GRUPO BLR

CULTIVOS
AGROINDUSTRIALES

ISBN: 978-9907-852-24-0

Juan Carlos Escaleras Medina

2026

CULTIVOS AGROINDUSTRIALES

Juan Carlos Escaleras Medina

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



Escaleras, J. (2026) Cultivos agro industriales. Grupo Editorial BLR.

© Juan Carlos Escaleras Medina

Cultivos agroindustriales

ISBN: 978-9907-852-24-0

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 de autores

Juan Carlos Escaleras Medina

Universidad Técnica de Machala

Correo Electrónico: jescaleras@utmachala.edu.ec

ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5384-0829

PRÓLOGO

Hablar de cultivos agroindustriales es entender una agricultura que va más allá de la cosecha. Cada cultivo forma parte de una cadena de trabajo, conocimiento y transformación que conecta al productor con la industria y el consumidor. Esa relación entre campo y agroindustria constituye el punto de partida de este libro.

La obra reúne contenidos esenciales para la formación de estudiantes de ciencias agropecuarias. Se abordan cultivos como la palma aceitera, la caña de azúcar y el girasol, considerando su manejo agronómico, transformación, aprovechamiento de subproductos, comercialización y sostenibilidad. La intención es presentar estos temas de manera clara y cercana, vinculándolos con situaciones reales del campo y la actividad agroindustrial.

Una sección especial está dedicada a la aplicación práctica de cálculos agronómicos y agroindustriales, mediante ejercicios sobre densidad de siembra, fertilización, agroquímicos, agua, costos, rendimientos y análisis económico. La experiencia docente demuestra que el aprendizaje se fortalece cuando el estudiante comprende para qué sirve un conocimiento y puede aplicarlo a problemas reales.

También se incluyen temas de bioeconomía, economía circular y uso responsable de los recursos. Hoy no basta con producir más; también es necesario producir mejor, aprovechar los residuos y generar valor sin comprometer los recursos de las futuras generaciones.

Este libro está dirigido principalmente a estudiantes, aunque también puede servir de apoyo a docentes, técnicos, productores y profesionales del sector agropecuario. Mi propósito es que el lector encuentre herramientas para analizar, aprender y tomar mejores decisiones. Si estas páginas logran acercarlo a la realidad del campo y la agroindustria, habrán cumplido su objetivo.

Juan Carlos Escaleras Medina

2026

ÍNDICE

PRÓLOGO ..... **i**

ÍNDICE ..... **iii**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **vii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **ix**

INTRODUCCIÓN ..... **x**

CAPÍTULO I **12**

1 FUNDAMENTOS DE LOS CULTIVOS AGROINDUSTRIALES **12**

1.1 ¿Qué es un cultivo agroindustrial? 12

1.2 Características de los cultivos agroindustriales 13

1.3 Diferencia entre cultivo agrícola y cultivo agroindustrial 15

1.4 De la producción agrícola al mercado 16

1.5 Principales cultivos agroindustriales del Ecuador 19

1.6 Importancia económica, social y ambiental 19

1.7 Agroindustria y valor agregado 22

1.8 Bioeconomía 23

1.9 Economía circular aplicada a los cultivos agroindustriales 24

1.10 Reflexión final 25

CAPÍTULO II **28**

2 MANEJO AGRONÓMICO, COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO PALMA ACEITERA **28**

2.1 Manejo agronómico de la Palma Aceitera 28

2.2. Origen y Distribución Mundial de la Palma Aceitera 31

2.3. Agroecología del Cultivo de Palma Aceitera 36

2.4. Preparación de Suelo, Siembra, Riego y Fertilización en Palma Aceitera 38

2.5. Sostenibilidad Ambiental en el Cultivo de Palma Aceitera 40
2.6. Tarea asíncrona..... 43
CAPÍTULO III 45
3 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PALMA 45
3.1 Manejo de Plagas y Enfermedades en Palma Africana..... 45
3.2 Plagas en el cultivo de palma aceitera..... 48
3.3 Enfermedades en el cultivo de palma aceitera 56
3.4 Cuestionario de preguntas 65
CAPÍTULO IV..... 67
4 COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO PALMA ACEITERA..... 67
4.1 Momento óptimo de cosecha 67
4.2 Impacto de la cosecha prematura o tardía en la calidad del aceite 71
4.3 Métodos de cosecha 72
CAPÍTULO V 76
5 EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR 76
5.1 Importancia económica y social del cultivo..... 76
5.2 Requerimientos agroecológicos 81
5.3 Propagación y Siembra 83
5.4 Manejo Agronómico..... 85
5.5 Plagas y Enfermedades 88
5.6 Cosecha y Postcosecha..... 94
5.7 Agroindustria y Valor Agregado 98
5.8 Impacto Ambiental y Sostenibilidad 101
5.9 Certificaciones ambientales: Bonsucro, ISO 14001, entre otras 103

CAPÍTULO VI 106
6 EL CULTIVO DE GIRASOL 106
6.1 Importancia del girasol 106
6.2 Origen del cultivo de girasol 108
6.3 Principales países productores y producción mundial 109
6.4 Producción en el Ecuador 111
6.5 Agroecología del cultivo de girasol 112
6.6 Tarea asíncrona 121
CAPÍTULO VII 124
7 APLICACIÓN PRÁCTICA DE CÁLCULOS AGRONÓMICOS Y AGROINDUSTRIALES 124
7.1 Problema 1. Cálculo de plantas por hectárea 124
7.2 Problema 2. Cantidad de semilla 126
7.3 Problema 3. Fertilización por hectárea 128
7.4 Problema 4. Fertilización por planta 130
7.5 Problema 5. Ingrediente activo 132
7.6 Problema 6. Volumen de aplicación 133
7.7 Problema 7. Costo de una aplicación fitosanitaria 135
7.8 Problema 8. Requerimiento de agua 136
7.9 Problema 9. Rendimiento por hectárea 138
7.10 Problema 10. Costos y margen bruto 139
7.11 Problema aplicado 141
7.11.1 Selección técnica y económica de fungicidas en palma aceitera 141
7.11.2 Criterio de cálculo 143
7.11.3 Solución - costos y operación 144

7.11.4Análisis técnico, económico y agroindustrial 146
GLOSARIO..... 149
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 155

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales diferencias entre un cultivo agrícola y un cultivo agroindustrial. 15
Tabla 2. Datos estadísticos relevantes de la Palma aceitera. 28
Tabla 3. Aspectos Positivos sobre el cultivo de palma aceitera. 30
Tabla 4. Aspectos Negativos sobre el cultivo de palma aceitera. ... 31
Tabla 5. Aspectos Negativos sobre el cultivo de palma aceitera. ... 32
Tabla 6. Producción Anual de Palma en el mundo. 34
Tabla 7. Provincias productoras de palma en Ecuador. 35
Tabla 8. Factores Agroecológicos de la Palma Africana. 37
Tabla 9. Plan referencial de Fertilización por etapa fenológica. ... 40
Tabla 10. Impacto Ambiental del Cultivo de Palma Aceitera. 42
Tabla 11. Umbrales económicos de plagas de Palma Africana 46
Tabla 12. Plagas Clave y Recomendaciones de Control Químico en Palma Aceitera. 47
Tabla 13. Guía de Umbrales y Control Químico para Plagas Clave en Palma Aceitera. 47
Tabla 14. Principales enfermedades de la palma aceitera, agentes causales, síntomas y medidas de manejo. 57
Tabla 15. Control químico de enfermedades en cultivo de palma 65
Tabla 16. Aspectos Positivos de la Caña de Azúcar. 77
Tabla 17. Aspectos Negativos del cultivo de la Caña de Azúcar. ... 78
Tabla 18. Condiciones Agroclimáticas del cultivo de Caña de Azúcar. 83
Tabla 19. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar. 91
Tabla 20. Factores estadísticos positivos del cultivo de girasol. .. 107
Tabla 21. Comparación de cultivos oleaginosos: contenido y rendimiento de aceite. 108
Tabla 22. Principales países productores de Girasol. 110
Tabla 23. Producción y área estimada del cultivo de Girasol. 111
Tabla 24. Agroecología del cultivo de Girasol. 113
Tabla 25. Recomendación de fertilización para el cultivo de Girasol. 118
Tabla 26. Plagas en el cultivo de Girasol. 119

Tabla 27. Enfermedades en el cultivo de Girasol...... 119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Subproductos de la transformación no aprovechados.. 18
Figura 2. Principales cultivos agroindustriales...... 19
Figura 3. Zonas productoras de Palma en Ecuador. 35
Figura 4. Plan referencial de Fertilización por etapa fenológica. 41
Figura 5. Indicadores de madurez del racimo. 67
Figura 6. Cambios en la coloración externa e interna del fruto de palma aceitera. 70
Figura 7. El viaje del girasol de América al Mundo 109
Figura 8. Preparación del suelo para el cultivo del Girasol...... 114

INTRODUCCIÓN

El presente libro, **Cultivos Agroindustriales**, ha sido elaborado con el propósito de ofrecer al lector una visión integral de la relación entre la producción agrícola y los procesos de transformación que generan valor agregado. Está dirigido principalmente a estudiantes de ciencias agropecuarias, aunque también puede ser utilizado por docentes, técnicos, productores y profesionales del sector. Su desarrollo se apoya en la revisión de literatura científica, documentos técnicos, información institucional y contenidos aplicados al manejo de cultivos, complementados con tablas, gráficos y ejercicios prácticos.

El **primer capítulo, Fundamentos de los cultivos agroindustriales**, presenta los conceptos necesarios para comprender qué caracteriza a estos cultivos y cómo se integran el campo, la cosecha, la transformación, el producto y el mercado. También se analizan su importancia económica, social y ambiental, junto con conceptos como valor agregado, bioeconomía y economía circular.

El capítulo dedicado a la **palma aceitera (Elaeis guineensis Jacq.)** aborda su importancia agroindustrial, origen, distribución, requerimientos agroecológicos y manejo agronómico. Se desarrollan aspectos relacionados con suelo, siembra, riego, fertilización, sostenibilidad, plagas, enfermedades, cosecha y comercialización, destacando su influencia sobre el rendimiento y la calidad del aceite.

En el capítulo sobre **caña de azúcar (Saccharum officinarum L.)** se estudian sus requerimientos agroecológicos, propagación, manejo, cosecha y postcosecha. Se resalta especialmente su capacidad de

transformación en azúcar, panela, alcohol, etanol y energía, así como el aprovechamiento de subproductos como bagazo, cachaza, melaza y vinaza dentro de esquemas de economía circular.

El capítulo dedicado al **girasol (Helianthus annuus L.)** analiza su importancia como cultivo oleaginoso y su potencial como alternativa de diversificación. Se estudian su origen, producción, requerimientos agroecológicos, establecimiento, fertilización, riego, manejo fitosanitario y posibilidades de aprovechamiento agroindustrial.

Finalmente, la sección **Aplicación práctica de cálculos agronómicos y agroindustriales** plantea problemas sobre densidad de siembra, semilla, fertilización, ingrediente activo, riego, costos, rendimientos y selección técnica de insumos. Su finalidad es fortalecer la capacidad del lector para interpretar datos, resolver situaciones reales y tomar decisiones propias del ejercicio profesional.

En conjunto, esta obra busca que el lector comprenda el cultivo desde su establecimiento hasta su transformación y llegada al mercado, integrando agronomía, tecnología, economía y sostenibilidad con una visión práctica y aplicada.

CAPÍTULO I

1 FUNDAMENTOS DE LOS CULTIVOS AGROINDUSTRIALES

1.1 ¿Qué es un cultivo agroindustrial?

Los cultivos agroindustriales ocupan un lugar importante dentro de la actividad agrícola, ya que su producción está directamente relacionada con procesos de transformación que permiten obtener productos de mayor valor. En estos cultivos, la cosecha no representa el final del proceso productivo, sino el inicio de una nueva etapa en la que la materia prima puede ser acondicionada, procesada o industrializada para convertirse en alimentos, aceites, bebidas, biocombustibles, fibras, cosméticos, productos farmacéuticos y muchos otros bienes de uso cotidiano.

Esta característica la diferencia de otros productos agrícolas que pueden llegar al consumidor prácticamente después de ser cosechados. En el caso de los cultivos agroindustriales, gran parte de su importancia económica depende de las posibilidades de transformación y aprovechamiento que ofrecen. La caña de azúcar, por ejemplo, no solo se utiliza para producir azúcar, sino también panela, melaza, etanol e incluso energía a partir de sus residuos. De manera similar, la palma aceitera permite obtener aceite de palma, aceite de palmiste y una amplia variedad de derivados utilizados por distintas industrias. El girasol, por su parte, constituye una valiosa materia prima para la elaboración de aceite comestible y tortas proteicas, además de generar subproductos que pueden ser aprovechados en diferentes actividades productivas.

Estos tres cultivos forman parte central de los contenidos desarrollados en esta obra.

Por ello, el estudio de los cultivos agroindustriales debe ir más allá de conocer las labores necesarias para establecerlos y manejarlos en el campo. También resulta fundamental comprender qué ocurre con la producción después de la cosecha, cuáles son las características de calidad que demanda la industria, qué alternativas existen para aprovechar sus productos y subproductos y, principalmente, cómo todo este proceso puede generar nuevas oportunidades económicas para productores, empresas y comunidades vinculadas con la actividad agrícola.

1.2 Características de los cultivos agroindustriales

Los cultivos agroindustriales presentan características que los diferencian de otros sistemas productivos. Una de las más importantes es su estrecha relación con la industria transformadora. La calidad de la materia prima obtenida en campo influye directamente en la eficiencia del procesamiento y en las características del producto final.

Entre sus principales características se encuentran:

- Producción destinada total o parcialmente a procesos de transformación.
- Generación de materias primas para la industria alimentaria y no alimentaria.

- Integración entre producción agrícola, cosecha, transporte, procesamiento y comercialización.
- Capacidad para generar diferentes productos y subproductos a partir de una misma materia prima.
- Importancia económica por su contribución al empleo, comercio y generación de valor agregado.
- Necesidad de planificación técnica y logística entre productores e industrias procesadoras.
- Posibilidad de aprovechar residuos y subproductos dentro de modelos de economía circular.
- Participación creciente de tecnologías, mecanización, agricultura de precisión y sistemas de control de calidad.
- Vinculación con mercados nacionales e internacionales.
- Necesidad de aplicar criterios de sostenibilidad ambiental y responsabilidad social.

Un aspecto fundamental es que la productividad agrícola por sí sola no garantiza el éxito de un cultivo agroindustrial. También deben considerarse la calidad de la materia prima, los costos de transporte, la capacidad de procesamiento, la demanda del mercado y el aprovechamiento eficiente de los subproductos.

1.3 Diferencia entre cultivo agrícola y cultivo agroindustrial

Un cultivo agrícola tiene como propósito principal producir alimentos, fibras, materias primas o productos vegetales. Algunos pueden llegar directamente al consumidor después de operaciones sencillas como limpieza, selección o empaque.

En los cultivos agroindustriales, en cambio, existe una relación más estrecha entre la producción primaria y un proceso posterior de transformación.

Tabla 1. Principales diferencias entre un cultivo agrícola y un cultivo agroindustrial.

Aspecto	Cultivo agrícola	Cultivo agroindustrial
Finalidad principal	Producción agrícola	Producción y transformación
Comercialización	Puede venderse directamente	Generalmente requiere procesamiento
Valor agregado	Menor transformación	Mayor transformación
Relación con industria	Puede ser limitada	Estrecha y permanente
Ejemplo	Hortalizas frescas	Caña de azúcar
Producto inicial	Materia prima o alimento	Materia prima industrial
Producto final	Producto fresco	Aceite, azúcar, etanol, harina, etc.
Subproductos	Generalmente limitados	Múltiples posibilidades de aprovechamiento

Fuente: Elaboración propia

Esta diferencia no significa que existan fronteras absolutas. Un mismo cultivo puede comercializarse como producto fresco o formar parte de una cadena agroindustrial dependiendo de su destino. El elemento

diferenciador está principalmente en el grado de transformación y en la integración de la producción agrícola con otros eslabones de la cadena de valor.

1.4 De la producción agrícola al mercado

Los cultivos agroindustriales forman parte de una cadena en la que cada etapa influye sobre la siguiente:

CAMPO → COSECHA → TRANSFORMACIÓN → PRODUCTO → MERCADO

Campo

En esta etapa se desarrolla la producción primaria. Comprende la selección de variedades, preparación del suelo, siembra, fertilización, riego, manejo de malezas, control de plagas y enfermedades y demás labores agronómicas.

El objetivo es producir una materia prima que reúna características adecuadas de cantidad, calidad e inocuidad.

Cosecha

La cosecha representa el punto de conexión entre el campo y la industria. El momento en que se realiza puede modificar considerablemente la calidad de la materia prima.

Por ejemplo, en palma aceitera, la madurez del racimo influye en el rendimiento y calidad del aceite; mientras que en caña de azúcar, la

concentración de sacarosa es determinante para la eficiencia industrial. Estos aspectos ya son desarrollados posteriormente en esta obra.

Transformación

La materia prima agrícola es sometida a procesos físicos, químicos, biológicos o mecánicos para obtener productos de mayor valor.

Algunos ejemplos son:

Palma aceitera:

Racimo → extracción → aceite crudo → refinación → productos alimentarios e industriales.

Caña de azúcar:

Tallo → molienda → jugo → clarificación y concentración → azúcar, panela, etanol y otros derivados.

Girasol:
Aquenio → limpieza → prensado o extracción → aceite → refinación y envasado.

Producto

La transformación genera uno o varios productos principales, pero también subproductos que pueden representar nuevas oportunidades económicas.



Figura 1. Subproductos de la transformación no aprovechados.

Fuente: Elaboración propia

Mercado

El último eslabón corresponde a la comercialización. Aquí intervienen factores como calidad, precio, demanda, presentación, certificaciones, logística, preferencias del consumidor y condiciones de acceso a mercados nacionales e internacionales.

Por ello, un profesional del sector agropecuario debe comprender que producir bien es indispensable, pero también debe conocer para quién produce, qué calidad demanda el mercado y cómo puede agregarse mayor valor a la materia prima.

1.5 Principales cultivos agroindustriales del Ecuador

Ecuador posee condiciones agroecológicas privilegiadas que permiten producir una amplia diversidad de materias primas agrícolas destinadas a procesos agroindustriales.

Entre los cultivos representativos se encuentran:



Figura 2. Principales cultivos agroindustriales.

Elaboración: Fuente propia

Estos cultivos demuestran que la agricultura puede generar mucho más valor cuando se articula con procesos de transformación, innovación y comercialización.

1.6 Importancia económica, social y ambiental

Importancia económica

Los cultivos agroindustriales dinamizan diferentes actividades económicas debido a que generan empleo no solamente durante la producción, sino también en transporte, almacenamiento, procesamiento, comercialización y servicios asociados.

Una misma hectárea cultivada puede generar actividad económica en distintos sectores cuando su producción se integra adecuadamente a una cadena de valor.

La agroindustria también permite reducir la dependencia de la comercialización exclusiva de materias primas y desarrollar productos con mayor valor agregado.

Importancia social

Estos cultivos generan oportunidades de empleo rural y pueden contribuir al fortalecimiento de pequeñas y medianas unidades productivas.

Cuando existen procesos asociativos, cooperativos o de integración entre productores e industrias, pueden favorecer el desarrollo territorial, la capacitación y la generación de nuevas oportunidades de emprendimiento.

Sin embargo, el desarrollo agroindustrial debe acompañarse de condiciones laborales adecuadas, participación responsable de las comunidades y distribución equitativa de los beneficios.

Importancia ambiental

La producción agroindustrial también puede generar impactos ambientales relacionados con el consumo de agua, uso de fertilizantes y plaguicidas, generación de residuos, emisiones, degradación del suelo o expansión de la frontera agrícola.

Por esta razón, el desafío contemporáneo no consiste únicamente en producir más, sino en hacerlo con mayor eficiencia y menor impacto ambiental.

Entre las estrategias que pueden contribuir a este objetivo se encuentran:

- Buenas Prácticas Agrícolas.
- Manejo Integrado de Plagas.
- Uso eficiente del agua.
- Agricultura de precisión.
- Conservación de suelos.
- Aprovechamiento de residuos.
- Reducción de pérdidas.
- Uso de energías renovables.
- Certificaciones ambientales.
- Economía circular.

1.7 Agroindustria y valor agregado

La agroindustria comprende el conjunto de actividades destinadas a transformar materias primas agrícolas en productos destinados al consumo o a otros procesos industriales.

El concepto de valor agregado es fundamental. Consiste en incrementar el valor económico de una materia prima mediante procesos de transformación, diferenciación, calidad, empaque, certificación o comercialización.

Un ejemplo sencillo permite comprenderlo:

Caña de azúcar → jugo → panela → producto empacado y diferenciado

En cada etapa se incorpora trabajo, conocimiento, tecnología y transformación. Como resultado, el producto adquiere un valor diferente al de la materia prima original.

Lo mismo ocurre cuando una semilla de girasol se convierte en aceite embotellado o cuando un racimo de palma se transforma en aceites y derivados industriales.

El valor agregado permite que el sector agrícola evolucione desde la simple producción de materias primas hacia sistemas productivos más competitivos.

1.8 Bioeconomía

La bioeconomía propone utilizar de manera eficiente y sostenible los recursos biológicos para generar alimentos, materiales, energía y nuevos productos.

En la agricultura, implica reconocer que una planta no produce solamente un producto principal. Sus diferentes componentes pueden convertirse en materias primas para otras actividades.

Por ejemplo:

Caña de azúcar

Azúcar + etanol + bagazo + melaza + cachaza + energía.

Palma aceitera

Aceite + palmiste + fibra + cuesco + biomasa**.**

Girasol

Aceite + torta proteica + residuos vegetales + biomasa.

Esta visión permite aprovechar mejor los recursos disponibles y desarrollar nuevas oportunidades de innovación.

Para el futuro profesional agrónomo, la bioeconomía representa una nueva manera de analizar la producción: cada residuo puede convertirse potencialmente en un recurso.

1.9 Economía circular aplicada a los cultivos agroindustriales

El modelo tradicional de producción generalmente sigue una lógica lineal:

producir → utilizar → desechar.

La economía circular plantea una alternativa:

producir → transformar → aprovechar → reutilizar → reincorporar.

El objetivo es reducir al mínimo los desperdicios y mantener los materiales dentro del sistema productivo durante el mayor tiempo posible.

En la caña de azúcar, por ejemplo, el bagazo puede utilizarse para producir energía; la cachaza puede incorporarse a procesos de compostaje y determinados residuos pueden retornar al sistema productivo bajo un manejo adecuado. El propio libro desarrolla posteriormente varias de estas alternativas al abordar la agroindustria cañera.

La economía circular permite:

- Reducir residuos.
- Disminuir costos.
- Generar nuevos productos.
- Producir energía.

- Mejorar el aprovechamiento de nutrientes.
- Reducir impactos ambientales.
- Crear nuevas oportunidades de negocio.

De esta manera, la agroindustria moderna debe avanzar hacia sistemas en los que la producción agrícola, la transformación industrial y la protección ambiental formen parte de una misma estrategia.

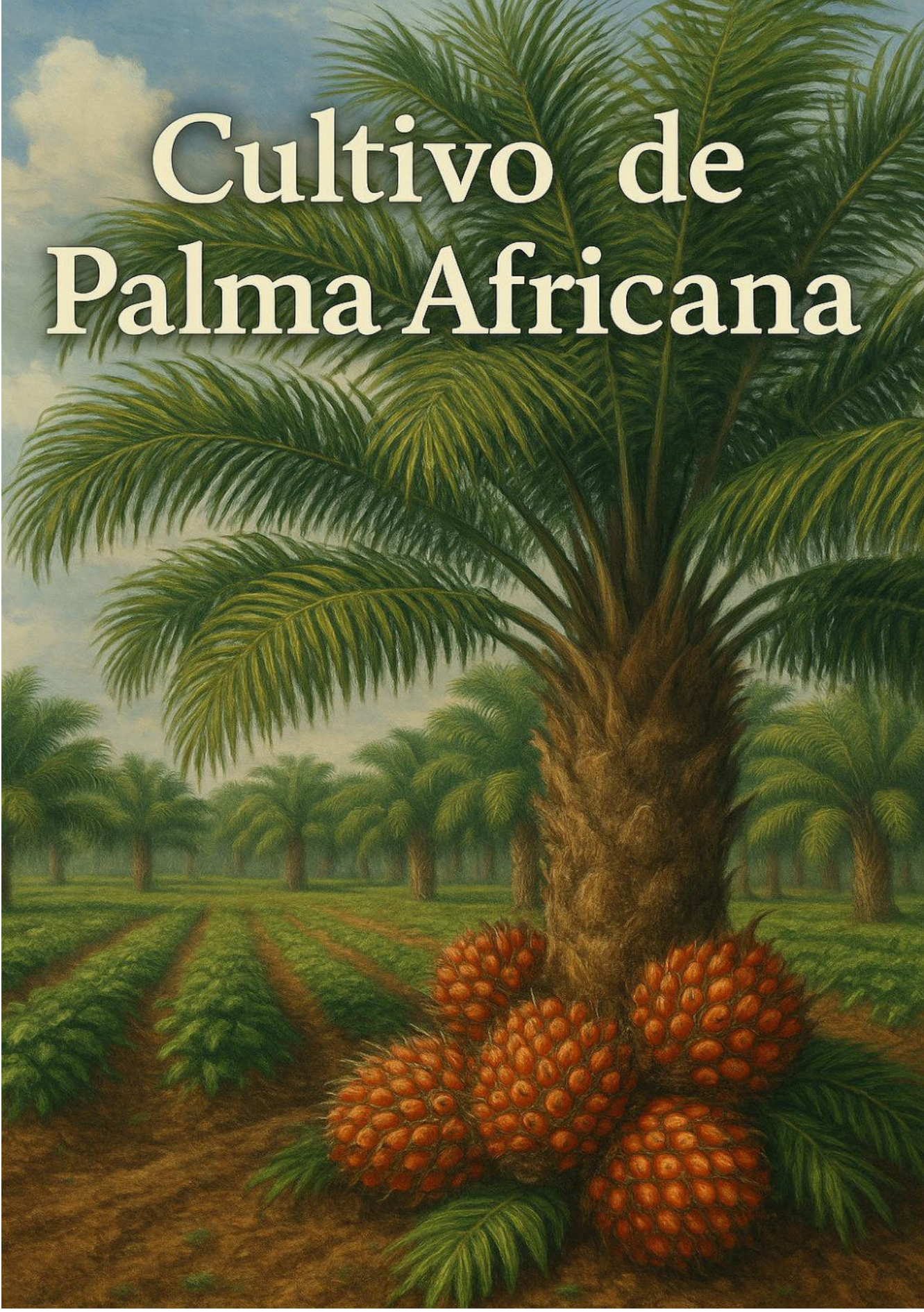
1.10 Reflexión final

Comprender los cultivos agroindustriales implica aprender a mirar mucho más allá de la parcela y de la cosecha. Para el profesional de las ciencias agropecuarias, conocer un cultivo significa entender todo su recorrido: desde el establecimiento en campo y su manejo productivo hasta la transformación de la materia prima y su llegada al mercado.

Una palma aceitera no representa solamente un racimo de frutos, así como la caña de azúcar no termina en el corte de sus tallos ni el girasol en la cosecha de sus aquenios. Detrás de cada uno existe una cadena productiva en la que se relacionan el conocimiento agronómico, la tecnología, la industria, la economía, el ambiente y las necesidades de la sociedad.

En este contexto, el estudio de los cultivos agroindustriales busca formar profesionales capaces de producir con eficiencia, aprovechar de manera responsable los recursos y generar un mayor valor a partir de lo que se obtiene en el campo. El reto de la agricultura actual y futura estará precisamente en fortalecer esa conexión entre producción,

transformación y mercado, procurando siempre que el desarrollo agroindustrial avance de la mano con la sostenibilidad.


Cultivo de
Palma Africana

CAPÍTULO II

2 MANEJO AGRONÓMICO, COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO PALMA ACEITERA

2.1 Manejo agronómico de la Palma Aceitera

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es uno de los cultivos más relevantes para la agroindustria tropical debido a su alta productividad de aceite por hectárea, superando ampliamente a otros cultivos oleaginosos como la soya y el girasol (Corley & Tinker, 2016). Su manejo agronómico eficiente es fundamental para garantizar la sostenibilidad del cultivo, mantener la productividad y reducir impactos ambientales.

Tabla 2. Datos estadísticos relevantes de la Palma aceitera.

Dato Estadístico	Valor Aproximado	Importancia en Alimentación e Industria
Rendimiento promedio de aceite por hectárea	3.5 - 5 toneladas de aceite/ha/año	Mayor rendimiento entre los cultivos oleaginosos.
Participación del aceite de palma en el mercado mundial de aceites vegetales	≈ 35% del total mundial (FAO, 2023)	Principal fuente de aceite vegetal en alimentos procesados.
Contenido de aceite en el fruto de palma	≈ 50% del fruto (mesocarpio y almendra)	Alta eficiencia para extracción de aceite comestible y no comestible.
Cantidad de productos industriales que contienen aceite de palma	Más de 200 productos (alimentos, cosméticos, detergentes)	Usado en chocolates, margarinas, cremas, jabones, cosméticos.
Contribución del aceite de palma a la ingesta calórica mundial	≈ 10% de las calorías consumidas globalmente (FAOSTAT, 2022)	Contribuye a la seguridad alimentaria en países tropicales.
Uso del aceite de palma en la producción de biocombustibles	≈ 5% de la producción global destinada a biodiésel	Alternativa energética renovable frente a combustibles fósiles.
Eficiencia en el uso de la tierra comparada con otros cultivos oleaginosos	Produce 4 a 10 veces más aceite por ha que soya o girasol	Menor necesidad de tierra comparado con otros aceites vegetales.

Fuente: Elaboración propia

El manejo agronómico de la palma aceitera abarca prácticas clave como la selección de material genético, preparación del terreno, siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades, así como la cosecha y el manejo postcosecha. Cada una de estas etapas incide directamente en el rendimiento del cultivo y la calidad del aceite producido (Woittiez et al., 2017). Un sistema de manejo tecnificado y sostenible permite prolongar la vida productiva de la plantación, optimizar el uso de los recursos naturales y mejorar la rentabilidad del cultivo.

La palma aceitera es clave para la economía de países productores por su uso en alimentos, cosméticos, fármacos y biocombustibles (FAO, 2020). En Ecuador, se ha convertido en una alternativa estratégica en zonas del litoral, generando empleo rural y dinamizando la economía local gracias a su valor agroindustrial y alta demanda.

Además, el conocimiento técnico y científico sobre la fisiología del cultivo, los requerimientos agroecológicos y las tecnologías disponibles es esencial para los futuros profesionales agrónomos. Comprender el manejo integral de este cultivo permite promover sistemas agrícolas más resilientes y competitivos (Donough et al., 2009).

Tabla 3. Aspectos Positivos sobre el cultivo de palma aceitera.

N.º	Aspecto positivo	Descripción y datos estadísticos
1	Generación de empleo rural	La cadena de palma aceitera genera alrededor de **120.000 empleos directos** y más de **500.000 indirectos** en Ecuador (ANCUPA, 2023).
2	Aporte al PIB agrícola	Representa cerca del **4 % del PIB agrícola** y alrededor del **0,7 % del PIB nacional** (Banco Central del Ecuador, 2022).
3	Producción de aceite vegetal	Ecuador produce aproximadamente **600.000 toneladas de aceite crudo de palma al año** (ANCUPA, 2023).
4	Diversificación agroindustrial	Existen más de **40 plantas industriales** de refinación y derivados en el país (MAG, 2022).
5	Potencial energético	El aceite de palma puede cubrir hasta el **10 % de la demanda nacional de biodiésel** si se utiliza en mezclas (Ministerio de Energía, 2021).
6	Uso eficiente del suelo	El rendimiento promedio en Ecuador es de **3,8–4,2 t de aceite/ha/año**, muy superior a la soya (0,4 t/ha) y girasol (0,6 t/ha) (FAO, 2021).
7	Ingresos para pequeños productores	El **85 % de los productores ecuatorianos** de palma son pequeños y medianos, con áreas menores a 50 ha (ANCUPA, 2023).
8	Generación de subproductos	Cada tonelada de racimos frescos genera en promedio **220 kg de racimos vacíos** y **140 kg de cuesco**, aprovechables como biomasa (CENIPALMA, 2022).
9	Potencial exportador	Ecuador exportó más de **USD 580 millones en aceite de palma y derivados en 2022**, principalmente a la UE y Colombia (BCE, 2023).
10	Desarrollo local	El cultivo beneficia a más de **120.000 familias rurales** en Esmeraldas, Santo Domingo, Los Ríos y Orellana (MAG, 2022).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Aspectos Negativos sobre el cultivo de palma aceitera.

N.º	Aspecto negativo	Descripción y datos estadísticos
1	Deforestación y pérdida de biodiversidad	Entre 2000 y 2018, el cultivo de palma aceitera ocasionó la deforestación de más de **55.000 ha de bosque nativo** en Ecuador, principalmente en Esmeraldas y Orellana (MAATE, 2020).
2	Conflictos socioambientales	En Esmeraldas y Sucumbíos se han registrado más de **20 denuncias comunitarias** por conflictos de tierra y agua vinculados a plantaciones de palma (Alianza de Organizaciones, 2021).
3	Uso intensivo de agroquímicos	El **90 % de los productores** utiliza herbicidas y plaguicidas de alta toxicidad, con riesgos para la salud y contaminación ambiental (ANCUPA, 2022).
4	Contaminación de fuentes hídricas	Estudios reportan residuos de **glifosato y pesticidas** en ríos cercanos a zonas palmicultoras (MAG, 2021).
5	Condiciones laborales precarias	El **40 % de los trabajadores** perciben ingresos por debajo del salario digno y carecen de seguridad social (INEC, 2022).
6	Vulnerabilidad a plagas y enfermedades	Más del **60 % de la superficie palmicultora** fue devastada por la pudrición del cogollo entre 2006 y 2016, generando pérdidas de más de **USD 400 millones** (MAG, 2018).
7	Dependencia económica del monocultivo	El **85 % de los pequeños productores** dependen únicamente de la palma, lo que los expone a crisis de precios internacionales (ANCUPA, 2023).
8	Emisiones de gases de efecto invernadero	La conversión de bosques a palma libera alrededor de **40 toneladas de CO_2 equivalente por hectárea** (FAO, 2020).
9	Impacto en comunidades locales	En Esmeraldas, el **70 % de comunidades** cercanas a plantaciones reportan pérdida de fuentes de agua y alimentos tradicionales (Fundación Pachamama, 2021).
10	Fluctuación de precios internacionales	En 2020, el precio del aceite de palma cayó un **25 %**, afectando los ingresos de más de **120.000 familias rurales** (BCE, 2021).

Fuente: Elaboración propia

2.2. Origen y Distribución Mundial de la Palma Aceitera

La palma aceitera tiene su origen en el Golfo de Guinea, en África Occidental, donde se cultivaba desde hace más de 5,000 años para obtener aceite comestible y atender usos tradicionales (Corley & Tinker, 2016). Con el tiempo, su cultivo se extendió por los trópicos debido a su productividad y versatilidad.

Durante el siglo XIX, la palma aceitera fue introducida en Asia y América, destacándose en el Sudeste Asiático. Actualmente, Indonesia

y Malasia concentran el 85% de la producción mundial, seguidos por Tailandia, Colombia y Nigeria como productores relevantes (FAO, 2020).

Tabla 5. Aspectos Negativos sobre el cultivo de palma aceitera.

País/Región	Consumo per cápita anual (kg/persona/año)	Principales Derivados Consumidos
India	17,5	Aceite comestible, snacks, confitería
Indonesia	25,3	Aceite comestible, biodiésel, cosméticos
Unión Europea	14,2	Margarinas, productos horneados, cosméticos
China	11,9	Aceite de cocina, panadería industrial
Malasia	23,7	Aceite comestible, biodiésel, alimentos procesados
Estados Unidos	6,8	Snacks, alimentos ultraprocesados
Egipto	8,2	Aceite de cocina, frituras, panadería
Bangladés	9,4	Aceite comestible, galletas, pan
Pakistán	7,5	Aceite vegetal, productos de panadería
Nigeria	5,6	Aceite comestible, sopas, guisos

Fuente: Elaboración propia

A escala mundial, la palma aceitera constituye hoy la principal fuente de aceite vegetal, con una producción superior a 75 millones de toneladas en 2023, destinada al consumo humano y a las industrias cosmética, farmacéutica y de biocombustibles (Oil World, 2023). Su rendimiento,

que puede alcanzar 4 toneladas de aceite por hectárea, la convierte en una oleaginosa eficiente frente a cultivos como la soya o la canola (Woittiez et al., 2017).

La producción mundial de aceite de palma se concentra en pocos países tropicales que, favorecidos por condiciones climáticas adecuadas, han establecido grandes superficies de palma aceitera (*Elaeis guineensis*). A continuación, se presentan los principales países productores, sus respectivos volúmenes de producción y las variedades sembradas.

En Ecuador, la palma aceitera se cultiva principalmente en Esmeraldas, Santo Domingo, Los Ríos y Orellana. De acuerdo con el MAG (2022), existen más de 300,000 hectáreas sembradas, lo que ubica al país entre los principales productores de América Latina. Además de su aporte a las exportaciones, este cultivo genera importantes fuentes de empleo rural y sostiene buena parte de la actividad económica en varias zonas agrícolas.

Tabla 6. Producción Anual de Palma en el mundo.

País	Producción Anual (toneladas métricas, 2024/2025)	Variedad Sembrada
Indonesia	46,500,000	Elaeis guineensis (híbridos comerciales)
Malasia	19,200,000	Elaeis guineensis (dura × pisifera)
Tailandia	3,700,000	Elaeis guineensis (adaptados a condiciones locales)
Colombia	1,900,000	Elaeis guineensis y híbridos con E. oleifera
Nigeria	1,500,000	Elaeis guineensis (tradicional y mejorada)
Guatemala	990,000	Elaeis guineensis (alto rendimiento)
Papúa Nueva Guinea	830,000	Elaeis guineensis (programas sostenibles)
Brasil	600,000	E. guineensis y híbridos con E. oleifera
Honduras	595,000	Elaeis guineensis (mejorada)
Ecuador	465,000	Elaeis guineensis y híbridos con E. oleifera

Fuente: Elaboración propia



Figura 3. Zonas productoras de Palma en Ecuador.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Provincias productoras de palma en Ecuador.

Provincia	**Superficie Sembrada (ha, aprox.)**	**Región**	**Características Relevantes**
Esmeraldas	120000	Costa	Zona líder en producción nacional, clima húmedo tropical
Santo Domingo de los Tsáchilas	75000	Costa	Fuerte presencia agroindustrial y comercialización de aceite crudo
Los Ríos	40000	Costa	Cultivo en expansión, buena conectividad vial
Manabí	25000	Costa	Condiciones agroecológicas favorables, producción diversificada
Sucumbíos	22000	Amazonía	Alta pluviosidad, modelos de producción comunitaria

Orellana	18000	Amazonía	Producción emergente, enfoque sostenible y familiar
Napo	8000	Amazonía	Pequeños productores, clima húmedo amazónico

Fuente: Elaboración propia

2.3. Agroecología del Cultivo de Palma Aceitera

La palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) es una especie perenne de elevada productividad, adaptada a las condiciones cálidas y húmedas de las regiones tropicales. Su desarrollo y rendimiento dependen de la interacción entre el clima, las características del suelo y las prácticas de manejo aplicadas durante el establecimiento de la plantación (Corley & Tinker, 2016).

En relación con el clima, la palma aceitera presenta mejor comportamiento cuando las temperaturas promedio se mantienen entre 24 °C y 28 °C y la precipitación anual supera los 2,000 mm, con una distribución uniforme. También requiere humedad relativa superior al 75% y buena disponibilidad de luz. Las sequías prolongadas y los vientos fuertes pueden afectar negativamente su desarrollo y productividad (Woittiez et al., 2017).

Respecto al suelo, responde favorablemente en terrenos profundos, bien drenados, de textura franca o franco-arenosa, con pH entre 5.0 y 6.5 y contenido de materia orgánica. Una adecuada retención de agua resulta fundamental para reducir el estrés hídrico durante las épocas secas (Fairhurst & Härdter, 2003).

Tabla 8. Factores Agroecológicos de la Palma Africana.

Factor Agroecológico	Requerimiento Óptimo	Observaciones
Temperatura	24 °C – 28 °C	Afecta crecimiento, floración y formación de racimos.
Precipitación	> 2,000 mm/año	Distribución uniforme; intolerante a sequías prolongadas.
Humedad Relativa	> 75%	Necesaria para mantener la transpiración y fisiología activa.
Altitud	0 – 600 m s.n.m.	Puede crecer hasta 800 m, pero con menor productividad.
Radiación Solar	Alta, > 1,800 horas/año	Influye directamente en la fotosíntesis y el cuajado de frutos.
Tipo de Suelo	Franco a franco-arenoso	Suelos sueltos, profundos y bien aireados.
pH del Suelo	5.0 – 6.5	Ligeramente ácido; influye en la absorción de nutrientes.
Drenaje	Bueno a moderado	Evita enfermedades radiculares por exceso de humedad.
Materia Orgánica	Alta (3% o más)	Mejora estructura y capacidad de retención de nutrientes.
Topografía	Plana a ligeramente ondulada	Facilita mecanización y evita erosión.

Fuente: Elaboración propia

La altitud ideal para la palma aceitera se encuentra entre los 0 y 600 metros sobre el nivel del mar, aunque en condiciones óptimas puede desarrollarse hasta los 800 m. No obstante, altitudes elevadas reducen la tasa fotosintética y el número de racimos por planta, lo que disminuye el rendimiento (Donough et al., 2009).

Conocer estas condiciones agroecológicas permite seleccionar adecuadamente las zonas de cultivo, planificar prácticas sostenibles y aplicar tecnologías adaptadas que aseguren una producción rentable y ambientalmente responsable.

2.4. Preparación de Suelo, Siembra, Riego y Fertilización en Palma Aceitera

El éxito del establecimiento y productividad del cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) depende en gran medida del manejo adecuado del suelo, una siembra oportuna, el suministro eficiente de agua y un plan de fertilización racional. Estas prácticas agronómicas forman la base para un cultivo sano, productivo y sostenible (Corley & Tinker, 2016).

Preparación del suelo:

La preparación del terreno busca crear condiciones favorables para el desarrollo de la palma aceitera. El proceso debe comenzar con un análisis de suelo que permita reconocer problemas de compactación, acidez, deficiencias nutricionales o presencia de plagas. Luego se realizan labores de desmonte selectivo, limpieza, subsolado hasta 60 cm para romper capas endurecidas y nivelación cuando sea necesaria. El empleo de coberturas vegetales, leguminosas o gramíneas, contribuye a disminuir la erosión y conservar la fertilidad (Fairhurst & Härdter, 2003). También conviene incorporar materia orgánica y aplicar enmiendas, como cal dolomítica, en suelos ácidos.

Siembra:

La siembra se realiza con plántulas de vivero de 10 a 12 meses, en hoyos de 60x60x60 cm, enriquecidos con abono orgánico y fertilizantes de fondo. El marco de plantación más común es de tipo triangular o en tresbolillo, con densidades entre 128 a 143 plantas por hectárea, lo cual permite un aprovechamiento eficiente de la luz y facilita las labores culturales (Donough et al., 2009). El trasplante debe hacerse en época lluviosa para asegurar el buen establecimiento.

Riego:

Aunque el cultivo está adaptado a zonas de alta pluviometría, el riego es indispensable en regiones con estacionalidad marcada o déficit hídrico. Sistemas como el riego por goteo o microaspersión permiten una distribución eficiente del agua, reduciendo pérdidas por evaporación y escorrentía (Woittiez et al., 2017). El riego es crítico durante los primeros dos años del cultivo, periodo en el cual la palma establece su sistema radical. En regiones secas, el riego puede incrementar los rendimientos entre un 20 y 40% (FAO, 2020).

Fertilización:

La nutrición de la palma aceitera debe basarse en un diagnóstico previo (análisis foliar y de suelo), debido a la alta demanda de nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y boro (B). Un programa balanceado contempla la aplicación fraccionada de fertilizantes durante el año, ajustando las dosis según la edad de la planta, tipo de suelo y condiciones climáticas (Fairhurst & Härdter, 2003).

El uso de fertilizantes orgánicos, compost y bioles también contribuye a mejorar la microbiota del suelo y a reducir el impacto ambiental del cultivo.

Tabla 9. Plan referencial de Fertilización por etapa fenológica.

Etapa Fenológica	Nitrógeno (N)	Fósforo (P_2O_5)	Potasio (K_2O)	Magnesio (MgO)	Boro (B)
Plántula en vivero (0-12 meses)	10-20 g/planta/mes	5-10 g/planta/mes	10-15 g/planta/mes	No aplica	0.5-1 g/planta/mes
Establecimiento en campo (1-2 años)	30-50 g/planta/mes	15-25 g/planta/mes	40-60 g/planta/mes	10-20 g/planta/mes	1-2 g/planta/mes
Juvenil (3-4 años)	60-90 g/planta/mes	30-40 g/planta/mes	80-120 g/planta/mes	20-30 g/planta/mes	2-3 g/planta/mes
Inicio de producción (5-7 años)	100-120 g/planta/mes	40-50 g/planta/mes	150-200 g/planta/mes	30-40 g/planta/mes	3-4 g/planta/mes
Producción plena (>7 años)	120-150 g/planta/mes	50-60 g/planta/mes	250-300 g/planta/mes	40-50 g/planta/mes	4-5 g/planta/mes

Fuente: Elaboración propia

En conjunto, estas prácticas deben ser integradas bajo un enfoque sostenible que minimice el deterioro del suelo, conserve los recursos hídricos y mejore la productividad a largo plazo, promoviendo sistemas agrícolas más resilientes y eficientes.

2.5. Sostenibilidad Ambiental en el Cultivo de Palma Aceitera

El cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) ha tenido un crecimiento exponencial en las últimas décadas, convirtiéndose en uno de los principales motores agrícolas en regiones tropicales. Sin embargo, este incremento en el área de producción ha generado preocupaciones

ambientales significativas, especialmente relacionadas con la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la alteración de ecosistemas sensibles (Meijaard et al., 2020).



Figura 4. Plan referencial de Fertilización por etapa fenológica.

Fuente: Elaboración propia

Uno de los principales impactos ambientales del cultivo de palma es la deforestación. Grandes extensiones de bosques tropicales han sido taladas para establecer plantaciones, afectando hábitats críticos de especies amenazadas como orangutanes, tigres y elefantes en Asia, o anfibios y aves endémicas en América Latina (Vijay et al., 2016). Este cambio en el uso del suelo también contribuye a la emisión de gases de efecto invernadero, debido a la liberación de carbono almacenado en la biomasa forestal y los suelos.

Además, el monocultivo extensivo puede provocar degradación del suelo, contaminación de fuentes hídricas por agroquímicos y fragmentación de ecosistemas, lo cual afecta el equilibrio ecológico. La pérdida de conectividad entre hábitats limita la migración y

reproducción de muchas especies, algunas de ellas en peligro de extinción.

Tabla 10. Impacto Ambiental del Cultivo de Palma Aceitera.

Impacto Ambiental	**Dato Estadístico**	**Fuente**
Deforestación tropical	Alrededor del 7% de la deforestación tropical mundial entre 2000-2018 está relacionada con el aceite de palma (Global Forest Watch, 2020)	Global Forest Watch (2020)
Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)	Entre 0.5 y 1.6 toneladas de CO_2 equivalente emitidas por tonelada de aceite producido (FAO, 2021)	FAO (2021)
Pérdida de biodiversidad	Más de 193 especies amenazadas están vinculadas con la expansión de palma (IUCN, 2018)	IUCN (2018)
Contaminación de fuentes hídricas	El 60% de plantaciones en Asia generan escorrentías contaminadas por agroquímicos (WWF, 2019)	WWF (2019)
Uso de pesticidas y fertilizantes	Altas dosis de nitrógeno pueden contaminar suelos y acuíferos cercanos (UNEP, 2020)	UNEP (2020)
Conversión de turberas	Indonesia ha perdido más de 2.5 millones ha de turberas convertidas a palma (Wetlands International, 2019)	Wetlands International (2019)

Fragmentación de hábitats	Reducción de conectividad ecológica en más del 40% de áreas de biodiversidad crítica (Conservation Letters, 2021)	Conservation Letters (2021)

Fuente: Elaboración propia

Ante estos desafíos, diversos organismos y certificaciones como RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil) promueven prácticas sostenibles que buscan equilibrar la productividad con la conservación ambiental. Estas incluyen el uso de tierras degradadas, corredores biológicos, protección de bosques primarios, monitoreo de fauna y manejo responsable del agua y suelo (RSPO, 2022).

El futuro del cultivo de palma aceitera debe centrarse en sistemas productivos sostenibles que minimicen su huella ecológica, preservando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

2.6. Tarea asíncrona

Cuestionario: Manejo Agronómico de la Palma Aceitera

1. ¿Cuál es el rango óptimo de temperatura para el desarrollo de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) y qué aspectos del cultivo se ven afectados por este factor?

2. ¿Por qué se considera al riego un factor crítico durante los primeros dos años del cultivo de palma aceitera?

3. ¿Qué ventajas ofrece el sistema de siembra en tresbolillo en el cultivo de palma aceitera?

4. Mencione tres prácticas clave incluidas en el manejo agronómico de la palma aceitera y explique su importancia.

5. ¿Qué tipo de suelo y pH son más adecuados para la palma aceitera y por qué?

6. ¿Cuál es el impacto del monocultivo extensivo de palma sobre la biodiversidad y qué medidas se proponen para mitigar este efecto?

7. ¿Qué elementos nutricionales son prioritarios en la fertilización del cultivo de palma y cuál es el fundamento para su aplicación fraccionada?

8. ¿Cómo influye la altitud sobre la productividad de la palma aceitera y cuál es el rango recomendado?

9. Explique la función de las coberturas vegetales en la preparación del suelo para palma aceitera.

10. ¿Qué rol cumple la certificación RSPO en la sostenibilidad del cultivo de palma aceitera?

CAPÍTULO III

3 PLAGAS Y ENFERMEDADES EN EL CULTIVO DE PALMA

3.1 Manejo de Plagas y Enfermedades en Palma Africana

El manejo de plagas y malezas en el cultivo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq.) es fundamental para proteger la productividad y mantener la sanidad del sistema agrícola. Entre las plagas de mayor importancia se encuentran el picudo (*Rhynchophorus palmarum*), las orugas defoliadoras, como *Opsiphanes cassina*, y diversos ácaros, capaces de ocasionar daños en los tejidos y reducir el rendimiento de los racimos (Corley & Tinker, 2016).

El control debe realizarse mediante un programa de manejo integrado de plagas (MIP), basado en monitoreo frecuente, empleo de trampas, control biológico con parasitoides y microorganismos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, además de prácticas culturales orientadas a eliminar residuos y tejidos infestados (Martínez et al., 2020). Cuando sea necesario utilizar insecticidas, su aplicación debe responder a criterios técnicos, umbrales económicos de daño y rotación de ingredientes activos, procurando reducir al mínimo los efectos sobre el ambiente.

Tabla 11. Umbrales económicos de plagas de Palma Africana

Plaga	Nombre científico	Umbral Económico de Daño (UED)	Etapa crítica del cultivo	Fuente/Referencia
Gusano barrenador del cogollo	*Rhynchophorus palmarum*	1-2 larvas vivas por palma o presencia de galerías activas	Juvenil a adulta	CENIPALMA, 2019
Picudo rayado	*Metamasius hemipterus*	1 adulto por palma/semana o 5% de palmas afectadas	Juvenil	Genty et al., 1978
Defoliadores (orugas y coleópteros)	*Strategus aloeus, Acharia spp.*	10% defoliación o >5 orugas grandes por palma	Todas las etapas	Franco et al., 2010
Ácaro rojo	*Oligonychus sp.*	>20 individuos móviles por foliolo	Producción (adulto)	Gallego et al., 2015
Trips	*Chaetanaphothrips signipennis*	5-10 trips/pináculo floral o síntomas visibles en racimos	Floración y fructificación	Martínez et al., 2017
Hormigas cortadoras	*Atta spp., Acromyrmex spp.*	Presencia de 1-2 nidos activos por ha o daño severo foliar	Todas las etapas	MAG, Ecuador (2022)
Moscas blancas	*Aleurodicus spp.*	>15 individuos por foliolo en 20 foliolos evaluados	Etapas vegetativas	Observaciones técnicas CENIPALMA
Caracoles y babosas	*Achatina fulica, Deroceras spp.*	Daño visible en hojas jóvenes o 1-2 individuos/palma	Plantaciones jóvenes (0-2 años)	Experiencias locales en Ecuador

Fuente: Elaboración propia

La tabla presenta los umbrales económicos de daño (UED) para las principales plagas en palma aceitera, detallando especies, niveles de infestación y etapas críticas del cultivo. Esta información permite tomar decisiones oportunas en el manejo integrado, optimizando el uso de recursos y reduciendo pérdidas. Las referencias provienen de fuentes técnicas como CENIPALMA y el MAG, lo que garantiza su aplicabilidad en campo por técnicos y productores.

Tabla 12. Plagas Clave y Recomendaciones de Control Químico en Palma Aceitera.

Plaga	Ingrediente Activo Recomendado	Dosis Recomendada	Observaciones
Picudo del racimo (Rhynchophorus palmarum)	Fipronil / Clorpirifos	2–4 mL/L de agua o 1–2 L/ha (según producto)	Aplicar directamente en galerías o usar trampas cebo.
Orugas defoliadoras (Opsiphanes cassina)	Lambda-cihalotrina / Bacillus thuringiensis	0.75 mL/L de agua / 1 kg/ha (Bt)	Aplicar al atardecer, preferiblemente al detectar larvas.
Ácaros (Tetranychus spp.)	Abamectina / Azadiractina	0.5–1 mL/L de agua o según etiqueta comercial	Monitorear niveles poblacionales; evitar aplicaciones continuas.
Chinche de encaje (Leptopharsa gibbicarina)	Imidacloprid / Deltametrina	0.3–0.6 L/ha / 1 mL/L	Aplicar al detectar colonias en hojas nuevas.
Gusano peludo (Automeris belti)	Spinosad / Teflubenzuron	0.5–1 L/ha / 1–1.5 mL/L de agua	Aplicar cuando se observe defoliación inicial o huevos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Guía de Umbrales y Control Químico para Plagas Clave en Palma Aceitera.

Plaga	Umbral Económico de Acción	IA Recomendado	Nombres Comerciales en Ecuador
Picudo del racimo (Rhynchophorus palmarum)	Presencia de adultos en trampas o daño visible en >5% de palmas	Clorpirifos / Fipronil	Lorsban, Regent
Orugas defoliadoras (Opsiphanes cassina)	3-5 larvas/planta o 30% defoliación	Bacillus thuringiensis / Lambda-cihalotrina	Dipel, Karate
Ácaros (Tetranychus spp.)	5-10 ácaros por foliolo o >10% hojas afectadas	Abamectina / Azufre micronizado	Vertimec, Thiovit
Chinche de encaje (Leptopharsa gibbicarina)	>15% de hojas con presencia de la plaga	Imidacloprid / Deltametrina	Confidor, Decis
Gusano peludo (Automeris belti)	>5% de palmas con larvas o defoliación visible	Spinosad / Teflubenzuron	Tracer, Nomolt

Fuente: Elaboración propia

Umbral Económico de Acción: Es el nivel de infestación a partir del cual se justifica económicamente la aplicación de medidas de control para evitar pérdidas mayores en el rendimiento del cultivo.

En cuanto al manejo de malezas, estas representan una competencia directa por agua, luz y nutrientes, principalmente durante los primeros años del cultivo. Las especies más frecuentes pertenecen a los géneros *Cyperus*, *Imperata*, *Echinochloa* y *Paspalum*. El control se basa en una combinación de métodos: desbroce mecánico, uso de herbicidas postemergentes selectivos, y establecimiento de coberturas vivas como *Pueraria phaseoloides* o *Centrosema pubescens*, las cuales limitan el crecimiento de malezas y mejoran la estructura del suelo (Fairhurst & Härdter, 2003).

El manejo eficiente de plagas y malezas es clave para un sistema de producción sostenible, rentable y resiliente, minimizando el uso de agroquímicos y protegiendo la biodiversidad del entorno.

3.2 Plagas en el cultivo de palma aceitera



El picudo del racimo (*Rhynchophorus palmarum*),, conocido también como gorgojo negro de la palma, constituye una de las plagas más perjudiciales para la palma africana (*Elaeis guineensis*), particularmente en las principales zonas productoras de América Latina. Este coleóptero pertenece a la familia Dryophthoridae y puede alcanzar hasta 5 cm de longitud. Presenta un cuerpo robusto, de color negro o marrón oscuro, y un rostro alargado que emplea para perforar los tejidos vegetales de la planta (Alpizar et al., 2002).

Su importancia radica en el daño que producen las larvas cuando se alimentan de los tejidos internos del meristemo apical, debilitando progresivamente la yema hasta provocar su colapso y, en casos severos, la muerte completa de la palma. Además, *R. palmarum* actúa como principal vector del nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, responsable del anillo rojo, una enfermedad letal para las palmas (Griffith, 1987).

Los adultos responden a compuestos volátiles liberados por palmas heridas o tejidos en fermentación, característica aprovechada para diseñar trampas con feromonas sintéticas destinadas al monitoreo y reducción efectiva de sus poblaciones en campo.

Debido a su elevada movilidad y capacidad reproductiva, su manejo requiere integrar la detección temprana, eliminación de palmas afectadas, uso de trampas cebo, control biológico con nematodos entomopatógenos u hongos como *Beauveria bassiana* y aplicación racional de insecticidas cuando resulte técnicamente necesario (Moura et al., 2006).



La implementación de programas regionales coordinados y el fortalecimiento de la vigilancia fitosanitaria son fundamentales para reducir la incidencia del picudo del racimo y evitar pérdidas económicas significativas en el sector palmicultor.

Orugas defoliadoras (*Opsiphanes cassina*): impacto y manejo en palma africana

Las orugas defoliadoras del género *Opsiphanes*, especialmente *Opsiphanes cassina*, constituyen una plaga importante en las plantaciones de palma africana (*Elaeis guineensis*) de América Latina. Esta especie, perteneciente a la familia Nymphalidae, presenta un estado larval altamente voraz, durante el cual consume el tejido foliar y puede ocasionar defoliaciones importantes, principalmente en palmas jóvenes (Genty et al., 1978).

Las larvas pueden variar de color verde a marrón y presentan líneas y espinas dorsales que facilitan su identificación. Alcanzan hasta 6 cm de longitud y desarrollan mayor actividad durante la noche. El daño se manifiesta mediante perforaciones y consumo del limbo foliar, reduciendo progresivamente el área disponible para la fotosíntesis. Cuando las infestaciones son intensas, una palma puede perder el 50% o más de su follaje, situación que afecta directamente su desarrollo y productividad (Franco et al., 2010).

El manejo de *O. cassina* debe realizarse mediante un programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP), sustentado en monitoreos periódicos, muestreos foliares y detección temprana de los focos de infestación. Entre las alternativas de control se encuentra el empleo de *Bacillus thuringiensis* y la conservación de enemigos naturales, incluidas aves y parasitoides del género *Telenomus* (Gallego et al., 2015). Los insecticidas químicos deben reservarse para situaciones en las que se superen los umbrales económicos establecidos, priorizando productos selectivos que reduzcan sus efectos sobre la biodiversidad asociada.



Ácaros (*Tetranychus spp.*) en Palma Aceitera: biología, daño y manejo

Los ácaros del género *Tetranychus*, conocidos comúnmente como ácaros rojos o telarañeros, son plagas fitófagas que han cobrado importancia económica en cultivos de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), especialmente en zonas con condiciones climáticas secas y cálidas (Rodríguez & Chinchilla, 2004). Entre las especies más reportadas en palma se encuentran *Tetranychus urticae* y *Tetranychus tumidus*, los cuales se alimentan del contenido celular de las hojas, causando clorosis, necrosis y reducción en la fotosíntesis.

El daño causado por estos ácaros se reconoce por punteaduras amarillas que, al avanzar la infestación, pueden transformarse en áreas necróticas. Cuando el ataque es intenso, las hojas adquieren tonalidad bronceada y terminan secándose prematuramente, comprometiendo el crecimiento de la palma y la formación de racimos (Cruz & Díaz, 2016). Pueden formar telarañas sobre el follaje, dificultando la cobertura de los productos fitosanitarios.

Su manejo requiere monitoreo, especialmente durante la época seca, cuando las poblaciones suelen incrementarse. Si es necesario recurrir al control químico, pueden utilizarse acaricidas selectivos como abamectina, procurando rotar los ingredientes activos para disminuir el riesgo de resistencia (Sarria et al., 2013).

Estas medidas deben complementarse con prácticas culturales, como eliminar malezas hospederas, regular el microclima y favorecer la

presencia de enemigos naturales, entre ellos ácaros depredadores del género *Phytoseiulus*.



Chinche de encaje (*Leptopharsa gibbicarina*) en Palma Aceitera

La chinche de encaje (*Leptopharsa gibbicarina* Hemiptera: Tingidae) es una plaga emergente en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*), particularmente en sistemas de producción intensiva de América Latina. Se caracteriza por su pequeño tamaño (2–3 mm) y sus alas semitransparentes con ornamentaciones que le dan el aspecto de "encaje", de donde deriva su nombre común (Cerdas & Chinchilla, 2005).



Esta plaga obtiene su alimento de la savia de las hojas, introduciendo su aparato bucal en la epidermis del follaje. Como resultado, aparecen pequeños puntos cloróticos que, conforme aumenta la infestación, pueden transformarse en amplias áreas necróticas. El ataque suele concentrarse en hojas jóvenes, donde reduce la capacidad fotosintética y debilita progresivamente las palmas, con efectos directos sobre la formación y producción de racimos (Salas & Ramírez, 2012). En infestaciones intensas, la copa puede mostrar una decoloración generalizada, además de observarse adultos y ninfas principalmente en el envés foliar.

Su manejo debe apoyarse en monitoreos periódicos, sobre todo durante la época seca, cuando las poblaciones tienden a aumentar. Pueden emplearse insecticidas sistémicos como imidacloprid o productos de contacto como deltametrina, únicamente cuando se superen los umbrales de acción establecidos (Gallego et al., 2015). La conservación

de enemigos naturales, como crisopas y sírfidos, complementa de manera efectiva el control biológico.

Gusano peludo (*Automeris belti*) en Palma Aceitera

El gusano peludo (*Automeris belti*), lepidóptero de la familia Saturniidae, es una de las plagas defoliadoras más llamativas y potencialmente peligrosas en el cultivo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) debido tanto a su voracidad como a su capacidad urticante. Las larvas presentan un cuerpo cubierto de setas urticantes que pueden causar reacciones dérmicas severas en trabajadores agrícolas, lo cual representa un riesgo adicional para el manejo del cultivo (Gómez & Arévalo, 2009).



Durante su fase larval, este insecto se alimenta principalmente del tejido foliar de palmas jóvenes y adultas, generando defoliaciones parciales

que pueden reducir la capacidad fotosintética y afectar el rendimiento de racimos. En condiciones de humedad alta y temperatura constante, las poblaciones pueden incrementarse rápidamente, formando agrupaciones densas de larvas en los foliolos (Vargas et al., 2014).

El manejo del *A. belti* se basa en la detección temprana mediante monitoreo visual y el control biológico utilizando parasitoides de huevos y larvas, como especies del género *Trichogramma* y *Cotesia*. También se han utilizado aplicaciones dirigidas de insecticidas biológicos como *Bacillus thuringiensis* o productos a base de spinosad, los cuales ofrecen control eficaz con bajo impacto ambiental (Rincón et al., 2018).

Es fundamental que las labores de monitoreo y control se realicen con equipos de protección personal debido a la toxicidad cutánea de las larvas, promoviendo así un manejo seguro y sostenible de esta plaga.

3.3 Enfermedades en el cultivo de palma aceitera

Las enfermedades en el cultivo de palma aceitera representan una de las principales amenazas para su productividad y sostenibilidad, especialmente en regiones tropicales de Latinoamérica, África y el Sudeste Asiático. Estas enfermedades, causadas por hongos, nematodos, fitoplasmas o factores fisiológicos, generan importantes pérdidas económicas debido a la reducción del rendimiento, muerte de plantas y costos asociados a su manejo (Corley & Tinker, 2016).

Tabla 14. Principales enfermedades de la palma aceitera, agentes causales, síntomas y medidas de manejo.

Enfermedad	Agente causal	Síntomas principales	Medidas de manejo
Pudrición del cogollo (PC)	*Phytophthora palmivora*	Marchitez del cogollo, caída de hojas centrales, olor fétido	Remoción de plantas afectadas, aplicación de fosfitos y drenaje adecuado
Anillo rojo	*Bursaphelenchus cocophilus* (nematodo) y Rhynchophorus palmarum (vector)	Manchas rojizas en tallo, marchitez progresiva, muerte	Eliminación de palmas enfermas, control del vector (picudo rojo)
Marchitez letal	Causa desconocida (posible virus o fitoplasma)	Amarillamiento de hojas, necrosis, colapso general de la planta	Eliminación de plantas afectadas, monitoreo constante
Mancha anular	Fitoplasma	Clorosis, deformación de hojas jóvenes, necrosis del nervio central	Control de vectores, monitoreo y eliminación de plantas afectadas
Pudrición basal del estípite	*Ganoderma* spp.	Decaimiento de la planta, pudrición interna del estípite, muerte	Eliminación de estípites infectados, mejora del drenaje
Flecha seca	Asociada a deficiencias nutricionales o estrés hídrico	Secado repentino de la flecha, hojas jóvenes quebradizas y cloróticas	Mejorar fertilización y manejo hídrico, evitar compactación

Fuente: Elaboración propia

Pudrición del cogollo (PC)

Es una de las enfermedades más devastadoras, causada por el oomiceto *Phytophthora palmivora*. Esta enfermedad afecta principalmente la región del cogollo, provocando marchitez, caída de hojas centrales y emisión de olor fétido. Su propagación se ve favorecida por condiciones de alta humedad y mal drenaje del suelo. El manejo de esta enfermedad se basa en la detección temprana, la remoción de plantas afectadas, el uso de fosfitos como fungicidas sistémicos y la implementación de sistemas de drenaje adecuados (Turner & Gillbanks, 2003).



Anillo Rojo (*Elaeis guineensis*)

El anillo rojo es una de las enfermedades más destructivas de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*), causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus* y transmitida principalmente por el picudo *Rhynchophorus palmarum*. Este patógeno se aloja en los tejidos del estípite, generando necrosis interna que se manifiesta externamente con síntomas como amarillamiento de hojas, marchitez, y finalmente la muerte de la palma. El síntoma más característico es un anillo rojizo visible al cortar transversalmente el tallo, de donde proviene su nombre (Oehlschlager, 2010).



El ciclo de transmisión inicia cuando el picudo adulto, atraído por tejidos en descomposición o palmas estresadas, deposita el nematodo en heridas del estípite. Las pérdidas asociadas a esta enfermedad pueden ser devastadoras, alcanzando hasta el 70% en plantaciones mal manejadas (Cenipalma, 2017).

El manejo del anillo rojo requiere una estrategia integrada que incluya monitoreo constante, eliminación inmediata de palmas afectadas, control del vector mediante trampas atrayentes con feromonas, y la implementación de barreras sanitarias. Es fundamental evitar la reutilización de herramientas contaminadas y fomentar prácticas culturales que reduzcan el estrés en las plantas. La prevención y el control efectivo del vector son clave para minimizar su propagación.

La Marchitez letal

La marchitez letal es una enfermedad altamente destructiva que afecta el cultivo de palma aceitera, especialmente en zonas tropicales de América Latina. Su agente causal aún no ha sido identificado con precisión, aunque se sospecha de un virus o fitoplasma como el origen

del problema (Montoya et al., 2020). Los síntomas incluyen el amarillamiento progresivo de las hojas, necrosis de tejidos jóvenes, colapso del cogollo y, finalmente, la muerte de la planta.



Esta enfermedad suele confundirse con otras patologías como la pudrición del cogollo, por lo que el diagnóstico oportuno y preciso es fundamental para su manejo. Al no existir un tratamiento curativo, las acciones se centran en la eliminación inmediata de plantas infectadas, monitoreo constante de los lotes, y prácticas preventivas como el control de insectos vectores y el fortalecimiento nutricional de las palmas. Su aparición puede causar pérdidas severas si no se detecta a tiempo.

Mancha Anular

La mancha anular es una enfermedad fitoplasmática que afecta el cultivo de palma aceitera, causando daños significativos en la etapa productiva. Su agente causal es un fitoplasma que altera el funcionamiento vascular

de la planta, impidiendo el transporte adecuado de nutrientes. Los síntomas incluyen clorosis generalizada, deformación de hojas jóvenes, necrosis en el nervio central y la aparición de manchas amarillas o anulares en el follaje (Martínez et al., 2015).

La enfermedad se disemina principalmente a través de insectos vectores como chicharritas, por lo que su control requiere un manejo integrado que incluya monitoreo permanente, eliminación de palmas afectadas y control eficiente de vectores. No existe cura para esta enfermedad, por lo que la prevención y el manejo temprano son esenciales para evitar su propagación. Adicionalmente, el uso de materiales genéticos certificados y prácticas de bioseguridad ayudan a reducir la incidencia en nuevas plantaciones.



La pudrición anular del estípite



Es una enfermedad de origen fúngico que afecta gravemente la base del tallo de la palma aceitera. Su agente causal principal es *Ganoderma spp.*, un hongo que degrada la madera y provoca una pudrición interna progresiva. Los síntomas inician con el debilitamiento de la palma, marchitez de hojas, y aparición de cuerpos fructíferos (basidiocarpos) en la base del estípite. Con el tiempo, la planta colapsa debido a la pérdida de soporte estructural (Rees et al., 2009).



Esta enfermedad está asociada a malas prácticas agrícolas, suelos con mal drenaje, presencia de residuos lignificados y replantaciones en sitios previamente infestados. El manejo incluye la remoción y destrucción de palmas afectadas, desinfección de herramientas, y mejora de las condiciones de drenaje. Además, se recomienda evitar la siembra continua en zonas con historial de la enfermedad y utilizar material vegetal resistente cuando esté disponible.

Flecha seca

La flecha seca es una fisiopatía que afecta la parte apical del cogollo de la palma aceitera, caracterizada por el secado repentino de la flecha, clorosis de las hojas jóvenes y su posterior quiebre o malformación. Aunque no es causada por patógenos específicos, esta condición está asociada a deficiencias nutricionales (especialmente de boro, calcio y potasio), estrés hídrico, compactación del suelo o mal manejo agronómico (Restrepo et al., 2018).



Las palmas jóvenes son las más vulnerables, especialmente durante su fase de establecimiento. El diagnóstico temprano es esencial para evitar daños permanentes o la pérdida total de la planta. El manejo de flecha seca implica una fertilización adecuada y balanceada, control del riego en épocas secas, y prácticas que mejoren la estructura del suelo, como la subsolación o incorporación de materia orgánica. Además, es clave el monitoreo nutricional periódico para corregir deficiencias antes de que se manifiesten visualmente.

Control fitosanitario de enfermedades

El control fitosanitario en el cultivo de palma aceitera (Elaeis guineensis) es esencial para garantizar una producción sostenible, eficiente y rentable. Las enfermedades más comunes que afectan a este cultivo incluyen la pudrición del cogollo (causada por *Phytophthora palmivora*), la antracnosis, la marchitez por *Fusarium*, y enfermedades foliares por hongos como *Curvularia* y *Pestalotiopsis*. Estas patologías reducen drásticamente el rendimiento y la longevidad de las plantaciones si no se manejan de forma oportuna y estratégica.

El control fitosanitario debe basarse en un enfoque integrado que combine medidas preventivas, culturales, biológicas y químicas. En primer lugar, la selección de materiales genéticos tolerantes y la implementación de buenas prácticas agrícolas —como el adecuado espaciamiento de siembra, la fertilización balanceada y el manejo del drenaje— son fundamentales para reducir la incidencia de enfermedades. El monitoreo constante y la detección temprana permiten actuar antes de que las infecciones se propaguen.

Tabla 15. Control químico de enfermedades en cultivo de palma

Enfermedad	Ingrediente Activo Recomendado	Modo de Acción
Pudrición del cogollo (PC)	Fosetil-Al / Ácido fosfónico / Metalaxil	Sistémico, inhibe síntesis de ácidos nucleicos en oomicetos
Anillo rojo	Clorpirifos / Fipronil (control del vector)	Neurotóxicos, inhiben canales GABA en insectos vectores
Marchitez letal	No disponible (etiología desconocida)	Manejo cultural y eliminación de plantas
Mancha anular	Imidacloprid (control de vectores)	Sistémico, interfiere en la alimentación y transmisión del vector
Pudrición basal del estípite	Trichoderma spp. / Cal agrícola / Cal dolomita	Antagonismo competitivo, mejora microbiota del suelo
Flecha seca	Boro (B), Calcio (Ca), Potasio (K)	Fertilización correctiva, fortalece estructuras vegetales

Fuente: Elaboración propia

Las herramientas biológicas, como el uso de *Trichoderma spp.* o bacterias antagonistas, ofrecen una alternativa sostenible y compatible con el medio ambiente. En casos severos, el uso racional de fungicidas específicos puede ser necesario, siempre priorizando aquellos con bajo impacto ambiental y evitando la generación de resistencia.

Finalmente, la capacitación continua de los técnicos y productores es vital para mejorar la toma de decisiones. Un manejo fitosanitario efectivo no solo protege la salud del cultivo, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental y económica del sistema de producción de palma aceitera.

3.4 Cuestionario de preguntas

Cuestionario 2: Plagas y Enfermedades en Palma Aceitera

1. ¿Qué tipo de daño causa el picudo del racimo (*Rhynchophorus palmarum*) en la palma aceitera y qué enfermedad transmite?

2. ¿Qué características morfológicas permiten identificar a las orugas *Opsiphanes cassina* y cómo afectan a las plantas?

3. Menciona dos factores climáticos que favorecen la proliferación de ácaros (*Tetranychus spp.*) en palma aceitera.

4. ¿Cuál es la sintomatología típica provocada por la chinche de encaje (*Leptopharsa gibbicarina*) en las hojas de palma?

5. ¿Qué medidas se deben tomar para el manejo seguro del gusano peludo (*Automeris belti*) en las plantaciones de palma?

6. ¿Cuál es el agente causal de la pudrición del cogollo y en qué condiciones ambientales se propaga más rápidamente?

7. Describe el ciclo de transmisión del anillo rojo e indica qué organismo actúa como vector.

8. ¿Por qué la mancha anular no tiene tratamiento curativo y qué acciones preventivas se recomiendan?

9. Explica cómo el manejo integrado de plagas contribuye a la sostenibilidad en el cultivo de palma.

10. ¿Qué elementos conforman un programa de control fitosanitario eficaz en el manejo de enfermedades en palma aceitera?

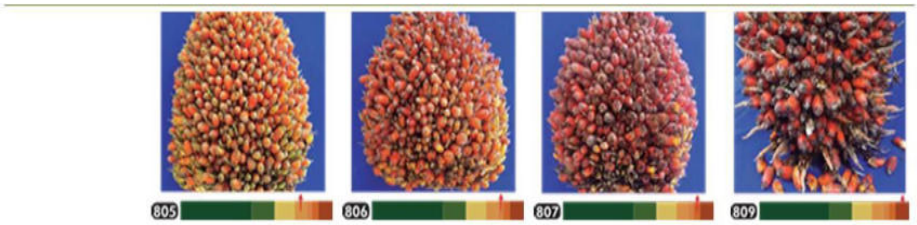
CAPÍTULO IV

4 COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN DEL CULTIVO PALMA ACEITERA

4.1 Momento óptimo de cosecha

- Indicadores de madurez del racimo (caída natural de frutos, color, tiempo desde polinización).

La madurez óptima del racimo de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es crucial para maximizar el rendimiento y la calidad del aceite extraído. Tres indicadores clave permiten determinar este punto óptimo: el tiempo desde la polinización, la caída natural de frutos y el cambio de color del racimo.



Estadio	Estadio 805	Estadio 806	Estadio 807	Estadio 809
Desprendimiento	Sin desprendimiento	Bajo	4-10 frutos	Mayor a 20 frutos
Cuarteamiento	Sin cuarteamiento	Bajo	Bajo	Alto (mayor al 60 %)
Opacidad	Con brillo	Con brillo	Sin brillo	Sin brillo
Decisión	No cosechar	No cosechar	Cosechar	Cosechar

Figura 5. Indicadores de madurez del racimo.

Fuente: Elaboración propia

1. **Tiempo desde la polinización:** El desarrollo del fruto desde la polinización hasta la madurez suele durar entre 20 y 22 semanas, es decir, aproximadamente 5 a 6 meses. Durante este periodo, el contenido de aceite en el mesocarpio aumenta significativamente, alcanzando su punto máximo al final de este ciclo (Neale et al., 2017).
2. **Caída natural de frutos:** Un racimo se considera maduro cuando entre 5 y 10 frutos se han desprendido naturalmente y caído al suelo. Este fenómeno indica que los frutos han alcanzado su máximo contenido de aceite y que la pulpa se ha ablandado, facilitando la separación del fruto del racimo (FAO, 2024).
3. **Cambio de coloración:** La coloración del fruto cambia a medida que madura. En variedades como *Nigrescens*, el color externo del fruto cambia de un rojo-naranja brillante a un rojo opaco o naranja intenso. Este cambio de color es resultado de la acumulación de pigmentos como los carotenos y antocianinas, y sirve como una señal visual para los cosechadores sobre el estado de madurez del racimo (Hazir et al., 2012).



CULTIVO



COSECHA



PESAJE

RACIMOS DE FRUTA FRESCA

RACIMOS DE FRUTA ESTERILIZADA



MARCA



CUARTEO



HUMEDAD RACIMOS

MADURO	INMADURO	SOBREMADURO	PODRIDO



Conformación 1	≥ 90 %
Conformación 2	Entre 70 y 89 %
Conformación 3	Entre 50 y 69 %
Conformación 4	≤ 49 %

2 MUESTRAS DE 1.000 GRAMOS



LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD



Análisis de porcentaje de aceite en:

- Frutos normales
- Frutos partenocárpicos aceitosos
- Frutos partenocárpicos no aceitosos
- Impurezas

La combinación de estos indicadores permite determinar el momento óptimo de cosecha, asegurando una alta calidad del aceite y reduciendo pérdidas por cosechas prematuras o tardías.

Estadio	Apariencia del fruto	Color externo del fruto (RGB)			Color interno del fruto (RGB)	
		Basal	Central	Apical	Mesocarpio	Cuesco
EF 709		232-220-112	39-35-36	34-34-36	197-189-115	182-150-109
EF 800		231-217-132	36-28-26	36-28-26	231-221-129	115-77-56
EF 803		223-149-16	49-33-34	56-38-39	209-149-16	95-66-52
EF 805		211-125-11	182-65-21	75-32-26	225-144-19	59-37-27
EF 807		245-87-26	149-46-41	88-44-51	236-110-23	68-45-36
EF 809		239-168-24	207-56-36	103-19-31	207-83-15	56-40-32

Figura 6. Cambios en la coloración externa e interna del fruto de palma aceitera.

Fuente: Elaboración propia



4.2 Impacto de la cosecha prematura o tardía en la calidad del aceite

La cosecha de los racimos de palma aceitera (*Elaeis guineensis*) debe realizarse en el momento adecuado para asegurar un aceite de buena calidad. Una recolección demasiado temprana o excesivamente tardía puede disminuir el rendimiento de extracción y alterar las características fisicoquímicas del producto obtenido.

La **cosecha prematura** ocurre cuando los racimos todavía no han completado su madurez fisiológica. En estas condiciones, los frutos presentan menor contenido de aceite y mayor proporción de humedad. La acumulación de lípidos aún es limitada, por lo que el rendimiento durante la extracción resulta inferior. Además, el aceite obtenido puede presentar mayor acidez libre, condición que afecta su estabilidad y disminuye su calidad comercial (Corley & Tinker, 2016).

Mutalib et al. (2021) señalaron que los racimos cosechados inmaduros pueden registrar valores de acidez hasta 40% superiores a los observados en racimos maduros, dificultando el cumplimiento de los estándares establecidos por la industria alimentaria.

La **cosecha tardía** también puede ocasionar pérdidas importantes. Los racimos sobremaduros que permanecen demasiado tiempo en la planta o caen al suelo presentan mayor cantidad de frutos fermentados. Esta situación favorece la actividad de microorganismos y los procesos de oxidación, aumentando la acidez y el índice de peróxidos del aceite, con efectos negativos sobre su sabor, olor y vida útil (Tarmizi & Lin, 2008). La fermentación también puede favorecer la aparición de impurezas y compuestos volátiles indeseables.

Por ello, identificar correctamente el punto óptimo de cosecha, considerando la caída natural de frutos, la coloración del exocarpio y el tiempo transcurrido desde la polinización, resulta fundamental para obtener aceite de palma con buena calidad, rentabilidad y cumplimiento de las exigencias internacionales.

4.3 Métodos de cosecha



- Manual: herramientas (hoz, podón, cuchilla).

La cosecha manual de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*) es ampliamente utilizada en plantaciones pequeñas y medianas por su bajo requerimiento de maquinaria y su adaptación a terrenos irregulares.

Consiste en cortar los racimos maduros directamente de la palma mediante herramientas tradicionales como **la hoz, el podón y la cuchilla**.

La **hoz curva** se emplea en palmas jóvenes, cuando los racimos están al alcance del trabajador, permitiendo cortes limpios con poco daño a la planta. El **podón**, formado por una hoja curva instalada sobre una pértiga, facilita el corte de racimos en palmas de mayor altura. La **cuchilla tipo diente de sierra**, también colocada en pértiga, resulta útil en palmas adultas con tejidos más endurecidos o pedúnculos gruesos.

La eficiencia de este sistema depende de la experiencia del operario para reconocer la madurez y realizar un corte adecuado. Una ejecución deficiente puede lesionar la palma, afectar cosechas posteriores o impedir el desprendimiento completo del racimo. Aunque requiere abundante mano de obra, continúa siendo frecuente en sistemas tradicionales.

- Semi-mecanizado (cuando aplica).

La cosecha semi-mecanizada se utiliza principalmente en plantaciones medianas y grandes para mejorar la eficiencia y reducir el esfuerzo físico. Combina herramientas manuales con equipos auxiliares como **motosierras de pértiga**, **cosechadoras telescópicas** y **carros recolectores motorizados**. Su implementación es más sencilla en terrenos planos o ligeramente inclinados. Estas alternativas facilitan el corte de racimos en palmas altas, reducen los tiempos de trabajo y disminuyen pérdidas por retrasos en la cosecha.

- Frecuencia de cosecha y planificación.

La frecuencia de recolección es fundamental para conservar la calidad del aceite y mantener el rendimiento de la plantación. Generalmente, la cosecha se programa **cada 7 a 10 días**, dependiendo de la velocidad de maduración de los racimos y de las condiciones ambientales. Esta periodicidad permite recolectar los frutos en un estado adecuado de madurez y reducir los problemas asociados tanto con la cosecha anticipada como con la sobremaduración, situaciones que afectan la calidad final del aceite.

Una adecuada **planificación de la cosecha** contempla la organización de rutas por lotes, el registro de floración para estimar la madurez y la programación del personal y equipos. También deben considerarse la accesibilidad, las lluvias y el volumen esperado de producción. Esta organización facilita una recolección oportuna, reduce pérdidas, mejora el transporte y asegura un abastecimiento continuo a la planta extractora.


EL CULTIVO DE
CAÑA DE AZÚCAR

CAPÍTULO V

5 EL CULTIVO DE CAÑA DE AZUCAR

5.1 Importancia económica y social del cultivo

La caña de azúcar es uno de los cultivos más importantes del mundo, especialmente en países tropicales y subtropicales, debido a su relevancia económica y social. Este cultivo representa una fuente clave de ingresos para millones de agricultores, además de generar empleo directo e indirecto en las cadenas productivas asociadas. En América Latina, el Caribe, Asia y África, la caña de azúcar constituye una actividad agrícola estratégica para el desarrollo rural, ya que impulsa economías locales mediante el comercio de azúcar, etanol, melaza y derivados.

Tabla 16. Aspectos Positivos de la Caña de Azúcar.

N.º	Aspecto Positivo	Descripción y datos estadísticos
1	Generación de empleo	La caña de azúcar genera aproximadamente **80.000 empleos directos** y más de **200.000 indirectos** en Ecuador (INEC, 2022).
2	Aporte al PIB agrícola	Representa cerca del **3 % del PIB agrícola nacional**, consolidándose como uno de los cultivos industriales más importantes (BCE, 2021).
3	Producción nacional	Ecuador produce alrededor de **9 millones de toneladas de caña de azúcar al año** (MAG, 2022).
4	Industria azucarera	El país cuenta con **6 ingenios principales** (San Carlos, Valdez, Monterrey, IANCEM, La Troncal, Ecudos) que transforman la caña en azúcar y derivados (MAG, 2022).
5	Exportaciones	En 2022, Ecuador exportó **USD 230 millones en azúcar y derivados**, principalmente a Colombia, Perú y EE. UU. (BCE, 2023).
6	Producción de energía	El bagazo de caña se utiliza en cogeneración, aportando hasta **30 % de la energía eléctrica de los ingenios** y vendiendo excedentes a la red nacional (CENACE, 2021).
7	Diversificación de productos	De la caña se obtienen **azúcar, etanol, panela, melaza y energía**, ampliando la cadena de valor agroindustrial (MAG, 2022).
8	Potencial en biocombustibles	La caña aporta a la producción de etanol para mezclas con gasolina, con un potencial de **150 millones de litros al año** (Ministerio de Energía, 2021).
9	Inclusión de pequeños productores	Más del **70 % de la superficie cultivada** corresponde a pequeños y medianos agricultores (MAG, 2022).
10	Desarrollo rural	El cultivo beneficia a comunidades rurales en Guayas, Los Ríos, Cañar, El Oro y Manabí, generando ingresos y fortaleciendo economías locales (INEC, 2022).

Fuente: Elaboración propia

La agroindustria azucarera no solo es vital para la alimentación humana, sino también para la producción de biocombustibles, lo que fortalece su rol en las políticas de sostenibilidad energética y reducción de emisiones de carbono. Según la FAO (2020), más de 100 países cultivan caña de azúcar, produciendo cerca del 80% del azúcar mundial. En países como Brasil, India y Tailandia, el sector azucarero es fundamental para el PIB agrícola nacional y se integra en complejos agroindustriales altamente tecnificados.

Tabla 17. Aspectos Negativos del cultivo de la Caña de Azúcar.

N.º	Aspecto negativo	Descripción y datos estadísticos
1	Alta demanda de agua	El cultivo requiere entre **1.500 y 2.000 mm de agua anuales**, lo que incrementa la presión sobre fuentes hídricas en zonas de riego intensivo (MAG, 2021).
2	Uso intensivo de agroquímicos	Se estima que en caña se aplican en promedio **12-15 kg de ingrediente activo de plaguicidas/ha/año**, afectando suelos y aguas (FAO, 2020).
3	Degradación del suelo	El monocultivo continuo reduce la materia orgánica y fertilidad; estudios reportan pérdidas de hasta **20 % en carbono del suelo** en áreas cañeras (CIAT, 2020).
4	Quema pre-cosecha	Aproximadamente el **40 % de la caña en Ecuador** se cosecha con quema, liberando CO_2 y material particulado que afecta la calidad del aire (MAG, 2022).
5	Emisiones de gases de efecto invernadero	La producción de caña y azúcar genera alrededor de **1,5 t CO_2 eq/tonelada de azúcar producida** (IPCC, 2021).
6	Contaminación de aguas	Descargas de vinazas y efluentes de ingenios contaminan ríos; cada litro de etanol genera hasta **12 litros de vinaza** (CENICAÑA, 2019).
7	Riesgos laborales	Más del **30 % de los trabajadores cañeros** se encuentran en condiciones de informalidad laboral y sin seguridad social (INEC, 2022).
8	Impacto en biodiversidad	La expansión de la frontera agrícola cañera ha reemplazado ecosistemas naturales; en Guayas y Los Ríos se reporta pérdida de **8.000 ha de bosques secundarios** en dos décadas (MAATE, 2020).
9	Fluctuación de precios	Entre 2018 y 2020 el precio internacional del azúcar cayó más del **20 %**, afectando la rentabilidad de ingenios y productores (BCE, 2021).
10	Concentración de tierras	El **30 % de la superficie cañera** está en manos de grandes ingenios, generando desigualdad frente a pequeños productores (MAG, 2022).

Fuente: Elaboración propia

Áreas geográficas de producción

La caña de azúcar se cultiva principalmente en zonas tropicales y subtropicales, donde las condiciones climáticas favorecen su desarrollo. A nivel mundial, Brasil es el mayor productor de caña, seguido por India, China, Tailandia y Pakistán. En América Latina, países como

México, Colombia, Guatemala y Ecuador también destacan por su producción y exportación de azúcar y etanol derivados de la caña.

En Ecuador, el cultivo se concentra en la región Costa, en provincias como Guayas, Los Ríos y Manabí, donde las condiciones agroclimáticas permiten cosechas durante todo el año. Las áreas de cultivo suelen estar próximas a ingenios azucareros, lo que optimiza el transporte y la eficiencia industrial. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2022), Ecuador cuenta con más de 100.000 hectáreas cultivadas con caña de azúcar, generando miles de empleos directos e indirectos.

Usos industriales: azúcar, etanol, papel, alimento animal

El principal producto de la caña es el azúcar, utilizado ampliamente en la industria alimentaria como edulcorante natural. Sin embargo, la versatilidad de este cultivo lo convierte en una materia prima para diversos sectores industriales. Uno de los usos más relevantes es la producción de **etanol**, un biocombustible renovable que se obtiene a través de la fermentación alcohólica de los jugos de caña. Brasil ha sido pionero en su utilización a gran escala, integrando el etanol en el sector automotriz como alternativa a los combustibles fósiles (UNICA, 2021).

Asimismo, residuos como el bagazo (fibra de la caña) son utilizados para la generación de **energía eléctrica** y como insumo en la **fabricación de papel** y cartón. Por otro lado, subproductos como la **melaza** se emplean en la producción de bebidas alcohólicas, alimentos para animales y en procesos biotecnológicos. También se elaboran alimentos balanceados a partir del bagacillo y la cachaza, que son

residuos sólidos y lodos filtrantes de la molienda de caña, lo que cierra el ciclo productivo con una visión de economía circular.

Centro de origen y domesticación

La caña de azúcar tiene su origen en el sudeste asiático, particularmente en Nueva Guinea, donde fue domesticada hace más de 6.000 años. Desde allí se expandió hacia la India, China y el mundo árabe, y posteriormente fue llevada a Europa y América durante los viajes de conquista y colonización. En América, el cultivo de la caña se introdujo en el siglo XVI y se adaptó rápidamente a las regiones tropicales, impulsando la economía colonial mediante la producción de azúcar en ingenios esclavistas.

Con el tiempo, la caña ha sido mejorada genéticamente mediante selección y cruzamientos interespecíficos, logrando variedades más resistentes a enfermedades, con mayor rendimiento y adaptabilidad climática. El proceso de domesticación ha permitido la diversificación de genotipos, destacando variedades industriales y otras aptas para producción de panela, etanol o semilla (Cabrera et al., 2018).

Clasificación botánica

Desde el punto de vista taxonómico, la caña de azúcar pertenece al reino Plantae y se clasifica de la siguiente manera:

- **Reino**: Plantae
- **División**: Magnoliophyta
- **Clase**: Liliopsida

- **Orden**: Poales
- **Familia**: Poaceae (Gramíneas)
- **Género**: *Saccharum*
- **Especie**: *Saccharum officinarum* L.

Este cultivo es una gramínea perenne, de crecimiento vigoroso, que puede alcanzar entre 2 y 6 metros de altura. Su sistema radicular es fibroso y posee un tallo macizo y articulado que almacena sacarosa en grandes cantidades. Es una planta de propagación vegetativa, lo que permite conservar las características genéticas de la variedad cultivada.

5.2 Requerimientos agroecológicos

Clima: temperatura, humedad relativa y fotoperiodo

La caña de azúcar es una especie tropical que necesita **temperaturas cálidas** para alcanzar un desarrollo adecuado. El rango óptimo de crecimiento se encuentra entre **26 y 30 °C**, aunque puede tolerar temperaturas de 20 a 35 °C. Valores inferiores a 15 °C disminuyen el crecimiento y la acumulación de sacarosa, mientras que las heladas pueden ocasionar daños severos al cultivo.

La **humedad relativa** favorable se sitúa entre **60% y 80%**, acompañada de buena ventilación para reducir enfermedades fúngicas. El **fotoperiodo** también influye en el desarrollo, la floración y la maduración. Durante la fase vegetativa, la caña responde favorablemente a días largos, mientras que días más cortos favorecen la maduración y la acumulación de azúcares (Cabrera et al., 2018).

Suelo: textura, pH, materia orgánica y drenaje

El cultivo de caña de azúcar prospera en **suelos de textura franca a franco-arcillosa**, con buena capacidad de retención de agua, pero sin encharcamientos. Requiere suelos **profundos y bien drenados**, con **pH ligeramente ácido a neutro (5.5 – 7.0)**. La **materia orgánica** debe estar por encima del 2%, ya que favorece la disponibilidad de nutrientes, la actividad microbiana y la estructura del suelo.

Es fundamental evitar suelos salinos, compactados o con capas freáticas muy altas, ya que estos factores limitan el desarrollo del sistema radicular y afectan el rendimiento. En plantaciones tecnificadas, se recomienda realizar análisis de suelos periódicos para ajustar la fertilización y corregir deficiencias minerales (MAG, 2022).

Altitud y precipitaciones óptimas

La caña de azúcar se adapta mejor en altitudes **entre 0 y 1.500 msnm**, aunque hay variedades que toleran alturas mayores en regiones ecuatoriales. En cuanto a **precipitaciones**, se requieren entre **1.200 y 2.500 mm anuales**, bien distribuidos a lo largo del ciclo del cultivo, especialmente en la fase de crecimiento vegetativo. Si bien es posible cultivarla en zonas con menos lluvia, será indispensable el riego complementario.

En zonas de alta precipitación, es indispensable asegurar un buen drenaje del suelo para evitar enfermedades radiculares. En regiones con periodos secos prolongados, se recomienda utilizar variedades más

tolerantes a estrés hídrico y sistemas de riego por goteo o surcos para mantener la productividad.

Tabla 18. Condiciones Agroclimáticas del cultivo de Caña de Azúcar.

Factor	Requerimiento óptimo	Observaciones
Temperatura	20 – 30 °C	Temperaturas menores a 18 °C reducen el crecimiento; más de 35 °C disminuyen la fotosíntesis.
Precipitación	1.500 – 2.500 mm/año	Distribución uniforme favorece el desarrollo; en déficit se recomienda riego suplementario.
Humedad relativa	70 – 85 %	Favorece la elongación de tallos y la acumulación de sacarosa.
Radiación solar	2.000 – 2.500 h de sol/año	La caña es un cultivo C4 altamente eficiente en el uso de la radiación solar.
Altitud	0 – 1.500 msnm	Mayor productividad en zonas tropicales bajas; por encima de 1.500 msnm la producción disminuye.
Tipo de suelo	Franco-arenoso a franco-arcilloso	Suelos profundos, bien drenados, con buena retención de humedad.
pH del suelo	5,5 – 7,0	Tolera suelos ligeramente ácidos; pH menor a 5 limita el crecimiento.
Materia orgánica	> 2 %	Mejora la estructura y disponibilidad de nutrientes.
Pendiente	< 12 %	Favorece el manejo mecanizado y reduce la erosión.
Requerimientos térmicos acumulados	2.500 – 3.000 grados-día	Necesarios para completar el ciclo vegetativo (12–18 meses según la zona).

Fuente: Elaboración propia

5.3 Propagación y Siembra

Métodos de propagación vegetativa (uso de trozos de caña)

La caña de azúcar se multiplica principalmente de forma **vegetativa**, utilizando secciones del tallo conocidas como **semillas vegetativas**. Estas contienen yemas axilares que, al colocarse en el suelo, brotan y originan nuevas plantas. La reproducción por semillas sexuales es poco utilizada, debido a la escasa floración y a que no garantiza la conservación de las características genéticas de la variedad.

Cada trozo o estaca debe contener al menos **dos o tres yemas viables**, estar libre de enfermedades y proceder de plantas madres vigorosas. El empleo de material vegetal sano favorece un establecimiento uniforme y disminuye problemas sanitarios durante el ciclo del cultivo (Cabrera et al., 2018). En sistemas tecnificados se utilizan variedades certificadas y tratamientos de desinfección antes de la siembra, con el propósito de reducir la transmisión de patógenos.

Preparación del terreno

Una adecuada **preparación del terreno** es esencial para favorecer el enraizamiento de las estacas y lograr un crecimiento homogéneo de las plantas. Esta labor implica la **descompactación** del suelo, eliminación de residuos, incorporación de materia orgánica y nivelación para facilitar el riego.

La labranza profunda se realiza con arado de discos o de cinceles para romper la capa dura del suelo y mejorar la aireación. Posteriormente, se efectúa un rastreo para refinar los terrones y lograr una textura suelta. En zonas con pendiente, se recomienda realizar curvas de nivel o terrazas para evitar la erosión. En cultivos extensivos, se incorporan **abonos verdes o estiércol compostado** durante la preparación, lo que mejora la fertilidad y estructura del suelo (MAG, 2022).

Densidad de siembra y época recomendada

La **densidad de siembra** varía según la variedad, sistema de cultivo (manual o mecanizado) y condiciones locales. En promedio, se siembran de **8 a 12 toneladas de semilla por hectárea**, utilizando **1 a 1.2 metros**

entre surcos y de **30 a 50 cm entre estacas**. Esta densidad busca maximizar la cobertura del suelo sin generar competencia excesiva por luz, agua y nutrientes.

La **época de siembra** depende de las condiciones climáticas de la región. En Ecuador, se recomienda sembrar **al inicio de la temporada lluviosa**, lo que favorece el prendimiento de las estacas y reduce la necesidad de riego. En zonas con riego disponible, puede sembrarse durante todo el año, aunque se prefiere evitar los meses más secos o fríos, ya que pueden retrasar la brotación (Cabrera et al., 2018).

5.4 Manejo Agronómico

Fertilización: Orgánica e inorgánica según análisis de suelo

La fertilización es fundamental en el manejo de la caña de azúcar, pues influye directamente en el rendimiento y la acumulación de sacarosa. El uso de **fertilizantes orgánicos** como compost, estiércol, cachaza o bioles mejora la actividad biológica, aporta materia orgánica y favorece la retención de agua y nutrientes. Se recomienda incorporar **15–20 toneladas de materia orgánica por hectárea** durante la preparación del terreno.

La fertilización **inorgánica** debe definirse mediante un **análisis de suelo** que permita ajustar las necesidades de **nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K)**. Como referencia, pueden aplicarse **120–150 kg/ha de N, 60–80 kg/ha de P y 100–150 kg/ha de K**, distribuidos principalmente durante el macollamiento y la elongación del tallo. El exceso de nitrógeno debe evitarse, ya que puede estimular un crecimiento

vegetativo desbalanceado y afectar el comportamiento productivo del cultivo (MAG, 2022; FAO, 2020).

Riego: Métodos y frecuencias según fases fenológicas

El **riego** es crucial para garantizar una buena productividad, especialmente en zonas con déficit hídrico. La caña de azúcar requiere entre **1.200 y 2.500 mm de agua por ciclo**, dependiendo de la evapotranspiración, tipo de suelo y variedad. Los sistemas más utilizados incluyen:

- **Riego por surcos**: tradicional, económico y fácil de implementar, aunque menos eficiente en consumo de agua.
- **Riego por aspersión**: más uniforme, ideal para terrenos inclinados.
- **Riego por goteo**: altamente eficiente, reduce enfermedades y permite fertirrigación.

La frecuencia de riego varía según la **fase fenológica**: es mayor en la etapa vegetativa (cada 7–10 días) y menor en la fase de maduración (cada 15–20 días), para evitar dilución de la sacarosa. Es recomendable monitorear la humedad del suelo y programar los riegos con base en tensiómetros o estaciones meteorológicas locales (Cabrera et al., 2018).

Control de malezas: Mecánico, químico y cultural

Las **malezas** compiten con la caña por agua, luz y nutrientes, especialmente en las primeras fases del cultivo. El **control mecánico** se realiza mediante deshierbes manuales o con implementos como

cultivadoras entre surcos, siendo efectivo pero laborioso. El **control químico** se basa en el uso selectivo de **herbicidas preemergentes y postemergentes**, como atrazina, ametrina o diuron, aplicados con precaución para evitar fitotoxicidad y resistencia.

El **control cultural** incluye prácticas como la cobertura con residuos vegetales (mulching), la **rotación de cultivos** y el **establecimiento de coberturas vegetales** como leguminosas que reducen la germinación de malezas y mejoran la fertilidad del suelo. Un manejo integrado que combine estos métodos es más efectivo, sostenible y reduce la dependencia de agroquímicos (Montenegro & Delgado, 2017).

Labores culturales: Aporque, deshije, deshoje

Las labores culturales son actividades prácticas que mejoran el desarrollo del cultivo:

- **Aporque**: consiste en acumular tierra alrededor de la base de las plantas para cubrir las raíces, favorecer el enraizamiento y proteger los brotes. Se realiza 30–45 días después de la siembra y nuevamente antes del cierre de surcos.

- **Deshije**: eliminación de brotes laterales débiles o en exceso, para concentrar la energía de la planta en tallos productivos. Esta práctica permite uniformizar el cultivo y facilitar la cosecha.

- **Deshoje**: corte o retiro de hojas senescentes o infestadas con plagas o enfermedades, especialmente durante la fase de maduración, para facilitar la aireación y evitar la propagación de patógenos.

Estas labores deben realizarse en el momento oportuno y con herramientas limpias para evitar daños a la planta. En cultivos mecanizados, algunas de estas tareas son sustituidas por el uso de implementos agrícolas especializados (Cabrera et al., 2018).

5.5 Plagas y Enfermedades

Principales plagas: Barrenador, pulgones y gusano blanco.

Entre las principales plagas que afectan el cultivo de la caña de azúcar destacan el **barrenador del tallo**, las especies del género *Diatraea*, los **pulgones y Gusano blanco**. Estas plagas no solo disminuyen el rendimiento del cultivo, sino que también afectan la calidad del jugo y aumentan los costos de producción.

El **barrenador del tallo** (*Diatraea saccharalis*) es una de las plagas más destructivas. Sus larvas perforan los tallos, formando galerías que impiden la circulación de savia y debilitan la planta. Esto provoca pérdida de peso en los tallos, reducción en el contenido de sacarosa y facilita la entrada de enfermedades secundarias como el carbón. Según Cabrera et al. (2018), las pérdidas pueden alcanzar hasta el 20% si no se controla oportunamente.



Los **pulgones** (*Melanaphis sacchari* y otras especies) atacan las hojas y los brotes jóvenes, succionando savia y provocando deformaciones, amarillamiento y debilitamiento general. Además, secretan mielada, lo que favorece el crecimiento de hongos como la fumagina, reduciendo la fotosíntesis. Estos insectos también son vectores de enfermedades virales



Gusano blanco (Premnotrypes vorax): el gusano blanco (*Premnotrypes vorax*), los gusanos blancos, conocidos también como gallina ciega, chiza, cutzo u orozco, corresponden a larvas de escarabajos de la familia Scarabaeidae que viven principalmente en el suelo. Algunas especies del género *Phyllophaga* pueden afectar diferentes cultivos agrícolas y ocasionar daños importantes cuando sus poblaciones alcanzan niveles elevados.

Las larvas presentan un cuerpo blanco cremoso, generalmente curvado en forma de "C", con la cabeza de color marrón y patas bien desarrolladas. Durante su permanencia en el suelo se alimentan de raíces y tejidos subterráneos, reduciendo la capacidad de la caña para absorber agua y nutrientes. Como consecuencia, las plantas pueden mostrar amarillamiento, menor crecimiento, debilitamiento de los tallos y, cuando el ataque es intenso, pérdida de plantas y reducción del rendimiento.

El manejo debe comenzar con el monitoreo del suelo y la identificación de focos de infestación. Entre las medidas recomendadas se encuentran una adecuada preparación del terreno, el manejo de residuos vegetales y prácticas culturales que permitan disminuir las poblaciones. También pueden incorporarse alternativas biológicas mediante hongos entomopatógenos, dentro de un programa de Manejo Integrado de Plagas, evitando depender exclusivamente del control químico.



El monitoreo permanente y la aplicación de métodos integrados son fundamentales para reducir el impacto económico de estas plagas.

Tabla 19. Principales plagas y enfermedades en el cultivo de caña de azúcar.

Plaga Común	Nombre Científico	Daño que Provoca	Medidas de Control
Barrenador del tallo	Diatraea saccharalis	Perforaciones internas en el tallo; reduce sacarosa; predispone a enfermedades.	Control biológico (Cotesia flavipes), destrucción de residuos, trampas de feromonas.
Barrenador del brote	Diatraea indigenella	Daños en brotes jóvenes, afecta establecimiento de la plantación.	Uso de semilla sana, eliminación de tallos infestados, control químico focalizado.
Pulgón de la caña	Melanaphis sacchari	Succión de savia; marchitez; producción de mielecilla y fumagina.	Control biológico con Chrysoperla spp., jabón potásico, control químico selectivo.
Gusano blanco	Premnotrypes vorax	Daño a raíces y tallos subterráneos; marchitez y caída de plantas.	Rotación de cultivos, aplicación de nematodos entomopatógenos, control químico.
Escarabajo verde	Phyllophaga spp.	Larvas dañan raíces; adultos defolian hojas.	Recolección manual de adultos, trampas de luz, bioinsecticidas.
Trips	Stenchaetothrips spp.	Daño en hojas jóvenes; deformaciones y reducción de área fotosintética.	Extractos botánicos (neem), control químico con piretroides selectivos.
Ácaros	Oligonychus spp.	Succión en hojas; clorosis y reducción de productividad.	Acaricidas selectivos, manejo del microclima, control biológico.

Fuente: Elaboración propia

Enfermedades comunes: Carbón, roya y escaldadura

La caña de azúcar también es susceptible a diversas **enfermedades**, muchas de las cuales afectan el rendimiento y la vida útil del cultivo si no se manejan adecuadamente.

Una de las más comunes es el **carbón de la caña** (*Sporisorium scitamineum*), enfermedad fúngica que se manifiesta con la aparición de una estructura negra en forma de látigo (sorodios) en el ápice de la planta. Esta enfermedad causa brotes delgados, entrenudos cortos, y un retraso en el crecimiento, provocando pérdidas económicas importantes. Se disemina principalmente por material de siembra infectado (FAO, 2020).



Otra enfermedad crítica es la **roya parda** (*Puccinia melanocephala*), que aparece como pústulas alargadas color marrón en la parte inferior de las hojas. Estas lesiones reducen la superficie fotosintética, debilitan

la planta y disminuyen la calidad del tallo. Su diseminación es favorecida por condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas.

La **escaldadura de la hoja** (*Xanthomonas albilineans*), de origen bacteriano, provoca estrías blancas que progresivamente marchitan las hojas. En casos severos, puede causar la muerte de la planta. Su transmisión ocurre por herramientas contaminadas, agua de riego y semilla infectada.



Estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP)

El **Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIP)** es una estrategia sustentable que combina prácticas biológicas, culturales, químicas y genéticas para reducir los daños al cultivo y proteger el medio ambiente.

Dentro del MIP para la caña de azúcar se incluyen:

- **Uso de semilla certificada y libre de patógenos**, lo que reduce significativamente la incidencia de enfermedades como el carbón y la escaldadura.

- **Rotación de cultivos** con especies no hospederas, para romper el ciclo de plagas y mejorar la salud del suelo.

- **Control biológico** mediante la liberación de enemigos naturales como *Cotesia flavipes* para *Diatraea*, o el uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*.

- **Prácticas culturales** como el manejo adecuado de residuos, la eliminación de tallos infestados y la desinfección de herramientas.

- **Monitoreo constante** de plagas y enfermedades con trampas y muestreo de campo, para aplicar controles cuando se superan los umbrales económicos.

- **Aplicación racional de agroquímicos**, seleccionando productos específicos y respetando periodos de carencia y rotación de ingredientes activos para evitar resistencia (Montenegro & Delgado, 2017).

Estas acciones integradas promueven cultivos más resilientes y sostenibles, reduciendo el uso indiscriminado de pesticidas.

5.6 Cosecha y Postcosecha

Indicadores de madurez



Determinar el **momento óptimo de cosecha** es esencial para maximizar la concentración de sacarosa y reducir pérdidas. Los **indicadores de madurez** más utilizados incluyen:

- **Coloración amarillenta de las hojas basales.**
- **Disminución del crecimiento del tallo.**
- **Incremento en el porcentaje de sacarosa y reducción del contenido de agua.**
- **Madurez fisiológica estimada entre 10 y 12 meses después de la siembra**, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas.

Se utilizan también herramientas tecnológicas como **refractómetros** o análisis de laboratorio para medir el índice de pureza del jugo y decidir el momento de corte (Cabrera et al., 2018).

Métodos de corte: manual y mecanizado



Existen dos métodos principales para la cosecha de caña:

- **Corte manual**: es el método tradicional, ampliamente usado en zonas con mano de obra disponible. Implica el uso de machetes para tumbar la caña al ras del suelo, deshojarla y agruparla. Aunque es más selectivo, es físicamente exigente y menos eficiente en grandes extensiones.

- **Corte mecanizado**: realizado con **cosechadoras autopropulsadas**, que cortan, limpian y trocean la caña en una sola pasada. Es más rápido y eficiente, especialmente en cultivos de gran escala y terrenos planos. Requiere una adecuada preparación del terreno y sincronización con el transporte al ingenio (FAO, 2020).

La elección del método depende del tamaño de la finca, la topografía, la disponibilidad de maquinaria y el costo de la mano de obra.

Transporte a ingenio y procesamiento

Una vez cortada, la caña debe ser **transportada rápidamente al ingenio**, preferiblemente en un lapso no mayor a **24 horas**, para evitar la fermentación del jugo y la pérdida de sacarosa. El transporte puede hacerse en **tractores, camiones o remolques**, y debe garantizar el cuidado del producto para evitar daños físicos.

En el ingenio, la caña pasa por un proceso de **molienda**, donde se extrae el jugo para su posterior clarificación, evaporación y cristalización. El jugo resultante se convierte en azúcar refinada, cruda o en otros productos como etanol, según el destino industrial. La eficiencia del procesamiento depende de la calidad de la caña, el contenido de fibra y la madurez del cultivo (MAG, 2022).

Manejo de residuos: bagazo, cachaza y vinaza

El proceso industrial de la caña genera varios subproductos conocidos como **residuos agroindustriales**, los cuales pueden ser aprovechados bajo un enfoque de economía circular:

- **Bagazo**: es el residuo fibroso que queda tras la extracción del jugo. Se utiliza como **biocombustible** para generar energía en los propios ingenios (cogeneración) o como materia prima para fabricar papel, cartón y tableros aglomerados. También puede usarse como insumo en compostaje.

- **Cachaza**: es el lodo resultante de la clarificación del jugo, rico en materia orgánica y minerales. Se emplea como **fertilizante orgánico** para mejorar la estructura del suelo y su capacidad de retención de agua.

- **Vinaza**: subproducto líquido de la destilación del etanol. Aunque es altamente contaminante si se vierte sin tratamiento, puede ser usado como fertilizante líquido (con restricciones) o tratado mediante biodigestores para generar biogás.

El aprovechamiento adecuado de estos residuos permite reducir la huella ambiental de la agroindustria azucarera y fortalecer la sostenibilidad del sistema productivo (Montenegro & Delgado, 2017).

5.7 Agroindustria y Valor Agregado

Procesos de transformación: azúcar, alcohol, panela y energía

La caña de azúcar es uno de los cultivos agroindustriales más importantes del mundo debido a su capacidad para transformarse en una amplia gama de productos con alto valor agregado. El proceso inicia con la **molienda**, donde se extrae el jugo de caña, que es la materia prima para múltiples transformaciones.

- **Azúcar**: El jugo es filtrado, clarificado y luego concentrado por evaporación hasta formar cristales de sacarosa. El azúcar producido puede clasificarse en crudo, blanco o refinado, según el grado de purificación. Este producto es esencial en la industria alimentaria y también como insumo químico e industrial (FAO, 2020).

- **Alcohol y etanol**: El jugo o melaza pueden fermentar mediante levaduras para producir etanol, que se destina a la elaboración de bebidas alcohólicas o como **biocombustible**. En países como Brasil, el etanol de caña representa una alternativa limpia al uso de combustibles fósiles, reduciendo significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero (UNICA, 2021).

- **Panela**: En zonas rurales, especialmente en América Latina, el jugo de caña se hierve hasta convertirse en una masa espesa que luego se moldea y solidifica para obtener panela. Este producto conserva minerales y micronutrientes del jugo original, siendo una alternativa natural al azúcar refinado.

- **Energía**: Uno de los usos más eficientes de la caña es la **generación de bioenergía**. El bagazo, subproducto de la molienda, se utiliza como combustible en calderas para producir vapor y electricidad (cogeneración). Muchos ingenios azucareros generan más energía de la que consumen, exportando el excedente a la red eléctrica (Montenegro & Delgado, 2017).

Subproductos y su aprovechamiento

La agroindustria de la caña genera una serie de **subproductos** que pueden ser aprovechados bajo un enfoque de economía circular, reduciendo el desperdicio y maximizando la rentabilidad:

- **Bagazo**: Es la fibra residual después de la extracción del jugo. Se utiliza como combustible en calderas, materia prima para papel,

tableros aglomerados, e incluso como sustrato para cultivo de hongos comestibles.

- **Cachaza**: Es el lodo resultante del proceso de clarificación del jugo. Rico en materia orgánica, calcio y fósforo, es ideal como fertilizante orgánico o en la elaboración de compost.

- **Melaza**: Subproducto del proceso de cristalización del azúcar. Se utiliza en la fabricación de etanol, alimentos balanceados y como aditivo en fermentaciones industriales.

- **Vinaza**: Subproducto líquido de la destilación del etanol. Aunque tiene una alta carga orgánica y puede contaminar si se maneja inadecuadamente, su uso como **fertilizante líquido** o su tratamiento mediante biodigestores la convierten en un insumo útil en sistemas integrados (Cabrera et al., 2018).

Cadena de valor

La **cadena de valor** del cultivo de caña de azúcar es amplia y compleja, abarcando desde la producción primaria hasta la transformación industrial y la comercialización de productos y subproductos.

1. **Producción primaria**: Incluye actividades agrícolas como la siembra, manejo, cosecha y transporte de caña hacia los ingenios.

2. **Procesamiento industrial**: Consiste en la molienda y transformación del jugo en azúcar, etanol, panela o energía.

3. **Distribución y comercialización**: El azúcar y sus derivados se venden en mercados locales e internacionales.

4. **Aprovechamiento de subproductos**: Utilización de bagazo, cachaza, melaza y vinaza en sectores como la energía, agricultura, alimentación y biotecnología.

5. **Servicios de apoyo**: Instituciones de investigación, asistencia técnica, financiamiento, logística y normativas.

Una cadena de valor sólida permite generar empleo, atraer inversión, promover innovación tecnológica y mejorar la competitividad del sector cañero. Además, fortalece los vínculos entre productores, ingenios, cooperativas y exportadores (MAG, 2022).

5.8 Impacto Ambiental y Sostenibilidad

Erosión, uso de agroquímicos, quema de caña

El cultivo intensivo de caña de azúcar, como cualquier actividad agrícola, tiene impactos ambientales que deben gestionarse adecuadamente:

- **Erosión**: La preparación del suelo con labranza intensiva y la ausencia de coberturas vegetales en zonas inclinadas puede provocar **pérdida de suelo fértil**. Este fenómeno se agrava en monocultivos extensivos sin rotación, especialmente en épocas de lluvias.

- **Uso de agroquímicos**: El uso excesivo e indiscriminado de fertilizantes y plaguicidas puede contaminar suelos y cuerpos de agua, además de afectar la biodiversidad del agroecosistema. Se ha documentado también la generación de resistencia en plagas y

enfermedades, lo que incrementa los costos de producción (FAO, 2020).

- **Quema de caña**: En muchos países, aún se practica la **quema previa a la cosecha**, para facilitar el corte manual y eliminar residuos vegetales. Sin embargo, esta técnica genera emisiones de CO_2, partículas y gases contaminantes, además de destruir organismos del suelo y afectar la salud de los trabajadores y comunidades cercanas.

La mitigación de estos impactos requiere un enfoque sistémico, centrado en sostenibilidad.

Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las **Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)** son un conjunto de principios y técnicas diseñadas para hacer el cultivo más eficiente, seguro y amigable con el ambiente. Entre las más importantes en caña de azúcar destacan:

- Uso racional de fertilizantes, basado en análisis de suelos.
- Manejo integrado de plagas y enfermedades (MIP).
- Eliminación progresiva de la quema de caña.
- Conservación de suelos mediante barreras vivas y siembra en curvas de nivel.
- Rotación con cultivos de cobertura para mejorar la fertilidad.

- Implementación de sistemas de riego eficientes como el **riego por goteo**.

- Manejo adecuado de residuos orgánicos para su reincorporación al suelo (Montenegro & Delgado, 2017).

Estas prácticas no solo mejoran la sostenibilidad del cultivo, sino que aumentan la productividad y reducen la dependencia de insumos externos.

5.9 Certificaciones ambientales: Bonsucro, ISO 14001, entre otras

En respuesta a las demandas del mercado y de los consumidores conscientes, han surgido varias **certificaciones ambientales** que buscan asegurar la sostenibilidad de la producción de caña de azúcar.

- **Bonsucro**: Es una certificación global específica para el cultivo de caña, que evalúa criterios sociales, ambientales y económicos. Incluye indicadores como el uso eficiente del agua, manejo de residuos, derechos laborales y trazabilidad del producto. Ser parte de Bonsucro abre acceso a mercados preferenciales y mejores precios (Bonsucro, 2022).

- **ISO 14001**: Norma internacional que establece un sistema de gestión ambiental (SGA) enfocado en la mejora continua, cumplimiento legal y prevención de la contaminación. Muchos ingenios la implementan como parte de su estrategia de sostenibilidad corporativa.

- **RSB (Roundtable on Sustainable Biomaterials)**: Orientada a la producción responsable de biocombustibles a partir de caña, garantizando impactos positivos en comunidades y biodiversidad.

Estas certificaciones no solo aportan valor reputacional y comercial, sino que también promueven prácticas más responsables y eficientes dentro de la cadena cañera.

EL CULTIVO DEL GIRASOL



Ing. Juan Carlos Escaleras Mgs.

CAPÍTULO VI

6 EL CULTIVO DE GIRASOL

6.1 Importancia del girasol

El girasol (*Helianthus annuus L.*) es uno de los cultivos oleaginosos más relevantes a nivel mundial por su alto contenido de aceite, su adaptabilidad ecológica y su utilidad en la alimentación humana y animal. El aceite de girasol es valorado por su composición saludable de ácidos grasos, particularmente ácido linoleico y oleico, que favorecen la salud cardiovascular (FAO, 2020). Además, es utilizado en la industria cosmética, farmacéutica y como materia prima en biodiesel. También, los subproductos como la torta de girasol tienen alto valor proteico y son empleados en la alimentación de ganado.

Tabla 20. Factores estadísticos positivos del cultivo de girasol.

N.º	Factor positivo	Descripción y datos estadísticos
1	Alto contenido de aceite	La semilla de girasol contiene entre **38 % y 52 % de aceite**, uno de los más saludables por su alto contenido de ácido linoleico (FAO, 2021).
2	Rendimiento en campo	Los rendimientos promedio globales son de **1,8 – 2,2 t/ha**, alcanzando hasta **3,5 t/ha** en sistemas tecnificados (USDA, 2022).
3	Tolerancia climática	El girasol puede producir en zonas de **400 – 600 mm de lluvia anual**, siendo más resistente a sequías que soya y maíz (FAO, 2021).
4	Ingresos al productor	En América Latina, el margen neto del girasol puede representar entre **USD 400 y 600/ha**, dependiendo del mercado (CIAT, 2020).
5	Potencial en rotación de cultivos	En sistemas agrícolas, el girasol aumenta el rendimiento de cultivos posteriores en un **10 – 15 %**, al mejorar la estructura del suelo (CIRAD, 2019).
6	Valor exportador	La producción mundial de aceite de girasol alcanzó más de **21 millones de toneladas en 2021**, siendo el 9 % del mercado global de aceites vegetales (USDA, 2022).
7	Aporte a la biodiversidad	Los campos de girasol son altamente atractivos para polinizadores, incrementando la diversidad y mejorando la productividad agrícola (FAO, 2020).
8	Producción de forraje	El subproducto del prensado (torta de girasol) contiene **28 – 32 % de proteína**, siendo un suplemento importante en la alimentación animal (FAO, 2021).
9	Demanda en crecimiento	El consumo mundial de aceite de girasol crece a un ritmo de **2,5 % anual**, impulsado por mercados saludables (OCDE-FAO, 2022).
10	Potencial en Ecuador	El girasol se cultiva en la Costa y Sierra con rendimientos de **1,5 – 2,0 t/ha**, principalmente en sistemas de pequeña escala para aceite y alimento avícola (MAG, 2022).

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Comparación de cultivos oleaginosos: contenido y rendimiento de aceite.

Cultivo	Contenido de aceite (%)	Rendimiento promedio de aceite (kg/ha)	Propiedades destacadas
Soya	18	400	Rico en ácido linoleico y lecitina; bajo en grasas saturadas
Girasol	40	800	Alto contenido de ácido linoleico/oleico; ideal para freír
Colza (Canola)	42	850	Bajo en grasas saturadas; buena estabilidad oxidativa
Palma aceitera	45	4000	Alta productividad por ha; fuente de ácido palmítico y oleico
Algodón (semilla)	18	250	Subproducto valioso en textiles; aceite comestible secundario

Fuente Elaboración propia

Desde el punto de vista agronómico, el girasol contribuye a la diversificación de cultivos, mejora la estructura del suelo y es una alternativa viable en sistemas de rotación, especialmente en zonas donde otros cultivos presentan limitaciones climáticas.

6.2 Origen del cultivo de girasol

El girasol es originario de América del Norte, específicamente de la región que actualmente comprende el suroeste de Estados Unidos y el norte de México. Fue domesticado por culturas indígenas hace más de 4000 años como planta alimenticia, medicinal y ornamental (Heiser, 1976). Los registros arqueológicos evidencian que las comunidades precolombinas ya utilizaban sus semillas para extraer aceite y fabricar harinas.

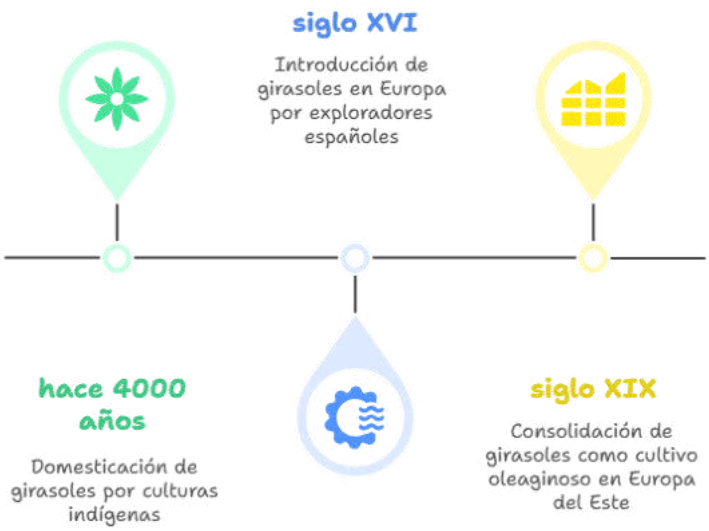


Figura 7. El viaje del girasol de América al Mundo

Durante el siglo XVI, los exploradores españoles introdujeron el girasol en Europa, donde se adaptó rápidamente y fue promovido en países como Rusia y Ucrania. En el siglo XIX, se consolidó como cultivo oleaginoso en Europa del Este y más adelante se difundió por otras regiones templadas del mundo.

6.3 Principales países productores y producción mundial

En la actualidad, los principales países productores de girasol son Rusia, Ucrania, Argentina, Turquía y China. Según datos del *United States Department of Agriculture* (USDA, 2023), en el año agrícola 2022–2023, la producción mundial de semilla de girasol alcanzó aproximadamente 51 millones de toneladas.

Tabla 22. Principales países productores de Girasol.

País	Producción anual (millones de toneladas)	Hectáreas sembradas (millones ha)	Variedad dominante
Rusia	15,5	9,2	Pioneer PR64E83
Ucrania	11	6,3	SY Neostar CL
Argentina	4,2	1,7	Advanta AGUARA 6
China	3,2	1,3	Jinkou 1
Turquía	2	0,8	LG 5580 CL

Elaboración: Fuente propia

- **Rusia** produjo cerca de 15.5 millones de toneladas, siendo el líder mundial.
- **Ucrania**, a pesar del conflicto armado, se mantuvo como el segundo mayor productor con alrededor de 11 millones de toneladas.
- **Argentina** contribuyó con más de 4 millones de toneladas.
- **China** y **Turquía** completan el grupo con producciones menores pero significativas.

El aceite de girasol representa cerca del 10% del total de aceites vegetales producidos a nivel global, lo que reafirma su importancia estratégica en la seguridad alimentaria y el comercio agrícola internacional (FAO, 2022).

6.4 Producción en el Ecuador

En Ecuador, el cultivo de girasol no forma parte de los rubros agrícolas tradicionales ni de los principales cultivos comerciales, aunque ha sido promovido de forma experimental y en proyectos de innovación agroindustrial. Las provincias de Manabí, Loja y Guayas han presentado iniciativas puntuales, principalmente enfocadas en la producción de semilla y aceite para consumo local o microempresas (MAG, 2022).

Tabla 23. Producción y área estimada del cultivo de Girasol.

Provincia	Producción estimada (toneladas/año)	Hectáreas sembradas (ha)	Observaciones
Manabí	600	300	Mayor adaptación en zonas secas; proyectos piloto en Jama y Tosagua
Guayas	450	250	Ensayos con fines agroindustriales y aceite comestible
Loja	300	180	Introducción en sistemas de rotación con maíz
Santa Elena	200	120	Cultivos en zonas costeras con apoyo institucional
El Oro	150	90	Pequeña producción en zonas altas con fines experimentales

Fuente: Elaboración propia

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) ha destacado el potencial del girasol como cultivo alternativo en zonas secas y con suelos marginales, así como su utilidad en rotación con maíz o cultivos de ciclo corto. No obstante, la falta de infraestructura para procesamiento y comercialización limita su expansión a escala industrial.

6.5 Agroecología del cultivo de girasol

El girasol es una planta anual de ciclo corto a intermedio (90–130 días), con gran plasticidad ecológica. Su capacidad para crecer en suelos pobres, tolerancia a sequías y buena respuesta a la radiación solar lo convierten en un cultivo versátil y adaptado a diversas condiciones agroecológicas (Castaño & Botero, 2018).

a) Clima

El girasol se desarrolla mejor en climas templados a cálidos, con temperaturas óptimas entre 18 y 30 °C. Es sensible a las heladas, especialmente en la fase de plántula y floración. Necesita al menos 1200 a 1400 grados-día acumulados para completar su ciclo (López et al., 2016).

b) Precipitación

Aunque es considerado tolerante a la sequía, el rendimiento se ve favorecido con una precipitación acumulada de 400 a 600 mm bien distribuida durante el ciclo. La etapa crítica de demanda hídrica ocurre durante la floración y el llenado de aquenios.

c) Suelo

Prefiere suelos profundos, bien drenados y con pH entre 6.0 y 7.5. No tolera suelos con encharcamiento ni excesivamente ácidos. Requiere buena disponibilidad de fósforo y potasio para asegurar una alta producción de semillas y aceite (Sánchez et al., 2017).

d) Fotoperiodo y radiación

Es una planta de día neutro, aunque una alta radiación solar durante las fases de floración y llenado incrementa la síntesis de aceite. Por eso, el girasol responde favorablemente en regiones con alta luminosidad y días despejados.

e) Altitud

El cultivo puede desarrollarse entre 0 y 2500 msnm, aunque los mejores rendimientos se obtienen en zonas entre 200 y 1500 msnm con climas secos y moderadamente cálidos.

Tabla 24. Agroecología del cultivo de Girasol.

Factor	Valor recomendado	Observaciones
Temperatura óptima	18–30 °C	Temperaturas extremas reducen cuajado y contenido de aceite
Precipitación requerida	400–600 mm durante el ciclo	Déficit hídrico afecta floración y llenado de aquenios
Altitud recomendada	0–2500 msnm (óptimo: 200–1500 msnm)	Cultivable desde nivel del mar hasta zonas interandinas
Tipo de suelo	Franco-arenoso, profundo, bien drenado	Evitar suelos encharcados o salinos
pH del suelo	6.0–7.5	Condición ideal para absorción de nutrientes
Requerimiento solar	Alta radiación solar, días despejados	Es una planta de día neutro pero fotófila
Ciclo de cultivo	90–130 días según variedad	Ciclo corto lo hace ideal para rotación
Sensibilidad a heladas	Alta, especialmente en floración	Heladas tempranas afectan emergencia y floración

Fuente: Elaboración propia

Preparación de Suelo

El girasol requiere suelos bien aireados, con buena estructura y drenaje, ya que es susceptible al encharcamiento. La preparación del suelo comienza con una labranza primaria, usualmente con arado de discos o subsolador, para descompactar el perfil y facilitar el desarrollo radicular. Esto se complementa con una labranza secundaria, mediante rastra de discos o rotocultor, para afinar el terreno y formar una cama de siembra uniforme (Sánchez et al., 2017).

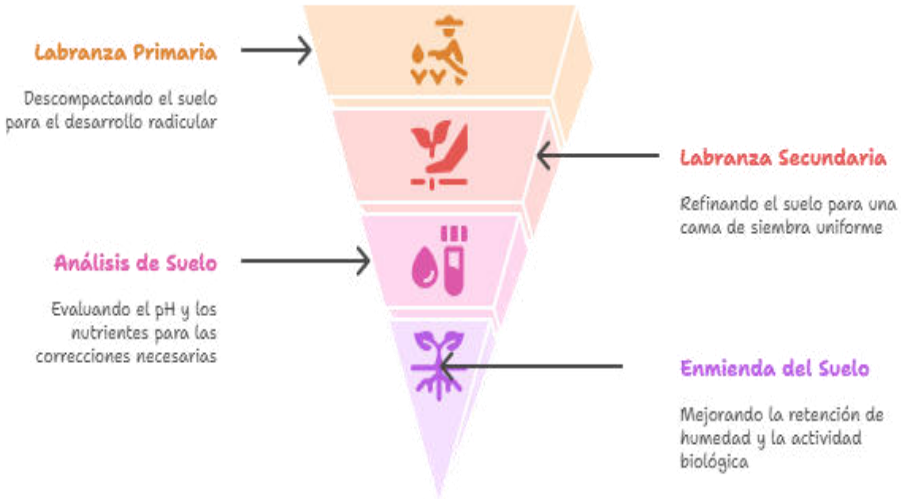


Figura 8. Preparación del suelo para el cultivo del Girasol.

Elaboración: Fuente propia

El girasol se adapta a suelos franco-arenosos, con pH entre 6.0 y 7.5, aunque tolera condiciones más amplias si el drenaje es adecuado (FAO, 2020). Es recomendable realizar un análisis de suelo antes de establecer el cultivo, a fin de determinar correcciones de pH y disponibilidad de nutrientes. La aplicación de materia orgánica o compost mejora la

retención de humedad y la actividad biológica, elementos clave en sistemas agrícolas sostenibles (Lal, 2015).

Siembra

La siembra del girasol puede realizarse de forma manual o mecanizada, según la escala del cultivo. En sistemas tecnificados se utilizan sembradoras neumáticas o mecánicas de precisión, que favorecen una distribución uniforme de las semillas y un mejor aprovechamiento del terreno (MAG, 2022). La época de siembra depende de las condiciones climáticas de cada zona, aunque se recomienda realizarla al inicio de las lluvias o cuando el suelo disponga de suficiente humedad para favorecer la germinación.

La densidad puede variar entre **45,000 y 65,000 plantas por hectárea**, con separaciones de **70 a 90 cm entre surcos y 20 a 25 cm entre plantas**. La semilla debe colocarse entre **3 y 5 cm de profundidad**, ajustándola según la textura del suelo: ligeramente más profunda en suelos livianos y superficial en suelos pesados (Castaño & Botero, 2018). Se recomienda utilizar semilla certificada, de buen potencial productivo y con tratamiento sanitario previo que favorezca una emergencia uniforme.



Riego

Aunque el girasol es considerado un cultivo tolerante a la sequía, su productividad se incrementa notablemente bajo condiciones de riego suplementario. La demanda hídrica del cultivo se sitúa entre 400 y 600 mm durante su ciclo, dependiendo de la variedad y el ambiente. Las etapas más sensibles al déficit hídrico son la floración y el llenado de aquenios (López et al., 2016).



Los sistemas de riego más utilizados son el riego por aspersión, ideal para mantener una humedad uniforme, y el riego por goteo, que permite mayor eficiencia en el uso del agua y la fertirrigación. En climas áridos, el riego debe iniciarse antes de la floración, garantizando una disponibilidad constante de humedad en el bulbo radicular. El monitoreo del contenido hídrico del suelo mediante tensiómetros o sensores capacitivos permite una programación precisa del riego (FAO, 2018).

Fertilización

El girasol es exigente en nutrientes, especialmente en nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), aunque también responde positivamente a micronutrientes como boro y zinc. Las dosis recomendadas varían según el análisis de suelo, pero como referencia general se puede aplicar: 80–120 kg/ha de N, 50–70 kg/ha de P_2O_5 y 60–90 kg/ha de K_2O (Sánchez et al., 2017).

Tabla 25. Recomendación de fertilización para el cultivo de Girasol.

Elemento nutritivo	Dosis recomendada (kg/ha)	Momento de aplicación	Forma de aplicación
Nitrógeno (N)	90	50% en la siembra, 50% al inicio de etapa vegetativa (V6)	Fertirriego, al voleo o localizado
Fósforo (P_2O_5)	60	Total en la siembra, incorporado en el surco	Localizado en bandas o al fondo del surco
Potasio (K_2O)	70	Total en la siembra o fraccionado según análisis	Incorporado o vía fertirriego
Boro (B)	1,5	Aplicación foliar entre V6 y floración	Foliar con solución al 0.2–0.3%
Zinc (Zn)	3	Aplicación foliar o al suelo al inicio del crecimiento	Foliar o en mezcla con microgranulados

Fuente: Elaboración propia

El nitrógeno estimula el desarrollo vegetativo, mientras que el fósforo favorece el enraizamiento y la floración, y el potasio interviene en la síntesis de aceite y el llenado de aquenios. Es recomendable fraccionar la aplicación de nitrógeno: 50% en la siembra y 50% al inicio de la etapa vegetativa. El fósforo y el potasio se aplican preferentemente en la siembra, incorporados al fondo del surco o mediante fertilización localizada (Lal, 2020).

El boro es esencial para el desarrollo del tubo polínico y la fecundación de las flores. Una deficiencia de este micronutriente puede reducir drásticamente la formación de aquenios. Se puede aplicar boro foliar en concentraciones de 0.2–0.3% entre V6 y floración (MAG, 2022).

Manejo de Plagas

El girasol puede verse afectado por diversas plagas, siendo las más importantes el gusano cortador (*Agrotis spp.*), el gusano cogollero

(*Spodoptera frugiperda*), el chinche del capítulo (*Nysius simulans*), y el picudo del tallo (*Cylindrocopturus adspersus*). Estas plagas causan daños en etapas clave del desarrollo, desde la germinación hasta la formación de semillas (Castaño & Botero, 2018).

Tabla 26. Plagas en el cultivo de Girasol.

Plaga	Daño que provoca	Ingrediente activo	Modo de acción
Gusano cortador (Agrotis spp.)	Corte de plántulas al nivel del suelo	Clorpirifós	Inhibidor de la acetilcolinesterasa (organofosforado)
Gusano cogollero (Spodoptera frugiperda)	Defoliación severa y daño al cogollo en crecimiento	Clorantraniliprol	Modulador del receptor de rianodina (insecticida diamida)
Picudo del tallo (Cylindrocopturus adspersus)	Galerías en tallos que debilitan la planta	Imidacloprid	Neonicotinoide: agonista del receptor nicotínico
Chinche del capítulo (Nysius simulans)	Deformación y aborto de flores por succión	Lambda-cialotrina	Piretroide: afecta canales de sodio en el sistema nervioso
Trips (Frankliniella spp.)	Daños en flores jóvenes, malformación de semillas	Spinosad	Afecta el sistema nervioso por activación nicotínica selectiva

Tabla 27. Enfermedades en el cultivo de Girasol.

Enfermedad	Daño que provoca	Ingrediente activo	Modo de acción
Mildiu velloso (Plasmopara halstedii)	Clorosis, raquitismo y muerte de plántulas	Metalaxil	Inhibidor de la biosíntesis de ARN en oomicetos
Tizón foliar (Alternaria helianthi)	Manchas necróticas en hojas, defoliación	Azoxystrobin	Inhibidor de la respiración mitocondrial (QoI)
Podredumbre blanca (Sclerotinia sclerotiorum)	Marchitez, pudrición de raíces y tallos	Boscalid	Inhibidor del complejo II de la cadena respiratoria
Roya (Puccinia helianthi)	Pústulas en hojas, reducción fotosintética	Tebuconazol	Inhibidor de la biosíntesis de ergosterol (triazol)
Fusariosis del tallo (Fusarium spp.)	Colapso de tallos, amarillamiento y marchitez	Carbendazim	Inhibidor de la división celular (benzimidazol)

Fuente: Elaboración propia

El manejo integrado de plagas (MIP) se basa en la combinación de estrategias preventivas, culturales, biológicas y químicas. Entre las prácticas culturales se incluyen la rotación de cultivos, la siembra en fechas óptimas y la destrucción de residuos infectados. En cuanto al control biológico, el uso de enemigos naturales como *Trichogramma spp.* o *Beauveria bassiana* ha demostrado ser efectivo contra lepidópteros.

El monitoreo con trampas y muestreo de campo permite la detección temprana y el uso racional de insecticidas. En caso de superarse los umbrales económicos, se recomienda el uso de insecticidas selectivos de baja toxicidad y corto período de carencia, como spinosad, indoxacarb o clorantraniliprol (FAO, 2020). También es importante rotar los ingredientes activos para evitar resistencia.

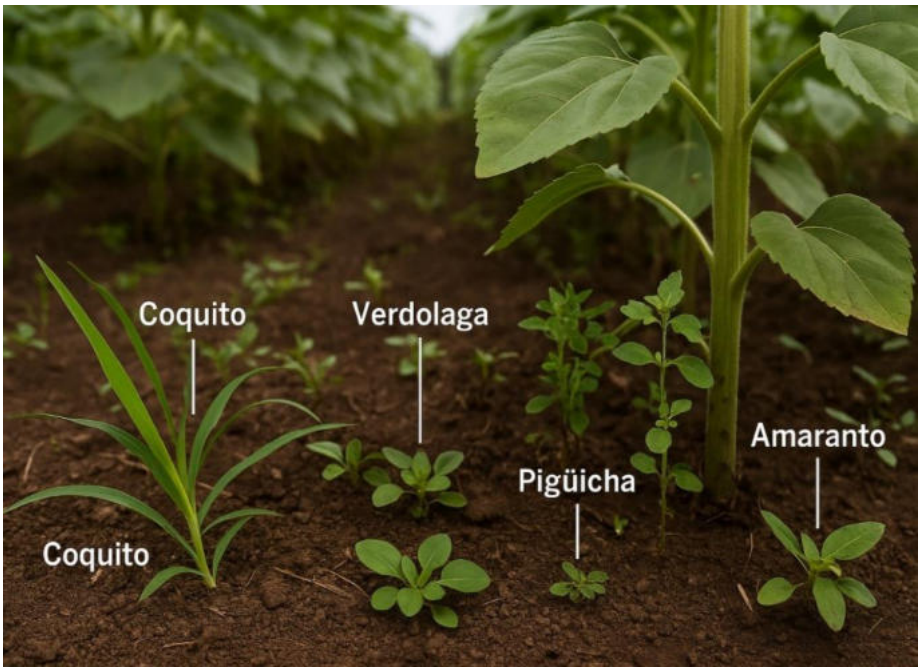
Manejo de Malezas

Las malezas constituyen una amenaza importante para el establecimiento y rendimiento del girasol, principalmente durante las primeras seis semanas, cuando el cultivo presenta menor capacidad competitiva. Entre las especies más frecuentes se encuentran gramíneas como *Sorghum halepense*, ciperáceas como *Cyperus rotundus* y malezas de hoja ancha como *Amaranthus spp.* y *Portulaca oleracea* (FAO, 2020).

Su manejo puede realizarse mediante métodos mecánicos, químicos o una combinación de ambos. La preparación del terreno antes de la siembra contribuye a disminuir la presencia de malezas. También pueden utilizarse herbicidas preemergentes, como pendimetalina o

acetoclor, mientras que en postemergencia existen alternativas como imazamox, siempre considerando la tolerancia del híbrido o variedad utilizada (Derpsch & Friedrich, 2009).

En sistemas sostenibles conviene complementar el manejo con coberturas vegetales, acolchado orgánico y distancias de siembra que favorezcan un rápido sombreado del suelo. Además de limitar el crecimiento de malezas, estas prácticas ayudan a conservar la humedad y disminuir los procesos de erosión.



6.6 Tarea asíncrona

1. ¿Cuál es la composición lipídica destacada del aceite de girasol y qué beneficios aporta a la salud humana?
2. Analice las características agroecológicas que permiten al girasol adaptarse a diferentes regiones climáticas y altitudes.

3. Describa el proceso de domesticación y expansión del girasol desde su origen en América hasta su consolidación como cultivo oleaginoso global.
4. ¿Qué factores influyen en la elección de la época y densidad de siembra del girasol en condiciones ecuatorianas?
5. Compare los requerimientos nutricionales del girasol con otros cultivos oleaginosos y justifique el uso de micronutrientes como boro y zinc.
6. ¿Por qué el girasol es considerado una opción viable para zonas con suelos marginales o climas secos?
7. Explique el papel del riego suplementario en el rendimiento del girasol, especialmente en las fases críticas del cultivo.
8. ¿Cuáles son las principales plagas que afectan al girasol en etapa vegetativa y reproductiva, y qué estrategias integradas pueden emplearse para su control?
9. Determine el impacto del manejo del suelo (labranza, análisis y preparación) en el desarrollo radicular y en la productividad del cultivo.
10. Evalúe la importancia de la cobertura vegetal y del manejo de residuos en la sostenibilidad del cultivo de girasol.
11. Describa las principales enfermedades del girasol asociadas a humedad excesiva y cómo puede prevenirse su aparición.
12. ¿Qué desafíos presenta la comercialización del girasol en Ecuador y qué oportunidades se pueden aprovechar para su industrialización?

CAPÍTULO
01

APLICACIÓN
PRÁCTICA DE CÁLCULOS AGRONÓMICOS Y AGROINDUSTRIALES



CAPÍTULO VII

7 APLICACIÓN PRÁCTICA DE CÁLCULOS AGRONÓMICOS Y AGROINDUSTRIALES

La formación en cultivos agroindustriales requiere que el estudiante no solo comprenda los fundamentos teóricos del manejo de los cultivos, sino que también desarrolle la capacidad de resolver situaciones reales mediante cálculos técnicos. En esta sección se presentan problemas aplicados relacionados con establecimiento del cultivo, nutrición, protección vegetal, riego, productividad, costos y transformación agroindustrial.

El propósito es que el estudiante interprete datos, seleccione las fórmulas adecuadas y tome decisiones semejantes a las que enfrentará en su ejercicio profesional.

¡¡¡¡Resuelva como futuro ingeniero agrónomo!!!!

7.1 Problema 1. Cálculo de plantas por hectárea

Se desea establecer una plantación de palma aceitera con una distancia de 9 m × 9 m, utilizando un sistema de siembra en tresbolillo.

Calcule:

a) Número aproximado de plantas por hectárea.
b) Número de plantas necesarias para establecer 25 ha.
c) Si se considera un 5 % adicional para reposición de plantas, ¿cuántas plántulas deberán adquirirse?

Datos del problema

- ✓ Distancia de siembra: 9 m × 9 m
- ✓ Sistema de siembra: tresbolillo
- ✓ Superficie total: 25 ha
- ✓ Porcentaje adicional para reposición: 5 %

a) Número aproximado de plantas por hectárea

Para un sistema de siembra en tresbolillo se utiliza el factor 0,866, debido a la disposición triangular de las plantas. La fórmula es:

Número de plantas/ha = 10.000 ÷ (D^2 × 0,866)

Número de plantas/ha = 10.000 ÷ (9 × 9 × 0,866)

Número de plantas/ha = 10.000 ÷ 70,146

Número de plantas/ha = 142,56

Como no es posible establecer una fracción de planta, se aproxima al número entero más cercano: **143 plantas/ha.**

b) Número de plantas necesarias para establecer 25 ha

Se multiplica la densidad obtenida por la superficie total a establecer:

143 plantas/ha × 25 ha = 3.575 plantas

Por lo tanto, para establecer 25 ha se requieren **3.575 plantas.**

c) Cálculo del 5 % adicional para reposición

Primero se calcula el 5 % de las 3.575 plantas necesarias:

3.575 × 0,05 = 178,75 plantas

Se redondea hacia arriba para disponer de suficientes plantas de reposición: **179 plantas adicionales.**

3.575 + 179 = 3.754 plantas

Resumen de resultados

Cálculo	**Resultado**
Plantas por hectárea	143 plantas/ha
Plantas necesarias para 25 ha	3.575 plantas
Reposición del 5 %	179 plantas
Total de plántulas a adquirir	3.754 plantas

Respuesta final: Para establecer 25 ha de palma aceitera en un sistema de siembra en tresbolillo con distancias de 9 m × 9 m, y considerando un 5 % adicional para reposición, se deberán adquirir aproximadamente **3.754 plántulas.**

7.2 Problema 2. Cantidad de semilla

Para establecer un cultivo de girasol se recomienda una población de 55.000 plantas/ha. El porcentaje de germinación de la semilla es del 92 %.

Datos

- ✓ Población deseada: 55.000 plantas/ha
- ✓ Germinación: 92 % = 0,92

- ✓ Superficie: 12 ha
- ✓ Peso de 1.000 semillas: 65 g

Fórmula general

Semillas requeridas = Población deseada ÷ Porcentaje de germinación (decimal)

a) Semillas que deben sembrarse por hectárea

Semillas/ha = 55.000 ÷ 0,92

Semillas/ha = 59.782,61

Como no es posible sembrar una fracción de semilla, se redondea hacia arriba:

≈ 59.783 semillas/ha

b) Semillas necesarias para 12 ha

Semillas totales = 59.782,61 × 12

Semillas totales = 717.391,30

Redondeando hacia arriba para asegurar la población requerida:

≈ 717.392 semillas

c) Kilogramos de semilla requeridos

Si 1.000 semillas pesan 65 g, primero se determina cuántos grupos de 1.000 semillas se requieren:

717.391,30 ÷ 1.000 = 717,3913 grupos de 1.000 semillas

Peso total = 717,3913 × 65 g

Peso total = 46.630,43 g

Peso total = 46.630,43 ÷ 1.000 = 46,63 kg

Resultados del problema 2

Cálculo	Resultado
Semillas por hectárea	59.783 semillas/ha
Semillas para 12 ha	717.392 semillas
Semilla requerida por peso	46,63 kg

7.3 Problema 3. Fertilización por hectárea

Un análisis de suelo determina que un cultivo de girasol necesita 90 kg/ha de N, 60 kg/ha de P_2O_5 y 70 kg/ha de K_2O. El productor dispone de urea (46 % N), fosfato diamónico (46 % P_2O_5) y cloruro de potasio (60 % K_2O).

Datos

- N requerido: 90 kg/ha – Urea: 46 % N = 0,46
- P_2O_5 requerido: 60 kg/ha – Fosfato diamónico: 46 % P_2O_5 = 0,46
- K_2O requerido: 70 kg/ha – Cloruro de potasio: 60 % K_2O = 0,60

Fórmula general

Fertilizante comercial (kg/ha) = Nutriente requerido (kg/ha) ÷ Fracción del nutriente

a) Cantidad de urea

Urea = 90 kg N/ha ÷ 0,46

Urea = 195,65 kg/ha

b) Cantidad de fosfato diamónico

Fosfato diamónico = 60 kg P_2O_5/ha ÷ 0,46

Fosfato diamónico = 130,43 kg/ha

c) Cantidad de cloruro de potasio

Cloruro de potasio = 70 kg K_2O/ha ÷ 0,60

Cloruro de potasio = 116,67 kg/ha

Cantidad total de fertilizantes comerciales

195,65 + 130,43 + 116,67 = 442,75 kg/ha

Resultados del problema 3

Fertilizante	Concentración	Necesidad	Cantidad comercial
Urea	46 % N	90 kg N/ha	195,65 kg/ha
Fosfato diamónico	46 % P_2O_5	60 kg P_2O_5/ha	130,43 kg/ha
Cloruro de potasio	60 % K_2O	70 kg K_2O/ha	116,67 kg/ha

Respuesta: con los datos proporcionados, por cada hectárea se requieren aproximadamente 195,65 kg de urea, 130,43 kg de fosfato diamónico y 116,67 kg de cloruro de potasio, equivalentes a 442,75 kg/ha de fertilizantes comerciales en total.

Nota técnica: este ejercicio utiliza únicamente las concentraciones indicadas en el enunciado. En un plan real de fertilización debe contabilizarse el aporte de todos los nutrientes declarados en la etiqueta de cada fertilizante y ajustar las dosis al análisis de suelo, rendimiento esperado y condiciones del cultivo.

7.4 Problema 4. Fertilización por planta

Enunciado. Una plantación de palma requiere una aplicación de 1,5 kg de fertilizante por planta. La densidad es de 143 plantas/ha.

Determine:

- ✓ a) Fertilizante requerido por hectárea.
- ✓ b) Fertilizante necesario para 20 ha.
- ✓ c) Número de sacos de 50 kg que deberán adquirirse.

Datos

Dosis por planta	1,5 kg/planta
Densidad	143 plantas/ha
Superficie	20 ha

a) Fertilizante requerido por hectárea

Se multiplica la dosis por planta por el número de plantas establecidas en una hectárea:

Fertilizante/ha = 1,5 kg/planta × 143 plantas/ha

Fertilizante/ha = 214,5 kg/ha

Resultado: se requieren 214,5 kg de fertilizante por hectárea.

b) Fertilizante necesario para 20 ha

Se multiplica el requerimiento por hectárea por la superficie total:

Fertilizante total = 214,5 kg/ha × 20 ha

Fertilizante total = 4.290 kg

Resultado: para 20 ha se necesitan 4.290 kg de fertilizante, equivalentes a 4,29 toneladas.

c) Número de sacos de 50 kg

El número de sacos se obtiene dividiendo la cantidad total de fertilizante para el peso de cada saco:

N.º de sacos = 4.290 kg ÷ 50 kg/saco

N.º de sacos = 85,8 sacos

Como los sacos se adquieren en unidades completas, se debe redondear hacia arriba:

N.º de sacos a adquirir = 86 sacos

Resultado: deberán adquirirse 86 sacos de 50 kg. Esto representa 4.300 kg de fertilizante, con un excedente de 10 kg respecto al requerimiento calculado.

Resumen del problema 4

Concepto	Resultado
Fertilizante por hectárea	214,5 kg/ha
Fertilizante para 20 ha	4.290 kg (4,29 t)
Sacos de 50 kg a adquirir	86 sacos

7.5 Problema 5. Ingrediente activo

Enunciado. Un herbicida comercial contiene 480 g/L de ingrediente activo. La recomendación técnica establece que deben aplicarse 960 g de ingrediente activo por hectárea.

Calcule:

- ✓ a) Litros de producto comercial requeridos por hectárea.
- ✓ b) Cantidad necesaria para tratar 15 ha.

Datos

Concentración del producto	480 g de i.a./L
Dosis recomendada	960 g de i.a./ha
Superficie a tratar	15 ha

a) Litros de producto comercial requeridos por hectárea

Para convertir la dosis de ingrediente activo a producto comercial, se divide la cantidad de ingrediente activo requerida entre la concentración del producto:

Producto comercial (L/ha) = 960 g i.a./ha ÷ 480 g i.a./L

Producto comercial = 2 L/ha

Resultado: se requieren 2 litros de producto comercial por hectárea.

b) Cantidad necesaria para tratar 15 ha

Se multiplica la dosis de producto comercial por la superficie total a tratar:

Producto total = 2 L/ha × 15 ha

Producto total = 30 L

Resultado: para tratar 15 ha se requieren 30 litros de herbicida comercial.

Resumen del problema 5

Concepto	Resultado
Producto comercial por hectárea	2 L/ha
Producto comercial para 15 ha	30 L

Nota técnica: en una recomendación real de campo, la selección y uso de cualquier herbicida debe ajustarse a la etiqueta, registro vigente, cultivo autorizado, formulación comercial y condiciones de aplicación correspondientes.

7.6 Problema 6. Volumen de aplicación

Enunciado. Una pulverizadora aplica 200 L de agua/ha. Se deben tratar 18 ha de cultivo. El tanque tiene una capacidad de 600 L.

Datos

- Volumen de aplicación = 200 L/ha
- Superficie a tratar = 18 ha
- Capacidad del tanque = 600 L

a) Volumen total de agua requerido

Se multiplica el volumen de aplicación por la superficie total:

Volumen total = 200 L/ha × 18 ha = 3.600 L

Respuesta: **3.600 L de agua.**

b) Número de cargas necesarias

Se divide el volumen total para la capacidad del tanque:

Número de cargas = 3.600 L ÷ 600 L/carga = 6 cargas

Respuesta: 6 cargas completas.

c) Hectáreas tratadas con cada tanque

Se divide la capacidad del tanque para el volumen de aplicación por hectárea:

Superficie por tanque = 600 L ÷ 200 L/ha = 3 ha

Respuesta: 3 ha por tanque.

Resumen de resultados

Cálculo	**Resultado**
Volumen total de agua	3.600 L
Número de cargas	6
Superficie por tanque	3 ha

7.7 Problema 7. Costo de una aplicación fitosanitaria

Enunciado. Para controlar una plaga se utiliza insecticida a 0,5 L/ha (USD 28/L), coadyuvante a 0,2 L/ha (USD 8/L), mano de obra de USD 12/ha y maquinaria de USD 18/ha. Se tratarán 30 ha.

Datos

- Insecticida = 0,5 L/ha a USD 28/L
- Coadyuvante = 0,2 L/ha a USD 8/L
- Mano de obra = USD 12/ha
- Maquinaria = USD 18/ha
- Superficie = 30 ha

a) Costo de insumos por hectárea

Costo del insecticida:

0,5 L/ha × USD 28/L = USD 14,00/ha

Costo del coadyuvante:

0,2 L/ha × USD 8/L = USD 1,60/ha

Costo total de insumos:

USD 14,00 + USD 1,60 = USD 15,60/ha

Respuesta: USD 15,60/ha.

b) Costo total de aplicación por hectárea

USD 15,60 + USD 12,00 + USD 18,00 = USD 45,60/ha

Respuesta: USD 45,60/ha.

c) Costo para tratar 30 ha

USD 45,60/ha × 30 ha = USD 1.368,00

Respuesta: USD 1.368,00 para 30 ha.

Resumen de resultados

Concepto	Costo
Insecticida por ha	USD 14,00
Coadyuvante por ha	USD 1,60
Total insumos por ha	USD 15,60
Mano de obra por ha	USD 12,00
Maquinaria por ha	USD 18,00
Costo total por ha	USD 45,60
Costo total para 30 ha	USD 1.368,00

Interpretación técnica: Estos cálculos permiten presupuestar una aplicación fitosanitaria y comparar alternativas de manejo antes de ejecutarlas en campo.

7.8 Problema 8. Requerimiento de agua

Enunciado. Un cultivo requiere una lámina de riego de 35 mm. Calcule el volumen de agua necesario para 1 ha y para 8 ha. Dato: 1 mm de agua aplicado sobre 1 ha equivale aproximadamente a 10 m³ de agua.

Datos

- Lámina de riego = 35 mm
- 1 mm sobre 1 ha = 10 m³ de agua
- Superficies a calcular = 1 ha y 8 ha

a) Volumen de agua necesario para 1 ha

Se multiplica la lámina de riego por el volumen equivalente de 1 mm sobre 1 ha:

Volumen = 35 mm × 10 m³/mm·ha

Volumen = 350 m³/ha

Respuesta: para regar 1 ha se requieren 350 m³ de agua.

b) Volumen de agua necesario para 8 ha

Se multiplica el volumen requerido por hectárea por la superficie total:

Volumen total = 350 m³/ha × 8 ha

Volumen total = 2.800 m³

Respuesta: para regar 8 ha se requieren 2.800 m³ de agua.

Resumen de resultados

Superficie	Volumen de agua requerido
1 ha	350 m³
8 ha	2.800 m³

7.9 Problema 9. Rendimiento por hectárea

Enunciado. En una parcela de caña de azúcar de 5 ha se cosecharon 425 toneladas. Determine el rendimiento promedio en t/ha y la producción esperada en una finca de 40 ha si se mantiene el mismo rendimiento.

Datos

- Superficie cosechada = 5 ha
- Producción obtenida = 425 t
- Superficie proyectada = 40 ha

a) Rendimiento promedio en t/ha

El rendimiento se obtiene dividiendo la producción total para la superficie cosechada:

Rendimiento = 425 t ÷ 5 ha

Rendimiento = 85 t/ha

Respuesta: el rendimiento promedio es de 85 t/ha.

b) Producción esperada en 40 ha

Se multiplica el rendimiento por hectárea por la superficie proyectada:

Producción esperada = 85 t/ha × 40 ha

Producción esperada = 3.400 t

Respuesta: en 40 ha se esperarían aproximadamente 3.400 toneladas de caña.

Resumen de resultados

Cálculo	Resultado
Rendimiento promedio	85 t/ha
Producción esperada en 40 ha	3.400 t

7.10 Problema 10. Costos y margen bruto

Enunciado. Un productor de girasol registra un costo de producción de USD 1.100/ha, un rendimiento de 2,5 t/ha y un precio de venta de USD 620/t. Determine el ingreso bruto por hectárea, el margen bruto por hectárea y el margen bruto para una superficie de 10 ha.

Datos

- Costo de producción = USD 1.100/ha
- Rendimiento = 2,5 t/ha
- Precio de venta = USD 620/t
- Superficie = 10 ha

a) Ingreso bruto por hectárea

El ingreso bruto se calcula multiplicando el rendimiento por el precio de venta:

Ingreso bruto/ha = 2,5 t/ha × USD 620/t

Ingreso bruto/ha = USD 1.550,00/ha

Respuesta: el ingreso bruto es de USD 1.550,00 por hectárea.

b) Margen bruto por hectárea

El margen bruto se obtiene restando el costo de producción al ingreso bruto:

Margen bruto/ha = USD 1.550,00 − USD 1.100,00

Margen bruto/ha = USD 450,00

Respuesta: el margen bruto es de USD 450,00 por hectárea.

c) Margen bruto para 10 ha

Se multiplica el margen bruto por hectárea por la superficie total:

Margen bruto total = USD 450,00/ha × 10 ha

Margen bruto total = USD 4.500,00

Respuesta: para 10 ha, el margen bruto es de USD 4.500,00.

Resumen de resultados

Concepto	Resultado
Ingreso bruto por ha	USD 1.550,00
Costo de producción por ha	USD 1.100,00
Margen bruto por ha	USD 450,00
Margen bruto para 10 ha	USD 4.500,00

Interpretación técnica: El margen bruto muestra la diferencia entre los ingresos generados por la producción y los costos directos de producción. Este indicador permite comparar alternativas productivas y apoyar la toma de decisiones económicas en la finca.

7.11 Problema aplicado

7.11.1 Selección técnica y económica de fungicidas en palma aceitera

Una empresa palmicultora que abastece de racimos de fruta fresca a una planta extractora debe realizar una aplicación preventiva de fungicida en 80 ha de palma aceitera, con el objetivo de reducir el riesgo de enfermedades foliares y del cogollo.

La recomendación técnica establece una dosis efectiva de 150 g de ingrediente activo (i.a.)/ha. Sin embargo, debido a las condiciones de aplicación en campo, se estima una eficiencia de aplicación del 85 % y una pérdida operativa adicional del 7 % durante la preparación, transporte y aplicación de la mezcla.

La empresa dispone de una pulverizadora con capacidad de 2.000 L, trabaja con un volumen de aplicación de 250 L/ha y cada llenado del equipo tiene un costo operativo de USD 22.

Para realizar el tratamiento se evalúan cuatro formulaciones comerciales:

Producto	**Concentración**	**Precio**
A	250 g i.a./L	USD 30/L
B	300 g i.a./L	USD 36/L
C	400 g i.a./L	USD 48/L
D	500 g i.a./L	USD 59/L

Preguntas

a) Calcule la dosis real de ingrediente activo por hectárea que debe aplicarse para garantizar que la planta reciba efectivamente los 150 g i.a./ha, considerando una eficiencia de aplicación del 85 %.

Posteriormente, determine los litros de producto comercial por hectárea requeridos para cada una de las cuatro formulaciones.

b) Determine la cantidad total de producto comercial necesaria para tratar las 80 ha, incorporando además el 7 % de pérdidas operativas.

c) Calcule para cada formulación:

- costo del fungicida por hectárea;
- costo total del fungicida para las 80 ha;
- costo operativo de los llenados de la pulverizadora;
- costo total de la aplicación;
- costo total por hectárea.

d) Determine el volumen total de mezcla necesario para tratar las 80 ha y calcule el número de llenados de la pulverizadora de 2.000 L.

e) Compare las cuatro formulaciones y determine cuál resulta técnica y económicamente más conveniente, considerando:

- cantidad de producto comercial utilizada;
- concentración de ingrediente activo;

- costo por hectárea;
- costo total de aplicación;
- facilidad de transporte, almacenamiento y manipulación.

Justifique su respuesta con base en los resultados obtenidos.

Pregunta de análisis agroindustrial

f) Considerando que la plantación produce en promedio 22 t de racimos de fruta fresca/ha/año, explique brevemente cómo un manejo fitosanitario oportuno puede influir en la productividad de la plantación, continuidad del abastecimiento de materia prima y eficiencia de la planta extractora de aceite.

7.11.2 Criterio de cálculo

Para garantizar que lleguen efectivamente 150 g i.a./ha al objetivo, primero se corrige la dosis por la eficiencia de aplicación. Después se calcula el volumen de cada formulación comercial y, para la cantidad total, se incorpora el 7 % de pérdidas operativas.

Dosis real de i.a. = Dosis efectiva ÷ Eficiencia

Dosis real de i.a. = 150 g/ha ÷ 0,85 = 176,47 g i.a./ha

Dosis real que debe cargarse: 176,47 g i.a./ha

a) Litros de producto comercial requeridos por hectárea

La cantidad de producto comercial se obtiene dividiendo la dosis real de ingrediente activo para la concentración de cada formulación:

L de producto/ha = 176,47 g i.a./ha ÷ concentración (g i.a./L)

Producto	Cálculo	Producto comercial
A	176,47 ÷ 250	0,706 L/ha
B	176,47 ÷ 300	0,588 L/ha
C	176,47 ÷ 400	0,441 L/ha
D	176,47 ÷ 500	0,353 L/ha

Texto de asignatura - Cultivos Agroindustriales | Ejercicio aplicado

b) Producto comercial total para 80 ha, incluyendo 7 % de pérdidas

Producto total = (L/ha × 80 ha) × 1,07

Producto	Procedimiento	Total requerido
A	0,7059 × 80 × 1,07	60,42 L
B	0,5882 × 80 × 1,07	50,35 L
C	0,4412 × 80 × 1,07	37,76 L
D	0,3529 × 80 × 1,07	30,21 L

Texto de asignatura - Cultivos Agroindustriales | Ejercicio aplicado

7.11.3 Solución - costos y operación

c) Costo total y costo por hectárea para cada formulación

Primero se calcula el costo del producto comercial. Luego se suma el costo operativo de los llenados de la pulverizadora, que es común para las cuatro alternativas.

Costo operativo de la pulverizadora

Volumen total de mezcla = 250 L/ha × 80 ha = 20.000 L

Número de llenados = 20.000 L ÷ 2.000 L = 10 llenados

Costo de llenados = 10 × USD 22 = USD 220

Prod.	Vol. total	Costo fungicida	Llenados	Costo total	Costo/ha
A	60,42 L	USD 1.812,71	USD 220,00	USD 2.032,71	USD 25,41/ha
B	50,35 L	USD 1.812,71	USD 220,00	USD 2.032,71	USD 25,41/ha
C	37,76 L	USD 1.812,71	USD 220,00	USD 2.032,71	USD 25,41/ha
D	30,21 L	USD 1.782,49	USD 220,00	USD 2.002,49	USD 25,03/ha

Ejemplo - formulación D: 30,21 L × USD 59/L = USD 1.782,49 de producto. Al sumar USD 220 por operación de llenado, el costo total es USD 2.002,49; dividido para 80 ha equivale a USD 25,03/ha.

d) Volumen total de mezcla y número de llenados

Volumen total = 250 L/ha × 80 ha = 20.000 L de mezcla

Hectáreas por tanque = 2.000 L ÷ 250 L/ha = 8 ha/llenado

Número de llenados = 80 ha ÷ 8 ha/llenado = 10

Se requieren 20.000 L de mezcla y 10 llenados de la pulverizadora.

Producto comercial aproximado por llenado

Como cada llenado trata 8 ha, una distribución uniforme del producto total —incluida la reserva por pérdidas— sería aproximadamente:

Producto	Cantidad por llenado
A	6,04 L
B	5,04 L
C	3,78 L
D	3,02 L

Texto de asignatura - Cultivos Agroindustriales | Ejercicio aplicado

7.11.4 Análisis técnico, económico y agroindustrial

e) Formulación técnica y económicamente más conveniente

Bajo las condiciones del ejercicio y suponiendo que las cuatro formulaciones tienen igual eficacia biológica, igual registro para el problema fitosanitario y similar comportamiento agronómico, la formulación D resulta la alternativa más conveniente.

- Es la formulación de mayor concentración: 500 g i.a./L.
- Requiere el menor volumen de producto comercial: aproximadamente 30,21 L para las 80 ha.
- Presenta el menor costo total estimado: USD 2.002,49.
- Su costo aproximado es USD 25,03/ha, ligeramente inferior a las formulaciones A, B y C.
- El menor volumen facilita transporte, almacenamiento, dosificación y manipulación en campo.

Conclusión: la formulación D es la opción técnicamente más concentrada y económicamente más favorable dentro de los supuestos

del problema. No obstante, en una decisión real también deben verificarse el ingrediente activo específico, modo de acción, eficacia sobre el patógeno objetivo, registro vigente, período de carencia, compatibilidad, riesgo de resistencia y recomendaciones de la etiqueta.

f) Relación con la cadena agroindustrial de la palma aceitera

Producción anual estimada = 22 t RFF/ha/año × 80 ha = 1.760 t RFF/año

Un manejo fitosanitario oportuno contribuye a mantener el área foliar funcional, la sanidad del cogollo y la capacidad productiva de las palmas. Esto ayuda a reducir pérdidas de racimos, mantener la regularidad de cosecha y sostener el abastecimiento de materia prima hacia la planta extractora.

Desde el punto de vista agroindustrial, una oferta más estable de racimos de fruta fresca (RFF) favorece una mejor programación de cosecha, transporte y procesamiento. También ayuda a evitar interrupciones de abastecimiento que reducen la utilización de la capacidad instalada de la planta extractora. Por ello, la protección fitosanitaria debe entenderse como parte de la eficiencia de toda la cadena: campo → cosecha → transporte → extracción → aceite → mercado.

Resumen general de resultados

Producto	**L/ha**	**Total 80 ha + 7 %**	**Costo total**	**Costo/ha**
A	0,706	60,42 L	USD 2.032,71	USD 25,41
B	0,588	50,35 L	USD 2.032,71	USD 25,41
C	0,441	37,76 L	USD 2.032,71	USD 25,41

D	0,353	30,21 L	USD 2.002,49	USD 25,03

Resultado final: Formulación recomendada dentro del ejercicio: D. Volumen total de mezcla: 20.000 L. Número de llenados: 10. Producción potencial asociada a la plantación: 1.760 t de RFF/año.

GLOSARIO

Ácaros (Tetranychus spp.): Pequeños organismos fitófagos que se alimentan de los tejidos de las hojas, provocando clorosis, necrosis y reducción de la capacidad fotosintética, especialmente en condiciones secas.

Agroecología: Disciplina que estudia la interacción entre los cultivos, el suelo, el clima y el ambiente, con el propósito de promover sistemas agrícolas productivos y sostenibles.

Anillo rojo: Enfermedad letal de la palma aceitera causada por el nematodo *Bursaphelenchus cocophilus*, transmitido principalmente por el picudo *Rhynchophorus palmarum*.

Aquenio: Fruto seco característico del girasol, que contiene una sola semilla y cuya cubierta no se encuentra adherida a la pared del fruto.

Automeris belti: Insecto defoliador conocido como gusano peludo, cuyas larvas poseen setas urticantes que pueden afectar tanto al follaje de la palma como a los trabajadores durante las labores de campo.

Ciclo vegetativo: Período comprendido desde la germinación hasta la cosecha de un cultivo. En el girasol puede variar aproximadamente entre 90 y 130 días, dependiendo de la variedad y las condiciones ambientales (Castaño & Botero, 2018).

Deforestación: Pérdida o eliminación de la cobertura forestal, frecuentemente asociada con cambios en el uso del suelo. Constituye

uno de los principales desafíos ambientales relacionados con la expansión de determinados cultivos.

Erosión: Proceso de pérdida de la capa superficial y fértil del suelo ocasionado principalmente por el agua o el viento. Puede reducirse mediante coberturas vegetales y prácticas adecuadas de conservación.

Fertirrigación: Técnica que permite aplicar fertilizantes disueltos a través del sistema de riego, facilitando una nutrición más eficiente, localizada y ajustada a las necesidades del cultivo (Lal, 2020).

Fertilización: Aplicación planificada de nutrientes esenciales para favorecer el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos. Debe sustentarse, preferentemente, en análisis de suelo y diagnóstico nutricional.

Flecha seca: Fisiopatía de la palma aceitera caracterizada por el secado de la parte apical del cogollo, generalmente asociada con deficiencias nutricionales, estrés hídrico u otras condiciones desfavorables de manejo.

Fotoperiodo: Respuesta de las plantas a la duración relativa de los períodos de luz y oscuridad. En el girasol influye en diferentes procesos de crecimiento y desarrollo, aunque muchas variedades presentan comportamiento de día neutro (López et al., 2016).

Heliotropismo: Movimiento o cambio de orientación de determinadas estructuras de la planta en respuesta a la posición del sol. Es especialmente visible en plantas jóvenes de girasol.

Labranza secundaria: Conjunto de operaciones realizadas después de la labranza primaria, normalmente con rastra, rotocultor u otros implementos, para afinar, nivelar y preparar adecuadamente la cama de siembra (Sánchez et al., 2017).

Leptopharsa gibbicarina: Insecto conocido como chinche de encaje que se alimenta de la savia de las hojas de palma aceitera y puede provocar clorosis, manchas necróticas y reducción de la actividad fotosintética.

Manejo agronómico: Conjunto de prácticas técnicas aplicadas durante el establecimiento y desarrollo de un cultivo, incluyendo preparación del suelo, siembra, fertilización, riego, control de malezas, manejo fitosanitario y cosecha.

Manejo integrado de plagas (MIP): Estrategia de manejo que combina métodos preventivos, culturales, biológicos, físicos y químicos para mantener las poblaciones de plagas por debajo de niveles económicamente perjudiciales, procurando reducir los impactos sobre el ambiente y la salud (FAO, 2020).

Mancha anular: Enfermedad asociada a fitoplasmas que puede afectar la palma aceitera, provocando alteraciones foliares, clorosis, necrosis y dificultades en el transporte normal de nutrientes dentro de la planta.

Marchitez letal: Enfermedad grave de la palma aceitera caracterizada por amarillamiento, necrosis, debilitamiento progresivo y eventual muerte de la planta. Su etiología puede variar según las condiciones y la región productora.

Materia orgánica: Fracción del suelo formada por residuos vegetales y animales en distintos estados de descomposición. Contribuye a mejorar la estructura, fertilidad, actividad biológica y capacidad de retención de agua del suelo.

Opsiphanes cassina: Especie de mariposa cuyas larvas actúan como defoliadoras de la palma aceitera. En altas poblaciones pueden reducir considerablemente el área foliar y afectar la fotosíntesis y productividad.

Palma aceitera: *Elaeis guineensis* Jacq. Especie oleaginosa perenne originaria de África tropical, cultivada ampliamente por su elevada capacidad de producción de aceite vegetal.

Picudo del racimo: Nombre común asociado a *Rhynchophorus palmarum*, coleóptero que ocasiona daños en tejidos de las palmas y puede actuar como vector del nematodo causante del anillo rojo.

Preemergente: Producto herbicida aplicado antes de la emergencia de las malezas, con el propósito de impedir o reducir su establecimiento durante las primeras etapas del cultivo (Derpsch & Friedrich, 2009).

Pudrición anular del estípite: Enfermedad asociada con hongos del género *Ganoderma*, capaces de producir deterioro progresivo de los tejidos basales del estípite, debilitando estructuralmente la palma.

Pudrición del cogollo: Enfermedad de gran importancia en palma aceitera, asociada con *Phytophthora palmivora*, que provoca necrosis y deterioro de los tejidos del cogollo y puede ocasionar la pérdida de la planta.

Radiación solar: Energía proveniente del sol indispensable para el proceso de fotosíntesis. Su intensidad y duración influyen directamente en el crecimiento, desarrollo y productividad de los cultivos.

Raquitismo: Desarrollo anormalmente reducido de una planta, que puede estar relacionado con enfermedades, deficiencias nutricionales, estrés hídrico u otras condiciones desfavorables.

Rendimiento: Cantidad de producto obtenida por unidad de superficie cultivada. Generalmente se expresa en kilogramos o toneladas por hectárea y constituye uno de los principales indicadores de productividad agrícola.

Riego por goteo: Sistema de riego localizado que suministra agua de forma lenta y controlada directamente a la zona radicular, permitiendo mejorar la eficiencia en el uso del recurso hídrico.

RSPO: Siglas de *Roundtable on Sustainable Palm Oil*. Organización internacional que promueve criterios y estándares orientados hacia una producción de aceite de palma ambiental y socialmente responsable.

Siembra en tresbolillo: Sistema de distribución de plantas en el terreno formando triángulos equiláteros. Permite un mejor aprovechamiento del espacio, la radiación solar y la superficie disponible.

Subsolador: Implemento agrícola empleado para romper capas compactadas del suelo a profundidad sin voltearlo completamente, favoreciendo la infiltración de agua, aireación y desarrollo radicular (MAG, 2022).

Trasplante: Proceso mediante el cual una plántula es trasladada desde el vivero o semillero hasta su lugar definitivo en campo, procurando mantener la integridad de sus raíces y favorecer su establecimiento.

Umbral económico: Nivel de población de una plaga o intensidad de daño a partir del cual las pérdidas económicas justifican la implementación de una medida de control fitosanitario (FAO, 2018).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Alpizar, D., Fallas, M., & Oehlschlager, A. C. (2002). Management of *Rhynchophorus palmarum* in palm plantations in Costa Rica. *Florida Entomologist, 85*(3), 426–430.

Bonsucro. (2022). *Production standard v5.1*. https://bonsucro.com

Cabrera, H., Méndez, R., & Palacios, A. (2018). *Manejo agronómico de la caña de azúcar: Fundamentos y prácticas sostenibles*. Universidad de Caldas.

Castaño, R., & Botero, L. (2018). El cultivo de girasol: Requerimientos, manejo y potencial productivo. *Revista Colombiana de Agronomía, 24*(1), 45–53.

Cenipalma. (2017). *Manual de buenas prácticas agrícolas en palma de aceite*. Centro de Investigación en Palma de Aceite.

Cerdas, L., & Chinchilla, C. (2005). Evaluación de la chinche de encaje (*Leptopharsa gibbicarina*) en palma aceitera. *Revista Agronomía Mesoamericana, 16*(1), 49–56.

Conservation Letters. (2021). Ecological connectivity loss from oil palm expansion. *Conservation Letters, 14*(2), e12758.

Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). *The oil palm* (5th ed.). Wiley-Blackwell.

Cruz, H., & Díaz, F. (2016). Manejo de ácaros en palma de aceite. *Revista Palmas, 37*(2), 38–44.

Derpsch, R., & Friedrich, T. (2009). *Global overview of conservation agriculture adoption*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Donough, C., Witt, C., & Fairhurst, T. (2009). Yield intensification in oil palm plantations through best management practices. *Better Crops, 93*(1), 12–14.

Fairhurst, T., & Härdter, R. (2003). *Oil palm: Management for large and sustainable yields*. PPI/PPIC.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2018). *Guía para el manejo sostenible del girasol*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020a). *Cultivos oleaginosos y seguridad alimentaria*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020b). *Manual técnico sobre oleaginosas y sistemas conservacionistas*. FAO América Latina.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020c). *Oil crops market review: Emerging trends and issues*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020d). *Sugar crops*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020e). *Sugar crops and their processing systems*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2021). *Climate-smart agriculture: Oil palm sector report*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2022). *Oilcrops monthly bulletin*. FAO Agricultural Market Information System.

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Oil crops market summary: March 2024*. https://www.fao.org

Franco, J. H., Moreno, J. P., & Torres, E. M. (2010). Evaluación del daño de defoliadores en palma de aceite. *Revista Palmas, 31*(1), 20–27.

Gallego, D. F., et al. (2015). *Manejo integrado de plagas en palma de aceite*. Cenipalma.

Gallego, D. F., García, A. M., & Restrepo, D. C. (2015). *Manejo biológico de defoliadores en palma de aceite*. Cenipalma.

Genty, P., Desmier de Chenon, R., & Morin, J. P. (1978). Les lépidoptères défoliateurs de palmier à huile en Amérique Latine. *Oléagineux, 33*(4), 181–189.

Global Forest Watch. (2020). *Palma aceitera y deforestación tropical 2000–2018*. https://www.globalforestwatch.org

Griffith, R. (1987). Red ring disease of coconuts and oil palms. *Plant Disease, 71*(3), 193–196.

Heiser, C. (1976). *The sunflower*. University of Oklahoma Press.

IndexMundi. (2024). *Palm oil production by country in 2024/2025*. https://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil&graph=production

International Union for Conservation of Nature. (2018). *Oil palm and biodiversity*.

Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability, 7*(5), 5875–5895.

Lal, R. (2020). *Soil health and sustainable agriculture*. CRC Press.

López, F., Ortega, C., & Ramos, M. (2016). Agroclimatología del cultivo de girasol en zonas tropicales. *Revista AgroCiencia, 50*(3), 122–130.

Martínez, J., Zambrano, A., & López, F. (2020). Manejo integrado de plagas en palma de aceite. *Revista AgroColombia, 12*(2), 34–42.

Martínez, M., Herrera, J., & Rincón, A. (2015). Manejo de enfermedades en palma de aceite. *Revista Palmas, 36*(1), 45–52.

Meijaard, E., Garcia-Ulloa, J., Sheil, D., Wich, S. A., Carlson, K. M., Juffe-Bignoli, D., & Brooks, T. M. (2020). *Biological Conservation, 241*, 108298.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2022a). *Boletín estadístico agropecuario del Ecuador*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2022b). *Boletín estadístico de la caña de azúcar en Ecuador*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2022c). *Boletín técnico de cultivos alternativos: Girasol en Ecuador*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2022d). *Estadísticas del cultivo de caña de azúcar en Ecuador*.

Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. (2023). *Estadísticas agroproductivas del cultivo de palma aceitera*. https://www.agricultura.gob.ec

Montenegro, L., & Delgado, V. (2017). *Agroecología andina: Prácticas sostenibles en cultivos tradicionales*. FLACSO Ecuador.

Montoya, C., García, J., & Prada, F. (2020). Diagnóstico y manejo integrado de enfermedades en palma aceitera. *AgroCiencia Colombia, 17*(3), 112–118.

Oehlschlager, A. C. (2010). The red ring disease of palms: A major threat to oil palm plantations. *Journal of Insect Science, 10*(1), 1–14.

Oil World. (2023). *Annual oilseeds and oils report*.

Oil World. (2024). *Monthly oilseeds and oil reports*. ISTA Mielke GmbH. https://www.oilworld.biz

Rees, R. W., Flood, J., Hasan, Y., Potter, U., & Cooper, R. M. (2009). *Ganoderma boninense* in oil palm plantations: Current thinking on epidemiology, resistance and pathology. *Plant Pathology, 58*(3), 489–502.

Restrepo, S., Franco, J. H., & Peña, R. (2018). Desequilibrios nutricionales y fisiopatías en palma de aceite. *Cenipalma Documentos Técnicos, 43*, 1–24.

Rodríguez, R., & Chinchilla, C. (2004). Evaluación de poblaciones de ácaros en palma de aceite. *Revista Agronomía Costarricense, 28*(1), 67–75.

Roundtable on Sustainable Palm Oil. (2022). *Principles & criteria for the production of sustainable palm oil*. https://rspo.org

Salas, A., & Ramírez, D. (2012). Evaluación de plagas emergentes en palma. *Revista Palmas, 33*(2), 44–51.

Sánchez, M., Pérez, J., & Orozco, E. (2017). *Nutrición mineral en cultivos de oleaginosas*. Ediciones UNAL.

Sarria, G. A., Romero, H. M., & Díaz, F. (2013). *Biocontrol y monitoreo de ácaros en palma africana*. Cenipalma.

Turner, P. D., & Gillbanks, R. A. (2003). *Oil palm cultivation and management*. Malaysian Palm Oil Board.

UNICA. (2021a). *Brazilian Sugarcane Industry Association: Annual report*.

UNICA. (2021b). *Relatório anual da indústria da cana-de-açúcar no Brasil*. São Paulo, Brasil.

United Nations Environment Programme. (2020). *Global chemicals outlook II: From legacies to innovative solutions*.

United States Department of Agriculture. (2023). *World agricultural production: Oilseeds update*.

United States Department of Agriculture, Foreign Agricultural Service. (2024). *Oilseeds: World markets and trade—March 2024*. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/

Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., & Smith, S. J. (2016). The impacts of oil palm on recent deforestation and biodiversity loss. *PLOS ONE, 11*(7), e0159668.

Wetlands International. (2019). *Peatland conversion and CO_2 emissions in Indonesia*. https://www.wetlands.org

Woittiez, L. S., van Wijk, M. T., Slingerland, M., van Noordwijk, M., & Giller, K. E. (2017). Yield gaps in oil palm: A quantitative review of contributing factors. *European Journal of Agronomy, 83*, 57–77.

World Wildlife Fund. (2019). *Impacts of palm oil on water resources in Southeast Asia*.

Cultivos agroindustriales, se publicó en el mes de noviembre de 2026.

ISBN: 978-9907-852-24-0

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

BIOGRAFÍA DEL AUTOR

Juan Carlos Escaleras Medina:
Es ingeniero agrónomo, Magíster en Impactos Ambientales y en Agronomía, mención Producción Vegetal. Posee amplia experiencia como docente universitario, consultor del PNUD y especialista en sostenibilidad agrícola. Ha liderado proyectos nacionales de Buenas Prácticas Agrícolas, manejo responsable de plaguicidas Campo Limpio, capacitación técnica e investigación agroambiental aplicada.

CULTIVOS AGROINDUSTRIALES

Estimado lector, en el contexto actual de los sistemas de salud, caracterizados por el incremento de enfermedades crónicas y patologías complejas, la enfermería especializada desempeña un papel esencial en la prestación de cuidados integrales, seguros y humanizados. La creciente demanda asistencial exige profesionales con competencias científicas, clínicas y éticas que permitan abordar eficazmente las necesidades del paciente mediante el razonamiento clínico, la toma de decisiones basada en evidencia y la aplicación sistemática del Proceso de Atención de Enfermería como herramienta fundamental para garantizar una atención individualizada y de calidad.

La obra Enfermería Especializada: Fundamentos, Procesos y Cuidados Integrales en Patologías Complejas surge como una respuesta académica a estas necesidades formativas, ofreciendo un abordaje estructurado de patologías prioritarias que impactan significativamente la morbimortalidad hospitalaria. El texto integra fundamentos teóricos actualizados, fisiopatología, medios diagnósticos, tratamiento y cuidados enfermeros sustentados en las taxonomías NANDA, NIC y NOC, favoreciendo la articulación entre el conocimiento científico y la práctica clínica.

Dirigido a estudiantes y profesionales de enfermería, este libro constituye una herramienta pedagógica orientada al fortalecimiento de competencias clínicas en el manejo de pacientes con condiciones complejas, promoviendo la detección temprana de complicaciones, la monitorización continua, la educación terapéutica y el cuidado centrado en la persona. Su enfoque didáctico, apoyado en organizadores gráficos y casos clínicos, facilita el aprendizaje significativo y el desarrollo del juicio clínico enfermero.

En un escenario sanitario dinámico y en constante evolución, esta obra representa un aporte relevante para la formación de profesionales comprometidos con la práctica basada en evidencia, la seguridad del paciente y la excelencia del cuidado, consolidando el rol de la enfermería especializada como eje fundamental en la atención integral de la salud.

GRUPO BLR

Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
https://grupoblr.com/
publicaciones@grupoblr.com

ISBN: 978-9907-852-24-0

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA 1969