá]. https://up-rid.up.ac.pa/7385/1/ronald_polanco.pdf

Ponce Sáenz J. J. (2020). *Efecto de los abonos orgánicos comerciales y artesanales en el cultivo de pepino (Cucumis sativus) en época lluviosa* [Proyecto de investigación Universidad Técnica Estatal de Quevedo].

PortalFrutícola. (2019). *El cultivo de sandía Sugar Baby*.

https://www.portalfruticola.com/noticias/2019/10/14/el-cultivo-de-sandia-sugar-baby/

Pozo C. (2019). Caracterización física química y nutricional de la cebolla puerro (Allium ampeloprasum) en las provincias de Pichincha y Tungurahua. Ing. Agr. Quito-Ecuador. UCE. 102 p.

Prado Jativa W. E. (2023). *Evaluación de las variables del secado en bandejas sobre la capacidad antioxidante del perejil (Petroselinum crispum)* [Trabajo de titulación Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN. https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/14092/2/03%20EIA%20603%20TRABAJO% 20DE%20GRADO.pdf

Prado Vargas B. A. (2022). *Principales enfermedades en el cultivo de melón (Cucumis melo L.) en el Ecuador* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional UTB. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6528f998-7d57-44ee-8c4b- 79e6605401f9/content

Proain. (2020). *Cómo detectar las deficiencias de los nutrientes en la lechuga*. https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/como-detectar-las-deficiencias-de-los-nutrientes-en-la-lechuga

Probelte. (2020). *Cuidados en el cultivo de cebolla*.

https://probelte.com/es/noticias/cuidados-en-el- cultivo-de-cebolla/

ProducePay. (s. f.). *Panorama general de la producción y exportación agrícola en Ecuador*. https://producepay.com/es/el-blog/panorama-general-de-la-produccion-y-exportacion-agricola- en-ecuador/

Puga Cevallos M. G. & Coronel Brito C. A. (2018). *Diseño de prototipo de pre-mezcla para una bebida a base de zapallo (Cucurbita maxima) como complemento alimenticio para la población escolar* [Trabajo de titulación Universidad de Las Américas]. Repositorio Institucional UDLA. https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/8714/4/UDLA-EC-TIAG-2018-01.pdf

Purugganan, M. D. (2014). Plant domestication versus crop evolution: A conceptual framework for cereals and grain legumes. *Trends in Plant Science, 19*(6), 351–360. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2013.12.002

Quintero J. J. (1981). *Cultivo de calabazas* (Hojas divulgadoras núm. 11-12/81 HD). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (MAPA). https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1981_11-12.pdf

Quintero María Liliana. (2021). Ruibarbo: descripción taxonomía

especies usos medicinales y culinarios. https://delamazonas.com/plantas-medicinales/ruibarbo/

Quiñones-Aguilar E. E. Reyes-Tena A. Hernández-Montiel L. G. & Rincón-Enríquez G. (2018). *Bacteriófagos en el control biológico de Pseudomonas syringae pv. phaseolicola agente causal del tizón de halo del frijol*. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-90282018000200191

Ramírez, F., (s.f). Nutrición balanceada en el cultivo de espárrago. https://intrigi.com/iarticulos/hortalizas/nutrición-balaceada-en-esparrago

Ramírez-Concepción H. R. Narcedalia Castro-Velasco L. & Martínez-Santiago E. (s. f.). *Efectos terapéuticos del ajo (Allium sativum)*. Revista de la Universidad de la Sierra Sur. https://www.unsis.edu.mx/revista/doc/vol3num8/A4_Efectos_Terapeuticos_Ajo.pdf

Ramiro Arnedo. (s. f.). *Conoce la variedad más kilera para pimiento California rojo tardío Merlot F1*. https://www.ramiroarnedo.com/conoce-la-variedad-mas-kilera-para-pimiento-california-rojo- tardio-merlot-f1/

Ramos Mompó C. & Pomares García F. (2018). *Fertilización y necesidades de nutrientes de los cultivos hortícolas*. Portalfrutícola.

Rancillac, A., et al. (2020). Evolution on the vine: A history of tomato domestication in the Americas. *Molecular Biology and Evolution, 37*(4), 1241–1254. https://doi.org/10.1093/molbev/msaa021

Rangel J. García J. Chablé F. García E. Alcántar G. & Mendoza M. (2008). Posición de la umbela vernalización ácido giberélico y fecha de plantación en la germinacion de zanahoria. Agricultura Técnica En México 34(3) 303–311. https://www.researchgate.net/publication/242671703_posicion_de_la_umbela_vernalizacion_acido_giberelico_y_fecha_de_plantacion_en_la_germinacion_de_zanahoria_umbel_position_vernalization_giberelic_acid_and_date_of_planting_on_carrot_germination#:~:text=el%20objetivo%20de

Raviv & Lieth. (2008). Producción de Hortalizas en Sistema Hidropónico NFT Intagri. https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/produccion-de-hortalizas-en-sistemas- hidroponicos

Real Academia Española. (s.f).Horticultura . En Diccionario de la lengua española. Recuperado el 5 de enero de 2026, de https://dle.rae.es

realicen%20pruebas%20a%20los%20desinfectantes.&text=Equipo%20%E2%80%93%20Los%20investigadores%20deber%C3%ADan%20proporcionary%20las%20confirmativas%2C%20seg% C3%BAn%20corresponda

Reche Mármol J. (2000). *Cultivo intensivo de la sandía* (Hoja divulgadora N.º 2106 HD). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación España. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_2000_2106.pdf

Red de BPA. (2015). Buenas Prácticas Agrícolas: Lineamientos de Base. https://www.casafe.org/pdf/2015/BUENAS-PRACTICAS-AGRICOLAS/BuenasPracticasAgricolas-LineamientosdeBase.pdf

Rejesus R. M & Jones M. S. (2020). Perspectiva: Mejorar las evaluaciones económicas y los impactos de las escuelas de campo para agricultores de manejo integrado de plagas (IPM-FFS) en países de bajos ingresos. Pest Management Science 2020 76 (11) 3527–3536. 10.1002/ps.5912. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32418359/

REPSOL. (2024). Todo sobre la agricultura de precisiónTecnología al servicio del campo. https://www.repsol.com/es/energia-avanzar/energia/agricultura-de-precision/index.cshtml#:~:text=Caracter%C3%ADsticas%20de%20la%20agricultura%20de%20precisi%C3%B3n&text=El%20uso%20de%20sensores%20remotoscon%20una%20precisi%C3% B3n%20sin%20precedentes.

Requerimientos agroecológicos de cultivos:

Col. (s. f.). Scribd. https://es.scribd.com/document/481304541/COL

Resh H. M. (2001). Cultivos hidropónicos. Mundi-Prensa. 5.ª edición española revisada y ampliada por. Carlos de JUAN. Reimpresión 2006. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid Barcelona. https://educacionenlinea.colpos.mx/moodle/pluginfile.php/7979/mod_resource/content/0/HIDRO

Rezabala Encalada Youry Alexander & Felipe Valdés Pilar. (2024). Comercialización de productos agrícolas en la economía popular y solidaria de la provincia de Manabí Revista Mikarimin. Publicación cuatrimestral. Vol. X Año 2024 No. 1 (enero-abril) ISSN 2528-7842 DOI: https://doi.org/10.61154/mrcm.v10i1.3398.

Ricardo J. (2019). *Evaluación del cultivo de lechuga hidropónica (Lactuca sativa L.) en raíz flotante bajo diferentes soluciones nutritivas* [Trabajo de titulación Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Institucional UPSE. https://repositorio.upse.edu.ec/server/api/core/bitstreams/96c30df7-6ea3-4a5f-a7d2- e4e0a09ef7d6/content

Rikolto. (s. f.). *Guía técnica para la producción de repollo*. https://assets.rikolto.org/paragraph/attachments/guia_repollo_2.p

df

Rivera Rodríguez Mariela. (2015). Técnicas de siembra Guía para iniciar un huerto orgánico y saludable Fundación Alternativas La Paz – Bolivia. https://alternativascc.org/wp-content/uploads/2018/05/siembra_web-1.pdf

Roblez Vaca J. C. & Honores Ochoa J. A. (2024). Efecto del poliacrilato de potasio con distintos intervalos de riego por goteo sobre la producción de pepino en Machala (Tesis de grado Universidad Técnica de Machala). Repositorio Digital Institucional UTMACH. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROCHE%20PARRAGA%20ANGIE%20DANAE.pdf

Roche Parraga A. D. (2022). *Incidencia de la aplicación del potasio en las características agronómicas del cultivo de berenjena (Solanum melongena) recinto Puerto Inca provincia del Guayas* [Trabajo de titulación Universidad Agraria del Ecuador]. Repositorio Institucional UAGRARIA. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ROCHE%20PARRAGA%20ANGIE%20DANAE.pdf

Rodale institute. (2020). Té de compost: una guía práctica. https://rodaleinstitute.org/es/blog/compost- tea-a-how-to-guide/

Rodríguez D. A. (2013). Producción de hortalizas en sistemas NFT. Ventajas y desventajas. https://www.studocu.com/ec/document/instituto-superior-tecnologico-luis-rogerio- gonzalez/fisica-uce/07-produccion-de-

hortalizas-en-hidroponia/32351096

Rodríguez Duarte W. A. (2021). *Influencia de la distancia de siembra en la producción de cilantro (Coriandrum sativum L.) en la granja Santa Inés* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Institucional UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/d44c1a9c-854f-421b-a4bb- 78a1537c8f81/content

Rodriguez Duarte W.A. (2021). Influencia de la distancia de siembra en la producción de cilantro en la granja santa inés (trabajo de titulación). UTMACH Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias. Machala Ecuador. http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/17491

Rodríguez Rojas Lorena Edith. (2012). Comercialización de productos agrícolas en el gobierno de la parroquia de Yaruquí. Trabajo de Graduación previo la Obtención del Título de Economista. Carrera de Economía. Quito: UCE. 220 p. https://www.dspace.uce.edu.ec/bitstreams/ba490893-814a-453e-82e4-b79473c6cdd4/download

Rondoño J. (2021). Sistema de cosecha. Scribd. https://es.scribd.com/document/522383411/10- SISTEMA-COSECHA-convertido

Rosa Evelyn. (2005). Conjunto Tecnológico para la Producción de

Pimiento Estación Experimental Agrícola. https://www.uprm.edu/eea/wp-content/uploads/sites/177/2016/04/PIMIENTO- Enfermedades-v2005.pdf

Rosset P. & M Altieri. (1997). Agroecología versus sustitución de insumos: una contradicción fundamental de la agricultura sostenible. Sociedad y recursos naturales 10(3):283–295. https://www.researchgate.net/publication/249015650_Agroecology_versus_input_substitution_A

Rostworowski, M. (2014). Alimentos e imperio: La administración del hambre en los Comentarios Reales de los Incas. *Káñina, 45*(2), 287–309. https://doi.org/10.15517/k.v45i2.26335

Royalbrinkman. (2025). Consejos para ahorrar mano de obra en la horticultura. https://royalbrinkman.es/centro-de-conocimiento/maquinas-e-instalaciones/consejos-para- ahorrar-mano-de-obra-en-la-horticultura#:~:text=La%20mano%20de%20obra%20esde%20obra%20en%20la%20horticultu ra

S. J. & Romero-Arenas O. (2023). Beneficios ecológicos y biológicos del hongo cosmopolita *Trichoderma spp.* en la agricultura: Una perspectiva en el campo mexicano. *Revista Argentina de Microbiología 55* 366–377. https://doi.org/10.1016/j.ram.2023.06.005

s.pdf#:~:text=Tratamiento%20f%C3%ADsico%20%E2%80%93%20los

%20tratamientos%20con

Saavedra G. Bastias M. Fontanilla C. & Sandoval B. (2021). El cultivo del puerro en la Región de La Araucanía. Temuco Chile: Informativo INIA Carillanca N° 143. 65 p. https://planpredial.inia.cl/media/documentos/INFORMATIVO 143_Cultivo_de_Puerro.pdf

Sáenz Ángela. (s. f.). El ruibarbo – Cómo cultivar este vegetal ideal para platos dulces Blogs de Extensión de la Universidad de Maryland. https://extensionesp.umd.edu/2022/10/17/el-ruibarbo-un-vegetal- perfecto-para-platos-dulces/

SAG (Secretaría de Agricultura y Ganadería). (2005). *El cultivo del pepino (Cucumis sativus)* (Guías tecnológicas de frutas y vegetales No. 15). Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA). https://dicta.gob.hn/files/2005-El-cultivo-del-pepino-F.pdf

Salcedo Criollo O. B. (2014). *Influencia de dos medios de cultivo en la productividad de tres cultivares de coliflor (Brassica oleracea L.) de colores (Sunset Verde Trevi y Graffiti) bajo condiciones orgánicas de cultivo a 3 384 m s. n. m. Otón–Pichincha 2012* [Tesis de grado Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional UPS. https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6713/1/UPS-YT00034.pdf

Salinas M. & Cartes, F. (2009). Resultados y Lecciones en Desarrollo del Cultivo Comercial de Ruibarbo Proyecto de Innovación en la XII Región de Magallanes. https://opia.fia.cl/601/articles-75562_archivo_01.pdf

Salud MAPFRE. (s. f.). *Tomate: ¿Cuáles son sus propiedades y beneficios?*

Samurkas A.; Fan X.; Ma D.; Sundarraj R.; Lin L.; Yao L.; Ma R.; Jiang H.; Cao P.; Gao Q. & Yuchi Zhiguang. (2020). Descubrimiento de posibles insecticidas verdes específicos de especie dirigidos al receptor de rianodina de lepidópteros. Journal of Agricultural and Food chemistry 2020 68 (15) 4528–4537. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.0c01063

Sánchez Cedeño J. A. & Macías Delgado J. A. (2023). Evaluación de tres dosis de fertilización nitrogenada en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) bajo sistema de tutorado (Tesis de grado Universidad Técnica de Machala). Repositorio Digital Institucional UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/eff90b45-1579-4473-8a39- dded432456b5/content

Sanidad y Protección Vegetal. (s. f.-b). *Podredumbre blanda del tomate y pimiento (Erwinia carotovora subsp. carotovora)*.

Sanidad y Protección Vegetal. (s. f.-c). *Virus del mosaico del tomate y*

pimiento (Tomato Mosaic Virus ToMV).

Sanidad y Protección Vegetal. (s. f.-d.). *Virus del mosaico del pepino dulce (Pepino Mosaic Virus PepMV)*. https://sanidadyproteccionvegetal.com/virus-mosaico-pepino-dulce-tomate-y-pimiento/

Sanidad y Protección Vegetal. (s. f.). Podredumbre de Cuello y Raíz. https://sanidadyproteccionvegetal.com/podredumbre-cuello-raiz-tomate-y-pimiento/#:~:text=Phytophtora%20capsici:por%20problemas%20de%20asfixia%20radicular

Sanidad y Protección Vegetal. (s. f.-a). RAÍZ ROSADA (Pyrenochaeta terrestris (Hansen)). https://sanidadyproteccionvegetal.com/raiz-rosada-de-cebolla-ajo/?srsltid=AfmBOorWj3EOSBFbFVKjLivC5TviNvoUQoi1yk1LXelyExHoIU1oOawR

Sauer, C. O. (1966). *The early Spanish Main*. University of California Press.

Sauka D. H. & Benintende G. B. (2008). *Bacillus thuringiensis: generalidades. Un acercamiento a su empleo en el biocontrol de insectos lepidópteros que son plagas agrícolas*. Revista Argentina de

Sauvé Ruibarborio Christian. (2024). Historia del

ruibarbo Ruibarbio.ca. https://rhubarborium.ca/en/history/

Schnitman F. (1992). Principales vertientes de la agricultura orgánica. Experiencias de cultivo ecológico en Argentina. Editorial Planeta. Buenos Aires-Argentina. 333 p. https://books.google.com.ec/books/about/Agricultura_org%C3%A1nica.html?id=GcpgAAAAMAAJ &redir_esc=y

SCRIBD. (s. f.-a). Introducción a la horticultura [Presentación de PowerPoint]. https://es.scribd.com/document/631277329/CLASE-1

SCRIBD. (2017). Requerimietos edafoclimaticos del rabano. https://es.scribd.com/document/336911777/REQUERIMIENTOS-EDAFOCLIMATICOS-rabano

SCRIBD. (2023). *Ex-2 cebolla: sistemática* [Documento]. https://es.scribd.com/document/686002792/Ex-2-Cebolla-Sistematica

SCRIBD. (s. f.). Origen Del Cultivo de Hortalizas y Vegetales. https://es.scribd.com/document/723011033/Origen-del-cultivo-de-hortalizas-y- vegetales#:~:text=Cultivo%20de%20Hortalizas-

El%20cultivo%20de%20hortalizas%20apareci

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). ¿Qué es Manejo Agroecológico de Plagas? gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-manejo-agroecologico-de-plagas

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2023). *Conoce la espinaca el producto más nutritivo*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/agricultura/articulos/conoce-la-espinaca-el-producto-mas-nutritivo

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2011). Protocolo de Nagoya sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de su utilización al convenio sobre la diversidad biológica. https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya- protocol-es.pdf

Sembralia. (2023). *Plan de fertilización para el cultivo de repollo*. https://sembralia.com/blogs/blog/plan-fertilizacion-repollo

Sembrar100. (s. f.). *Hortalizas de fruto*. https://www.sembrar100.com/hortalizas-de-fruto/

SENA (Servicio Nacional de Aprendizaje). (2019). Módulo 3: Precosecha y poscosecha: Técnicas para frutas y hortalizas. https://www.studocu.com/co/document/servicio-nacional-de-aprendizaje/agricultura/precosecha-y-poscosecha-en-las-frutas-y-hortalizas/29568596

SENASA (Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú). (2020). *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de zapallo*. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. https://senasa.gob.pe/senasa/descargasarchivos/2020/07/Guia-BPA-ZAPALLO.pdf

SENPLADES. (2013). Objetivo 3. Mejorar la calidad de vida de la población - Plan Nacional 2013 - 2017. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/Plan-Nacional-para-el-Buen- Vivir-2013-2017.pdf

Sepúlveda Fabiola. & M. Cecilia Céspedes L. (2018). Formulación y dosis para preparación de Bocashi un abono orgánico. https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/07/09/formulacion-y-dosis-para- preparacion-de-bocashi-un-abono-organico/

Serrano Zoilo. (1976). Cultivo de espinaca hoja divulgativa Ministerio de la Agricultura de España Numero 6/76 HD. https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1976_06.pdf

Shamirian L. (2023). Apio: qué es beneficios y usos culinarios. https://www.bonviveur.es/gastroteca/apio

Skivington E. (2025a). Plagas del repollo: identificación daños y métodos de control. https://bioprotectionportal.com/es/resources/cabbage-pests-

identification-damage-and-control- methods/#what-pests-affect-cabbage

SIAP. (s. f.). NABO gob.mx/agricultura. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/726694/Nabo_web.pdf

SIN (Sistema Nacional de Información). (s. f.). Normativa – Instructivos. El Nuevo Ecuador. https://www.controlsanitario.gob.ec/documentos-vigentes/

SINAVIMO (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas). (s.f.) Feltia subterránea. https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/feltia-subterranea

SINAVIMO (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas). (s. f.-a) Myzus persicae. https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/myzus-persicae

SINAVIMO (Sistema Nacional de Vigilancia y Monitoreo de plagas). (s. f.-b). *Faustinus cubae*. https://www.sinavimo.gob.ar/plaga/faustinus-cubae

Skivington E. & Grossrieder M. (2025). *How does crop rotation help keep pest populations in control?*

Smith, A. F. (2000). *The tomato in America: Early history, culture, and cookery*. University of South Carolina Press.

Smith, B. D. (1997). A Native American technology transfer: The

diffusion of potato. *HortScience, 34*(5), 817–820. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.34.5.817

Smith, B. D. (2007). Domestication of plants in the Americas: Insights from Mendelian and molecular genetics. *Annals of Botany, 100*(5), 925–940. https://doi.org/10.1093/aob/mcm193

Smyth D R. (2021). Desarrollo de la flor: Origen de la coliflor. https://doi.org/10.1016/S0960- 9822(95)00072-8

SNICS. (2017). ¿Cómo se realiza un ensayo de germinación? https://www.gob.mx/snics/articulos/como- se-realiza-un-ensayo-de-germinacion?idiom=es#:~:text=El%20ensayo%20de%20germinaci%C3%B3n%2C%20esalcanc en%20un%20nivel%20de%20desarrollo

Sonnante, M., Pignone, D., & Hammer, K. (2009). From the cradle of agriculture, a handful of lentils: History of domestication. *Rendiconti Lincei, 20*(1), 21–37. https://doi.org/10.1007/s12210-009-0002-7

sti%C3%B3n%20decumplir%20con%20los%20requisitos%20regulatorios.

Suárez Cruz P. L. (2023). *Manejo agronómico del cultivo de pimiento (Capsicum annuum L.) en el Ecuador* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Babahoyo]. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/71213807-

c9e2-4eb9-907b- 0bc773269ece/content

Tal A. (2018). Lograr que la agricultura convencional sea respetuosa con el medio ambiente: más allá de la glorificación de la agricultura orgánica y la demonización de la agricultura convencional. Sostenibilidad 10:1079. https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/1078

Tanhuanpää Pirjo; Suojala-Ahlfors Terhi & Hartikainen Merja. (2019). "Diversidad genética de los ruibarbos de los huertos familiares finlandeses (Rheum spp.) evaluada mediante marcadores de repetición de secuencia simple". https://www.researchgate.net/publication/327866785_Genetic_diversity_of_Finnish_home_garden_rhubarbs_Rheum_spp_assessed_by_simple_sequence_repeat_markers

Tapia C. Rosales O. I. Suárez-Duque D. (2017). Zonas para la conservación de diez cultivos nativos. INIAP/MAC/FAO/GEF/UTN. Quito Ecuador. https://repositorio.iniap.gob.ec/items/e61e40e6-2ecc- 4cdf-9be8-bc3110047363

Tarira J. (2015). Comportamiento agronómico del cultivo de cebolla puerro (Allium porrum L.) en cuatro densidades de siembra mediante el sistema organopónico en la zona de Babahoyo. Tesis Ing. Agr. Babahoyo Ecuador UTB. 49 p.

https://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/1068

Tello Sierra G. I. & Pereira Beleño J. (2020). *Evaluación del efecto de la aplicación del Trichoderma spp. como promotor de crecimiento en un cultivo de zanahoria (Daucus carota L.) en la vereda Cristales del municipio de Piedecuesta Santander* [Trabajo de grado Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/38751/gitellos.pdf

Tembo Y. Mkindi Angela; P. A. Mkenda; N. Mpumi; Regina. Mwanauta; P. C. Stevenson P. A. Ndakidemi & Belmain S. R. (2018). Los extractos de plantas pesticidas mejoran el rendimiento y reducen las plagas de insectos en los cultivos de leguminosas sin dañar a los artrópodos beneficiosos.. Fronteras en la ciencia vegetal 9:1425. DOI: https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01425 https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01425/full

temprano/#:~:text=el%20tiz%C3%B3n%20temprano-S%C3%ADntomas%20y%20da%C3%B1osen%20el%20lado%20del%20tallo

Terranova Rocha; D. P. & Luis Antonio Alcívar Torres. (2014). Comportamiento agronómico del cultivo de remolacha (Beta

vulgaris l.) variedad “tall top early wonder agf” sembrada en diferentes distanciamientos en la zona de Babahoyo. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/1773244d-ea94-4524-9488- 1d24e78faf5d/content

Thurmon Annette. (2024). Mi guía completa para el cultivo de repollo: de la semilla a la cosecha. https://www.azurefarmlife.com/farm-blog/guide-to-growing-cabbage#:~:text=El%20repollo%20prospera%20a%20plenoreducir%20el%20riesgo%20de%20 enfermedades

Tilman D.; Reich P. B; & Knops J. M. (2006). Biodiversidad y estabilidad del ecosistema en un experimento de una década en pastizales. Nature 2006 441 629–632. https://www.nature.com/articles/nature04742#:~:text=Encontramos%20que%20un%20mayor

Tindall, H. (2022). Sixteenth-century tomatoes in Europe: Who saw them, what did they look like, and how were they used? *Economic Botany, 77*(1), 82–96. https://doi.org/10.1007/s12231-022-09550-9

Tinoco Azanza Victor Alfonso. (2020). Efecto de la densidad poblacional en parámetros morfológicos y agronómicos de la zanahoria (Daucus carota) en la granja Santa Inés (trabajo de titulación). UTMACH Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias Machala Ecuador.

https://repositorio.utmachala.edu.ec/items/9e0deb3b-ed05-4b2f-a745-dae8b37df8f0

Toledo H. J. (2003). Cultivo de vainita. INIA Ministerio de la Agricultura Perú. https://mail.sacaba.gob.bo/images/wsacaba/pdf/libros/agronomia/Toledo-Cultivovainita.pdf

Toledo H; J. (2003a). Cultivo del Brócoli Instituto Nacional de Investigación Agraria Dirección General de Investigación Agraria Dirección Nacional de Investigación de Cultivos Estación Experimental Donoso Centro De Investigación y Capacitación Hortícola Kiyotada Miyagawa-Huaral

Lima Perú. https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/272/1/Cultivo_brocoli%20INIA%20M INAGRI.pdf

Toral L. (2022). *Viabilidad comercial de cuatro variedades de lechuga cultivadas de forma orgánica en la provincia de El Oro* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Institucional

UTMACH.

Torres Castillo J. A. & Velez Zambrano K. A. (2023). Evaluación de tres distancias de siembra en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.) bajo sistema de tutorado (Tesis de grado Universidad Técnica de Machala).

Repositorio Digital Institucional UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/server/api/core/bitstreams/39c928ff-621a-40f9-8d29- c40f2ef68c52/content

Torres Jaramillo G. (2014). "Comportamiento agronómico de 7 híbridos de zanahoria amarilla (*Daucus carota*) en el Cantón Píllaro provincia de Tungurahua" Universidad Técnica Estatal De Quevedo Unidad de Estudios a Distancia Modalidad Semipresencial Ingeniería Agropecuaria. https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5aff0632-c3e6-4091-8fd9- c94150dcdf7a/content

Torres Quezada Emmanuel. (s. f.). Fisiología y morfología del melón básico (*Cucumis melo* L.). https://www.pubs.ext.vt.edu/content/pubs_ext_vt_edu/en/SPES/spes-507/spes-507.html

Torres Tene Walter Rubén. (2023a). Macro y micronutrientes en el cultivo de rábano. https://es.scribd.com/document/626249227/Macro-Y-Micronutrientes-en-El-Cultivo-de-Rabano

Trade Net. (2022). Informe de mercado del ajo – Ecuador. https://www.promendoza.com/wp-content/uploads/2022/12/Ecuador-ajo-2022.pdf#:~:text=De%20los%20datos%20proporcionados%20se

%20infiere%20quey%20m%C
3%A1s%20del%2065%25%20de%20la%20producci%C3%B3n

UC-IPM. (s. f.). Agricultura: Pautas para el manejo de plagas en la zanahoria mTizón de la hoja por Alternaria. https://ipm.ucanr.edu/agriculture/carrot/alternaria-leaf-blight/#gsc.tab=0

UC-IPM. (s. f.-a.). *Tospoviruses*. University of California Integrated Pest Management Program. https://ipm.ucanr.edu/agriculture/lettuce/tospoviruses/

Ulcuango Arévalo M. B. (2023). *Rendimiento de vainita (Phaseolus vulgaris L.) bajo dos métodos de labranza con cuatro tipos de fertilización edáfica Tumbaco* [Trabajo de titulación Universidad Central del Ecuador]. Repositorio Institucional UCE. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/5a068559-1373-4fba-a712- 9b4f73ac8ad7/content

Unión de Campesinos de Segovia. (2017). *Taller de semilleros para el huerto familiar ecológico: Programa de huertos de ocio para personas mayores en la provincia de Segovia*. https://uniondecampesinos.com/huertossegovianos/wp-content/uploads/2017/02/TALLER-DE- SEMILLEROS.pdf

University of Delaware. (2023). *Recomendaciones de fertilización para brócoli repollo y coliflor*. Cooperative

Extension University of Delaware. https://sites.udel.edu/weeklycropupdate/?p=23222

UPRA. (2025). Entendiendo la biodiversidad del suelo. https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Entendiendo-la-biodiversidad-del-suelo.aspx#:~:text=Un%20componente%20clave%20de%20esta%20iniciativa%20esya%20se

UPRM. (s. f.). Manejo Integrado de plagas y enfermedades. https://www.uprm.edu/ciag/sea/forest/manchafoliarcercospora.html#:~:text=Nombre%20com%C3%BAn:%20Mancha%20Foliary%20alm%C3%A1cigo%20(Bursera%20simaruba).

USDA & NRCS. (2024). The PLANTS Database. http://plants.usda.gov

USDA-ARS (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos-Servicio de Investigación Agrícola). (2018). Una hoja de ruta nacional para la gestión integrada de plagas. https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/OPMP/IPM%20Road%20Map%20FINAL.pdf

UTN (Universidad Técnica del Norte). (s. f.). *Capítulo II* [Documento PDF]. Repositorio Institucional UTN.

https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/141/3/03%20AGP%2080%20CAPITULO%20 II.pdf

Valencia Dania. (2021). Hortalizas de bulbo. https://es.scribd.com/document/539372686/Trabajo-6-Horalizas-de-Bulbo

Valero Moreno F. M. (2022). *Manejo agronómico del cultivo de berenjena (Solanum melongena L.) en el Ecuador* [Trabajo de titulación Universidad Técnica de Babahoyo]. Repositorio Institucional UTB. https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/146dc96d-df33-432c-b16b- bf9f0be4504d/content

Vavilov, N. I. (1937). Los centros genético-geográficos de las plantas cultivadas. Información general: Fecha de publicación: 1937, Traductor: Chorny, Elías, Idioma del documento: Español, Revista: Revista de la Facultad de Agronomía; vol. 22, Institución de origen: Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Páginas: 65-94, https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/135265

Vega, I. G. de la. (1976). *Comentarios Reales de los Incas* (J. G. Valcárcel, Ed.). Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1609)

Verdecora. (s. f.). Por qué tener un huerto biodiverso y cómo conseguirlo. https://verdecora.es/blog/huerto-biodiverso#:~:text=Ayuda%20a%20conservar%20las%20especi

es%20vegetales-Parte%20de%20esa&text=Y%2C%20si%20bien%20puede%20parecerla%20fauna%20que%20l o%20forma.

Villa Santerra. (s. f.). ¿Qué tipos de ajo hay? https://villasanterra.com/blogs/naturalmente-saludable/que-tipos-de-ajo-hay#:~:text=Ajo%20Tierno&text=El%20ajo%20violeta%2C%20morado%2C%20casta%C3%B1odel%20ajo%20para%20tu%20salud

Villavicencio A. Ortiz X. Park C. Cobeña G. (2022). Producción de camote con buenas prácticas agrícolas. Guía no. 007. KOPIA – INIAP. Quito Ecuador. https://isbnecuador.com/catalogo.php?mode=detalle&nt=85916

Vladés M E. L. Aldana R. Figueroa M. Gutiérrez M. C Hernández & Tomasa Chavelas. (2005). Trampeo de Scyphophorus acupunctatus (Coleóptera: Curculionidae) con dos cebos naturales en un campo de Polianthes tuberosa (Liliales: Agavaceae) en el estado de Morelos México. Florida Entomol.88:338–340. https://www.researchgate.net/publication/232664117_Trapping_of_Scyphophorus_acupunctatus

Wang Qingren; Shouan Zhang & Teresa Olczyk. (2020). Manejo del mildiú polvoroso en el frijol. https://edis.ifas.ufl.edu/publication/PP311

Wezel A; B. G Hombres; Kerr R. B; Barrios; Gonçalves A. L. R; Sinclair F. (2020). Principios y elementos agroecológicos y sus

implicaciones para la transición hacia sistemas alimentarios sostenibles. Una revisión. *Agronomía para el Desarrollo Sostenible* *40*(6):40. https://link.springer.com/article/10.1007/s13593-020-00646-z

WikiFarmer. (s. f.). *Requisitos de fertilización para los puerros*. https://wikifarmer.com/library/es/article/requisitos-de-fertilizacion-para-los-puerros

Wonder Corporation. (2024). *Alimentación foliar de los pepinos*. https://wonder-corporation.com/es/alimentacion-foliar-de-los-pepinos/

WWF (s. f.). ¿Qué es la biodiversidad? https://www.worldwildlife.org/descubre-wwf/historias/que-es-la-biodiversidad#:~:text=La%20biodiversidad%20comprende%20los%20distintosque%20conform an%20nuestro%20mundo%20natural

Yara. (s. f.). *Tipos de brásicas*. Yara Ecuador. https://www.yara.com.ec/nutricion-vegetal/brassicas/tipos-de-brassicas/

Yauri J. (2015). Evaluación de tres variedades de cilantro (Coriandrum sativum L.) con tres opciones de fertilización [UNIVERSIDAD

DE GUAYAQUIL]. https://lalineadefuego.info/2015/04/28/crisis-y- tendencias-economicas-en-el-ecuador-derafael-correa-por-pablo-ospina-peralta/

Zabel F Delzeit R Schneider J.M Seppelt R Máuser & O Václavík T. (2019). Impactos globales de la futura expansión e intensificación de las tierras de cultivo en los mercados agrícolas y la biodiversidad. Comunicaciones de la naturaleza 10(1):1–10. DOI: https://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-10775-z

Zalazar Barrientos, L., Magaña Magaña, M., & Latournerie Moreno, L. (2014). Importancia económica y social de la agrodiversidad del traspatio en la comunidad rural de Yucatán, México. Agricultura, sociedad y desarrollo, 12 (1), 1-14. https://revista-asyd.org/index.php/asyd/es/article/view/107/70

Zamora E. (2016). *El cultivo del ajo* (Serie guías – producción de hortalizas DAG/HORT-014). Universidad de Sonora Departamento de Agricultura y Ganadería. https://dagus.unison.mx/Zamora/AJO-DAG-HORT-014.pdf

Zamora E. (2016). *El cultivo del repollo*. Universidad de Sonora Departamento de Agricultura y Ganadería. https://dagus.unison.mx/Zamora/COL%20O%20REPOLLO-DAG-HORT-011.pdf

Zaro María. José. (2014). "Análisis de factores que afectan la

acumulación distribución y estabilidad de antioxidantes de naturaleza fenólica en berenjena (*Solanum melongena* L.)". Universidad Nacional de La Plata Buenos Aires. http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/35592/Documento_completo .pdf?sequence= 2&isAllowed=y

Zhou Wentao; Yashwanth. Arcot Raúl F. Medina Julio Bernal Luis Cisneros-Zevallos & Mustafa ES Akbulut. (2024). Manejo Integrado de Plagas: Una Actualización sobre el Enfoque de Sostenibilidad para la Protección de Cultivos. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11465254/

Zohary, D., & Hopf, M. (1973). *Domestication of plants in the Old World: The origin and spread of cultivated plants in South-west Asia, Europe, and the Nile Valley*. Clarendon Press.

Zou Y. Liu Z. Chen Y. Wang Y. & Feng S. (2024). Crop Rotation and Diversification in China: Enhancing Sustainable Agriculture and Resilience. *Agriculture 14*(9):1465.https://www.mdpi.com/2077- 0472/14/9/1465

Zúñiga González, M. G., Gordillo Manssur, F. A., Vargas Ramírez, P. L., & Vargas Ramírez, M. P. (2026). Desarrollo de modelos de negocio sostenibles e innovadores para el sector hortícola urbano del sur del Ecuador. *Polo del Conocimiento, 11*(1), 185–202. https://doi.org/10.23857/pc.v11i1.11002

Horticultura: Fundamentos, prácticas eficientes y sostenibles, se publicó en el mes de noviembre de 2026.

ISBN: 978-9907-852-15-8

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

Rigoberto Miguel García Batista:
Profesor e investigador durante más de 22 años en Cuba y Ecuador. Comenzó su carrera docente en la Universidad de Las Villas, (UCLV), luego se traslada al INICA en Cuba, En el 2008, se traslada a desarrollar su actividad profesional en Ecuador hasta el presente. siendo Investigador -Docente en la UTMACH.

HORTICULTURA: FUNDAMENTOS, PRÁCTICAS EFICIENTES Y SOSTENIBLES

Estimado lector, este libro de texto universitario aborda la horticultura ante los desafíos del cambio climático, la disponibilidad de suelo y la seguridad alimentaria, alineándose con las metas del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 2. Diseñado para solventar la ausencia de un manual actualizado en la carrera de Agronomía —con énfasis en el Litoral ecuatoriano y la provincia de El Oro—, la obra fusiona el rigor documental con la praxis productiva, integrando factores agronómicos, socioeconómicos y ambientales.

A lo largo de doce capítulos, el texto examina el ciclo productivo integral. Inicia con las bases edafoclimáticas y la importancia socioeconómica de los cultivos regionales, para luego detallar la botánica, ecofisiología y manejo técnico de hortalizas clasificadas por su órgano de consumo (raíz, tallo, hoja, flor y fruto), así como de especies medicinales y aromáticas. Asimismo, profundiza en el manejo de semilleros, huertos e hidroponía, complementado con sanidad vegetal mediante Manejo Integrado y Agroecológico de Plagas.

Finalmente, aborda la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), elaboración de bioinsumos orgánicos, operaciones de cosecha, poscosecha, comercialización e inocuidad alimentaria, integrando aportes de la investigación académica reciente. En conclusión, la obra constituye una guía técnica fundamental para la formación agronómica y la implementación de sistemas hortícolas sostenibles, eficientes y resilientes.

GRUPO BLR

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

ISBN: 978-9907-852-15-8

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA
1969