

Caracterización agroecológica y productiva de *Passiflora ligularis* en Ecuador

ISBN: 978-9907-852-00-4

Verónica Lucía Caballero Serrano

Juan Carlos Carrasco Baquero

Luis Felipe Lema Palaquibay

2026



CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE PASSIFLORA LIGULARIS EN ECUADOR

AUTORES:

VERONICA LUCIA CABALLERO SERRANO

JUAN CARLOS CARRASCO BAQUERO

EDMUNDO RODRIGO CALUÑA SÁNCHEZ



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

©Grupo Editorial BLR
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo
Riobamba – Ecuador
Correo: publicaciones@grupobl.com
<https://grupobl.com/libros-investig>
REPOSITORIO



Caballero, V., Carrasco, J., Lema, I. (2026) Caracterización agroecológica y productiva de *Passiflora Ligularis* en Ecuador. Grupo Editorial BLR.

© Veronica Lucia Caballero Serrano
Juan Carlos Carrasco Baquero
Luis Felipe Lema Palaquibay

ISBN: 978-9907-852-00-4

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.

FILIACIONES DE LOS AUTORES

Veronica Lucia Caballero Serrano

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Correo Electrónico: veronica.caballero@espoch.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3434-1877>

Juan Carlos Carrasco Baquero

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Correo Electrónico: <https://orcid.org/0000-0002-8412-0549>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8412-0549>

Luis Felipe Lema Palaquibay

Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

Correo Electrónico: luisf.lema@espoch.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1898-0954>



**Escuela Superior
Politécnica de Chimborazo**



GRUPO BLR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
INTRODUCCIÓN.....	5
JUSTIFICACIÓN	11
CAPÍTULO I.....	117
1 GENERALIDADES	117
1.1 Origen.....	117
1.2 Antecedentes históricos.....	118
1.3 Botánica.....	120
1.3.1 Raíz	123
1.3.2 Tallo	125
1.3.3 Glándulas peciolares	127
1.3.4 Hoja.....	129
1.3.5 Flor	130
1.3.6 Fruto	132
1.3.7 Semilla	134
1.4 Parámetros ambientales.....	136
1.4.1 Pluviosidad.....	136
1.4.2 Temperatura	137
1.4.3 Suelo.....	138
1.4.4 Altitud.. ..	140
1.5 Ecofisiología de <i>P. ligularis</i>	141
1.6 Propagación.....	147
1.7 Enemigos naturales	148
1.8 Distribución.....	149
1.9 Etnobotánica.....	150
1.10 Cosecha	152

CAPÍTULO II.....	155
2 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS.....	155
2.1 Características morfológicas del fruto y semilla.....	156
2.2 °Brix.....	163
2.3 pH.....	164
2.4 Análisis de correlación.....	165
2.5 Análisis de componentes principales.....	166
2.6 Dendrograma de agrupación jerárquica.....	168
CAPÍTULO III.....	172
3 VALORACIÓN ECONÓMICA.....	172
3.1 Rentabilidad.....	172
3.1.1 Costos de producción de la granadilla.....	172
3.1.2 Canales de comercialización de granadilla.....	174
3.1.3 Precio de mercado de la granadilla.....	175
3.1.4 Rendimiento y producción.....	176
3.1.5 Evaluación económica de la producción de granadilla.....	177
3.1.6 Comercialización e intermediación.....	178
3.1.7 Mano de obra y empleo rural.....	179
3.1.8 Exportaciones.....	180
CAPÍTULO IV.....	183
4 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO.....	183
4.1 Análisis de suelo.....	183
CAPÍTULO V.....	192
5 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y QUÍMICAS.....	192
5.1 Características químicas.....	192
5.2 Características bromatológicas.....	194

CAPÍTULO VI	197
6 MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN	197
6.1 Porcentaje de germinación	197
CAPÍTULO VII	204
7 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN	204
7.1 Programa de Innovación Gastronómica liderado por mujeres para el desarrollo de nuevos productos derivados de <i>P. ligularis</i>	205
7.2 Programa orientado a la conservación de la diversidad genética de la granadilla como la implementación de bancos de germoplasma de características fenotípicas superiores que se consoliden como un componente estratégico para dinamizar la economía de distintas localidades del Ecuador.	211
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	235



INTRODUCCIÓN

La región Andina, geográficamente, es una cadena montañosa, con una longitud de unos 8.500 km, desde Chile hasta Venezuela, pasando por países como Argentina, Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia, con altitudes entre 3.000 y 4.000 m s.n.m. rodeando la zona costera del Océano Pacífico (Guerrero et al., 2011). Los Andes tropicales conforman una extensa región montañosa cuyo ancho oscila aproximadamente entre 250 y 750 km, y que en conjunto abarca cerca de 2,87 millones de km² (Orme, 2007). Esta región concentra alrededor del 15 % de la diversidad vegetal registrada a escala mundial, lo que evidencia su extraordinaria riqueza biológica y su relevancia como uno de los principales centros de biodiversidad del planeta (Peyre et al., 2019; Campos et al., 2018). Además, varias especies frutales de importancia agrícola y alimentaria tienen su origen en estas zonas de Sudamérica (Ligarreto, 2012). A pesar de esta riqueza natural, los Andes tropicales también constituyen un territorio ambiental y socialmente vulnerable. Izquierdo y Roca (1998) señalaron que en esta ecorregión habitan más de 60 millones de personas, una proporción importante de las cuales depende directamente de las actividades rurales y agrícolas, muchas veces bajo condiciones económicas desfavorables.

Las frutas tropicales están adquiriendo en las últimas décadas una mayor importancia por su alta composición nutricional, siendo estos minerales, vitaminas y azúcares que favorecen a las necesidades nutricionales para el bienestar humano (Cádiz-Gurrea et al., 2020). De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2004), la actividad productiva y comercial de

especies frutales tropicales aumentará durante la próxima década y los países de economías emergentes generarán el 98 % del total de la producción mundial. La FAO estima un aumento del 9,6 % en la producción de frutas tropicales en los próximos años (FAO, 2020). Las frutas tropicales ocupan un nicho único en el sector agrícola mundial, ya que contribuyen al 62 % del suministro de frutas frescas en el mundo (Kusumaningrum et al., 2015). Actualmente, Asia es el mayor actor en la producción de frutas tropicales con aproximadamente el 86 % de la producción mundial agregada durante el trienio 2015-2017 (Altendorf, 2019).

Las frutas del trópico, con su producción y oferta durante todo el año, abren un mundo de posibilidades para ampliar los cultivos e incrementar las exportaciones (Blancke, 2016). Sin embargo, falta mucho para su cultivo adecuado y la comprensión de sus requerimientos agroclimáticos (Fischer et al., 2016). Así, el desarrollo de cultivos frutales andinos se visualiza como un aporte esencial y saludable al consumo alimentario mundial (Viera et al., 2019). Muchas de estas frutas “exóticas” son clasificadas como alimentos funcionales importantes (Moreno et al., 2014; Campos et al., 2018), no sólo en sus países de origen sino también para poblaciones de regiones de mayor latitud (Ramadan, 2011), resultando en una oportunidad de exportación para muchos países andinos (Moreno-Miranda et al., 2019).

Las pasifloráceas son una familia de plantas de amplia distribución principalmente en regiones tropicales, está constituida por 31 géneros y aproximadamente 1000 especies. En América están distribuidas en cuatro géneros y aproximadamente 600 especies, siendo predominantes

del género *Passiflora* (Escobar, 1988). El mayor número de especies del género *Passiflora* se encuentra en la región Andina y de acuerdo con Hernández y Bernal (2000), cerca del 72 % se localizan en áreas con alturas superiores a los 1.500 msnm. América del Sur se ha convertido en una fuente biológica y comercial de este género de plantas (Dhawan et al., 2004), como *Passiflora edulis* Sims. var. *flavicarpa* (maracuyá), *P. ligularis* Juss. (granadilla), *P. tarminiana* (curuba) y *P. edulis* Sims. (gulupa), debido a su plasticidad de mercado ya sea como frutas frescas o alimentos procesados.

La granadilla (*Passiflora ligularis*) tiene su origen en las regiones tropicales de América, distribuida desde el sur de México hasta Perú en Sudamérica (Benalcázar et al., 2001), el nombre de la especie (*ligularis*) se debe a las glándulas pecioladas muy alargadas y liguliformes, llamadas lígulas que recubren la base de la hoja (Rivera et al., 2002). Por su sabor distintivo dulce y aroma agradable, *P. ligularis* produce un fruto de potencial de aceptación para el consumo fresco; el jugo dulce y agradable se consume con las semillas. La granadilla (*P. ligularis*) está incluida en el grupo de “frutas tropicales secundarias”, que por su producción y valor económico en el mercado puede ubicarse en un nicho potencial en los mercados.

Esta especie es la segunda de importancia económica del género *Passiflora*, después de la maracuyá (*P. edulis*), se comercializa en mercados locales y se exporta a mercados internacionales por su sabor característico y aporte nutricional (potasio, vitamina C, vitamina A, magnesio, calcio) (Yockteng et al., 2011; Arias-Suárez et al., 2016). Los líderes regionales en producción son Colombia, Perú y Ecuador, donde

es cultivada por agricultores en pequeña escala, sobre todo en zonas de pendientes muy pronunciadas y estos cultivos no superan los 1,5 ha (Parra, 2013; Gutiérrez-Chacón et al., 2018).

En Ecuador, *P. ligularis* se produce en áreas de clima templado-frío, donde la temperatura media anual oscila entre 15 y 20 °C. Prefiere suelos con una profundidad no menor a 80 cm, que tengan un buen drenaje, texturas franco, franco arenoso o franco arcilloso con un contenido adecuado de materia orgánica y un pH entre 6 y 6,5. Se cultiva en zonas ubicadas entre los 800-2600 m s. n. m. en las provincias de Imbabura, Pichincha, Tungurahua, Azuay y Loja (Villavicencio y Vásquez, 2008). La demanda hídrica de la granadilla varía entre 1500 y 3200 mm bien distribuidos durante todo el año (Villavicencio y Vásquez, 2008; Melgarejo et al., 2015).

De acuerdo con Navarrete (2017), la granadilla en la provincia de Imbabura - Ecuador alcanza una producción anual 4,5 a 6,0 t/ha, considerada baja, puesto que en Colombia se reportan rendimientos entre 10 y 14 t/ha (Ocampo et al., 2015), siendo una de las principales causas de bajos rendimientos el inadecuado manejo nutricional (Moura et al., 2017), para el 2024 los principales mercados de importancia fueron España, Hong Kong y Canadá, donde el precio se mantuvo en 5,6 dólares por kilogramo, en este año las exportaciones de granadilla alcanzaron las 2000 toneladas por un valor de 7 millones de dólares (Carrasco et al., 2025).

En este contexto, el presente libro está compuesto de siete capítulos, los cuales buscan ampliar el conocimiento sobre esta especie de importancia

ecológica, económica y sociocultural. De ahí que el libro se encuentra estructurado de la siguiente manera:

El capítulo I está enfocado a las generalidades, que abarca el origen, botánica (raíz, tallo, hojas, flor, fruto y semilla), parámetros ambientales (pluviosidad, temperatura, suelo, altitud) ecofisiología (contenido de clorofila, fotosíntesis, conductancia estomática), propagación, enemigos naturales, distribución, usos etnobotánicos y cosecha.

En el capítulo II se analizan las características morfométricas del fruto (peso, grosor de la cáscara, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso de la cáscara, peso del anillo carnoso, peso de la pulpa con semillas, peso total de las semillas, número de semillas por fruto, peso de la pulpa sin semillas y peso de mucílago), semilla (peso de la semilla, diámetro ecuatorial de la semilla, diámetro polar de la semilla, ancho de la semilla, área de la semilla, perímetro de la semilla), pH, °Brix, análisis de correlación, análisis de componentes principales y dendrograma de agrupación jerárquica.

El capítulo III analiza la valoración económica generada por la venta de granadilla con los costos totales de producción, donde se incluyen la rentabilidad, costos de producción, canales de comercialización, precio de mercado, rendimiento y producción de la granadilla.

El capítulo IV se enfoca en las características físicas (conductividad) y químicas (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, materia orgánica y pH) del suelo donde se distribuye *P. ligularis*.

El capítulo V describe las características bromatológicas (humedad,

ceniza, fibra bruta, azúcares reductores, grasa total, carbohidratos, energía y proteína) y químicas (calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasio, polifenoles totales, vitamina A, vitamina C, pH y °Bx) de la pulpa del fruto de *P. ligularis* de los Andes del Ecuador.

El capítulo VI trata sobre los métodos de escarificación (remojo, durante 24 horas, limadas o lijadas y recorte del área apical de la semilla) y tipo de sustrato (combinación proporcional entre tierra, turba, pomina y arena de río) ideal para la multiplicación de *P. ligularis*, siendo el idóneo el tratamiento de remojo por 24 horas y el tipo de sustrato turba al 100 %.

El capítulo VII está dedicado a determinar las estrategias de conservación de *P. ligularis*. Para ello, se definieron los ejes estratégicos, programas, proyectos, enfocados principalmente en aprovechamiento gastronómico y conservación.

JUSTIFICACIÓN

P. ligularis es una planta que presenta un importante potencial para el país, tanto en términos agrícolas como en la conservación de la biodiversidad. Las características morfométricas del fruto, tales como el tamaño y propiedades nutricionales, son factores relevantes para la agricultura, al ofrecer una alternativa viable para el desarrollo de cultivos diversificados.

Este tipo de cultivos puede contribuir al incremento de la producción agrícola en zonas rurales del país, generando oportunidades económicas tanto para pequeños productores como para grandes corporaciones agrícolas. En el Ecuador, debido a su geografía y ubicación en la línea ecuatorial, presenta una alta vulnerabilidad al cambio climático. La evaluación de la distribución de *P. ligularis* permite comprender cómo esta especie podría adaptarse a los cambios de las condiciones ambientales. Este conocimiento es crucial para desarrollar estrategias de manejo agrícola y preservar un cultivo.

La granadilla es un producto agrícola con un notable potencial para generar valor económico significativo para los productores de las zonas rurales de los Andes. Su cultivo genera empleo, diversificación agrícola y aumenta la oferta de productos para la exportación principalmente a mercados de Europa y Asia, esto debido a las propiedades de alto valor nutricional de esta especie que pueden favorecer la seguridad alimentaria, particularmente en comunidades rurales y en poblaciones vulnerables. La Constitución de 2008, en su Artículo 283, establece que el Ecuador se orienta hacia una economía social y solidaria, lo que hace

aún más pertinente el fomento de cultivos como la *P. ligularis* en el marco de políticas públicas que favorezcan la equidad y la justicia social.

Las propiedades del suelo ecuatoriano, que varían significativamente en toda la extensión de los Andes, por lo cual determinar las características físico-químicas de los suelos en diversas zonas del país es esencial para determinar qué regiones son más aptas para el cultivo de esta especie y cómo se podrían mejorar las condiciones del suelo en caso de ser necesario. La Constitución en su Artículo 14 y 281 establecen que la soberanía alimentaria y la protección de los recursos naturales son parte integral de los derechos de la población, lo que implica una responsabilidad del Estado en la promoción de prácticas agrícolas sostenibles que resguarden la salud del suelo y sus capacidades productivas.

En el contexto de la biodiversidad ecuatoriana, la *P. ligularis* no solo debe ser valorada por sus beneficios económicos, sino también por su papel en los ecosistemas. La conservación de esta planta, tanto en su estado silvestre como cultivado, es fundamental para preservar los servicios ecosistémicos que ofrece, como la polinización y la preservación de especies asociadas. Además, al ser una planta que se adapta a diversas características ecológicas, su cultivo en agroecosistemas puede contribuir a la restauración de áreas degradadas y la mejora de la calidad del ambiente. La Constitución del Ecuador, a través de sus artículos 71 y 72, establece la obligación del Estado de proteger la biodiversidad y de adoptar medidas para su conservación, por lo cual debe incluir la protección de especies como la *P. ligularis*.

Por tal motivo, el siguiente estudio tuvo como objetivos caracterizar la morfometría del fruto, valoración económica, características físico-químicas del suelo, características bromatológicas y químicas, métodos de escarificación y estrategias de conservación de *P. ligularis* de accesiones distribuidas en la Región Andina del Ecuador. Esta caracterización de *P. ligularis* contribuirá al establecimiento de futuros programas de mejoramiento genético mediante la selección de fenotipos superiores que posean características para el comercio internacional además de sentar bases para desarrollar planes de conservación que contribuyan al patrimonio alimentario natural.

Finalmente, el presente documento integra la información generada a partir de los resultados del proyecto de investigación institucional de la ESPOCH denominado: “Caracterización y diversidad genética de Passifloras, para el fortalecimiento de la producción y comercialización, en productores campesinos en diversas localidades del Ecuador”.



CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 Origen

Passiflora ligularis, conocida comúnmente como granadilla dulce, es una planta de la familia *Passifloraceae*, reconocida por su fruto dulce y aromático. Originaria de las regiones tropicales y subtropicales de América (Ecuador, Perú, Colombia y Bolivia), particularmente de las tierras altas andinas, esta especie prospera de manera adecuada en altitudes entre 1400 y 2700 msnm y se cultiva tanto para el consumo local como para la exportación (Espinosa et al., 2018; Romero et al., 2020). La granadilla dulce juega un papel importante en las economías agrícolas, especialmente en países como Colombia y Ecuador, donde contribuye sustancialmente a los mercados de frutas y apoya a las comunidades agrícolas locales (Verona-Ruiz et al., 2020).

La clasificación ha evolucionado significativamente desde finales del siglo XIX, con notables contribuciones de botánicos como Feuillet y MacDougal (2003), Muschner et al. (2003) y Yockteng y Nadot (2004). Los estudios modernos enfatizan los orígenes del género en el Nuevo Mundo y destacan relaciones filogenéticas complejas, lo que indica que las especies de *Passiflora* experimentaron múltiples radiaciones, lo que enriquece la comprensión de su importancia ecológica y agrícola (Ocampo, 2007). Los atributos culinarios y nutricionales de la granadilla dulce aumentan su popularidad, ya que la fruta es rica en vitaminas, minerales y antioxidantes, proporcionando diversos beneficios para la salud (Villamizar de Borrero et al., 1992). Su perfil de sabor único,

caracterizado por un equilibrio de dulzura y acidez, lo convierte en un ingrediente buscado en bebidas, postres y diversos platos culinarios en toda América Latina (Cárdenas-Hernández et al., 2011).

Además, la importancia histórica y cultural de la fruta, incluidas sus asociaciones simbólicas dentro de contextos religiosos, subraya aún más su papel multifacético en la sociedad (Pérez, 2007). A pesar de su importancia económica y cultural, el cultivo de *P. ligularis* enfrenta desafíos, incluida la susceptibilidad a las enfermedades y los impactos del cambio climático en las condiciones de crecimiento (Franco-Mora et al., 2008). La investigación en curso sobre prácticas agrícolas sostenibles y diversidad genética tiene como objetivo mitigar estas amenazas, garantizando la resiliencia y viabilidad de la producción de granadilla dulce en un entorno en constante cambio (Miranda et al., 2009).

1.2 Antecedentes históricos

La relación entre *P. ligularis* y las poblaciones andinas parece ser bastante antigua. No se limita al cultivo actual. En el valle de los Quijos, en los Andes orientales del Ecuador, se han identificado restos macrobotánicos atribuidos a *P. ligularis* en contextos arqueológicos correspondientes aproximadamente al periodo comprendido entre 1151 y 1613 d.C. La granadilla aparece allí junto con otras plantas utilizadas por las poblaciones locales, entre ellas maíz, fréjol, capulí, mora y uvilla, lo que sugiere que formaba parte del conjunto de recursos vegetales aprovechados en esta región andino-amazónica antes del periodo colonial (Cuéllar, 2009; Morcote-Ríos, 2006).

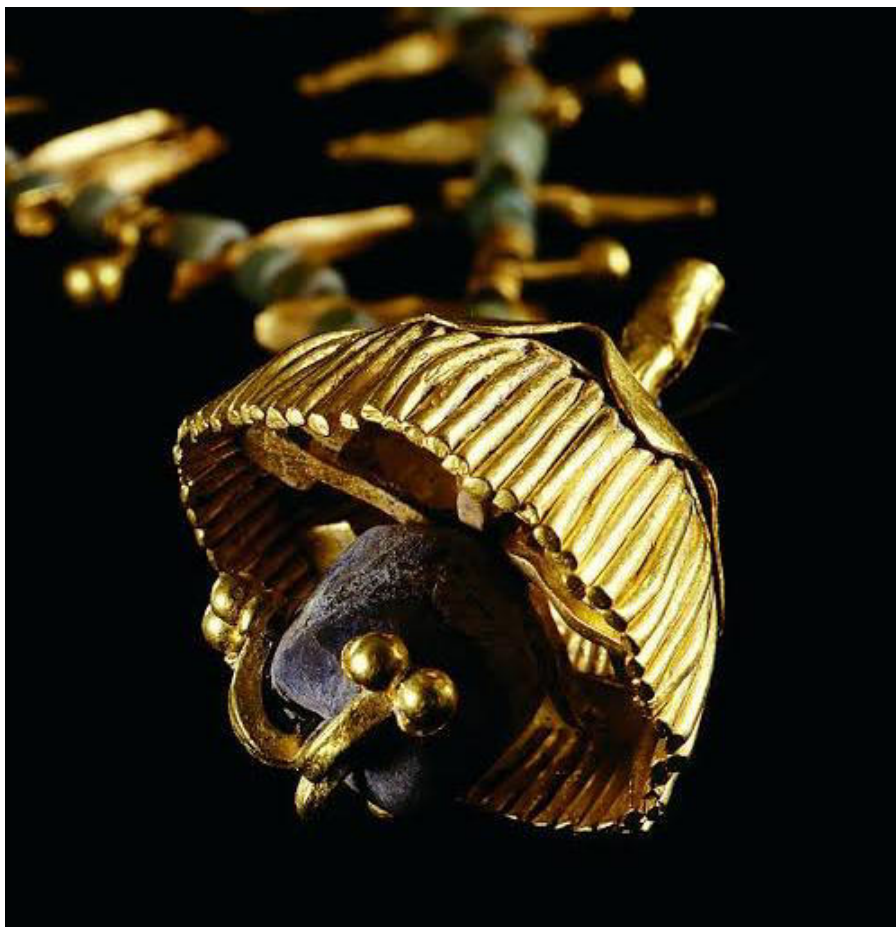
Figura 1.1. Semilla arqueológica de *P. ligularis*



Fuente: Morcote-Ríos (2006).

Hay además otro indicio de uso del género *Passiflora* en la región de Malagana, en el Valle del Cauca, Colombia, se encontraron piezas de orfebrería prehispánica que representan flores con rasgos propios del género *Passiflora*. Algunas de estas representaciones han sido relacionadas con las llamadas granadillas, aunque identificar la especie como *P. ligularis* únicamente a partir de la forma de una pieza arqueológica es arriesgado. Lo que sí resulta claro es que el uso de las pasifloras ya estaba presente en la vida de las sociedades prehispánicas de esta parte de los Andes, no solo como plantas disponibles en su entorno, sino también dentro de sus prácticas de aprovechamiento y posiblemente, de sus expresiones culturales (Morcote-Ríos, 2006; Archila, 1996).

Figura 1.2. Orfebrería Malagana – Colombia, colgante de oro de flor de *Passiflora*



Fuente: Archila, 1996.

1.3 Botánica

La especie *P. ligularis* (también conocida como granadilla) está clasificada por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) (2018) como de Preocupación Menor (LC), lo que indica que no está bajo una amenaza inmediata de extinción. Según NatureServe (2026), la especie tiene un estado de conservación seguro

a escala global (G5), lo que refleja una población estable y una amplia distribución geográfica.

P. ligularis es una planta trepadora perenne que crece de manera vigorosa y puede alcanzar hasta 10 metros de longitud. Sus hojas son grandes, alternas de un verde brillante, con un margen entero. Esta planta es capaz de proporcionar una sombra densa, lo que la hace adecuada para el cultivo en zonas abiertas (Sánchez et al., 2016). Las flores son de un tamaño considerable, alrededor de 6 cm de diámetro, y se caracterizan por su color blanco a morado. La estructura floral es compleja, con una corona de filamentos que rodea un pistilo prominente, lo que la convierte en una flor atractiva para los polinizadores como abejas y algunos murciélagos (Baker et al., 2016).

El fruto de *P. ligularis* es una baya de forma ovoide o elíptica, que varía en tamaño entre 6 y 8 cm de largo, con una cáscara de color amarillo a naranja cuando está maduro. La pulpa es jugosa, dulce y aromática, con una textura gelatinosa que contiene numerosas semillas negras (Aguilera et al., 2018). Este fruto tiene un alto valor nutricional, siendo una fuente rica en vitamina C, fibra dietética, antioxidantes y minerales como el calcio, el fósforo y el hierro (Jara et al., 2017).

La granadilla (*P. ligularis*) también ha sido utilizada tradicionalmente para regular la digestión y tratar diversos trastornos gastrointestinales. Asimismo, en Ecuador se ha documentado el uso de sus raíces, hojas y flores en infusión para aliviar problemas asociados con los nervios (De la Torre et al., 2008; Sánchez et al., 2017; Echeverry González et al., 2025).

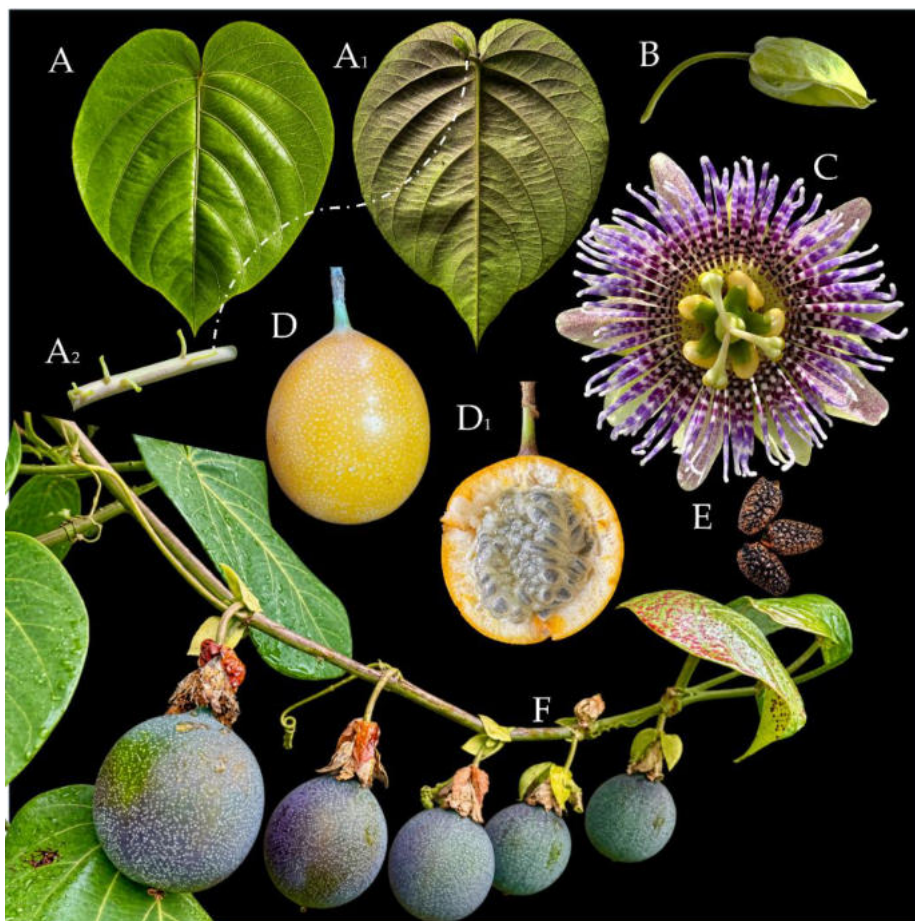
La producción de frutos en *P. ligularis* depende de varios factores, incluidos factores climáticos, el manejo agronómico y la genética de las plantas. Los cultivos de granadilla son más productivos cuando poseen condiciones óptimas de temperatura y humedad, y cuando se implementan prácticas adecuadas de poda y fertilización. Un mayor número de flores por planta generalmente se traduce en una mayor cantidad de frutos (Rodríguez et al., 2019).

Tabla 1.1. Clasificación taxonómica

Reino	Plantae
Clase	Equisetopsida
Orden	Malpighiales
Familia	Passifloraceae
Género	Passiflora
Especie	<i>Passiflora ligularis</i> Juss.

Fuente: Cerón, 2006.

Figura 1.3. Características morfológicas de *P. ligularis*: A). Haz de la hoja. A₁). Envés A₂). Pecíolo. B). Botón floral. C). Flor. D). Fruto maduro; D₁). Corte transversal del fruto. E). Semillas. F). Rama fructífera.



Fuente: Felipe Lema.

1.3.1 Raíz

Bonilla et al. (2015) mencionan que la raíz de *P. ligularis* presenta un sistema de raíces fibrosas, el sistema radical primario es más robusto y las secundarias son parcialmente lignificadas y forman raíces laterales que se expanden en el suelo. Entre las principales funciones es la

conducción, absorción de agua y nutrientes minerales.

El sistema radical de *P. ligularis* se desarrolla principalmente cerca de la superficie del suelo. Cerdas y Castro (2003) señalan que entre el 50 y el 60 % de las raíces se concentra hasta unos 35 cm de profundidad y que una proporción superior al 60 % se encuentra dentro de un radio aproximado de 1,5 m desde la base de la planta. Perea et al. (2010) también describen un sistema radical relativamente superficial, capaz de alcanzar alrededor de 50 cm, aunque con una mayor presencia de raíces en los primeros 30 cm. Estos antecedentes muestran que la granadilla ocupa principalmente las capas superiores del perfil edáfico y extiende sus raíces de forma lateral alrededor de la planta, donde se concentra una parte importante de su actividad de absorción.

Esta distribución tiene implicaciones directas para el establecimiento y manejo del cultivo. Al encontrarse buena parte de las raíces en las capas menos profundas, las características físicas del suelo, la disponibilidad de humedad y el drenaje influyen de manera importante en su desarrollo. Asimismo, las labores realizadas alrededor de la planta deben evitar alteraciones excesivas del suelo, ya que pueden afectar las raíces finas y secundarias responsables de buena parte de la captación de agua y elementos minerales. Por esta razón, se recomiendan suelos con adecuada aireación, buen drenaje y condiciones que faciliten el crecimiento de las raíces sin periodos prolongados de saturación hídrica (Cerdas & Castro, 2003; Perea et al., 2010; Miranda et al., 2015).

Figura 1.4. Raíz de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.2 Tallo

Passiflora ligularis presenta un hábito trepador y desarrolla tallos que le permiten extenderse sobre la vegetación o sobre estructuras utilizadas como soporte. Los tallos son generalmente cilíndricos o teretes, glabros y recorridos por surcos longitudinales; en ejemplares desarrollados pueden adquirir tonalidades grisáceas. Los entrenudos pueden alcanzar alrededor de 8 cm de longitud y, a lo largo del eje caulinar, se disponen

los nudos desde los cuales se originan hojas, yemas y otras estructuras asociadas con el crecimiento de la planta (Ulmer & MacDougal, 2004; Fernandes & Fernandes, 1978; Killip, 1938).

El crecimiento trepador está acompañado por zarcillos bien desarrollados, largos y resistentes, que facilitan la fijación de la planta a los soportes disponibles y permiten la expansión de los tallos sin requerir una estructura completamente rígida. La forma del tallo y la presencia de zarcillos constituyen además caracteres útiles para la descripción y diferenciación de especies dentro del género *Passiflora* (Fernandes & Fernandes, 1978; Bonilla et al., 2015; Ulmer & MacDougal, 2004).

Desde el punto de vista anatómico, los tallos jóvenes de *P. ligularis* presentan una epidermis uniestratificada y glabra, seguida por tres a cuatro capas de colénquima y entre seis y siete capas de parénquima. La médula es amplia y los tejidos conductores se organizan en haces colaterales abiertos con un cambium vascular diferenciado. En tallos de mayor desarrollo también se han observado vasos de xilema de diferentes diámetros y radios relativamente amplios, características relacionadas con la conducción de agua y el crecimiento propio de su hábito trepador (Zerpa Zerpa & Otahola Gómez, 2014; Gutiérrez et al., 2009).

Figura 1.5. Tallo de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.3 Glándulas peciolares

En *Passiflora ligularis*, el pecíolo presenta varias glándulas extraflorales alargadas, generalmente de aspecto liguliforme o filiforme, distribuidas a lo largo de su superficie. Algunas descripciones taxonómicas registran entre cuatro y seis glándulas, mientras otras señalan tres a cinco pares, lo que evidencia cierta variación entre tratamientos botánicos y posiblemente entre poblaciones (Fernandes & Fernandes, 1978; World Flora Online, 2026). Estas estructuras no son simples protuberancias del pecíolo. Lemos et al. (2017) comprobaron que las glándulas de *P.*

ligularis producen secreciones con azúcares y las clasificaron como nectarios extraflorales elevados, de forma obcónica, asimétrica y largamente estipitada. Su importancia es doble: por un lado, constituyen un carácter morfológico útil para reconocer y diferenciar especies dentro del género; por otro, el néctar que producen puede atraer hormigas y otros artrópodos, interacción que en muchas pasifloras se relaciona con la defensa indirecta frente a herbívoros, aunque la intensidad de ese beneficio depende de las especies visitantes y del ambiente (Lemos et al., 2017; Calixto et al., 2018).

Figura 1.6. Glándulas peciolares de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.4 Hoja

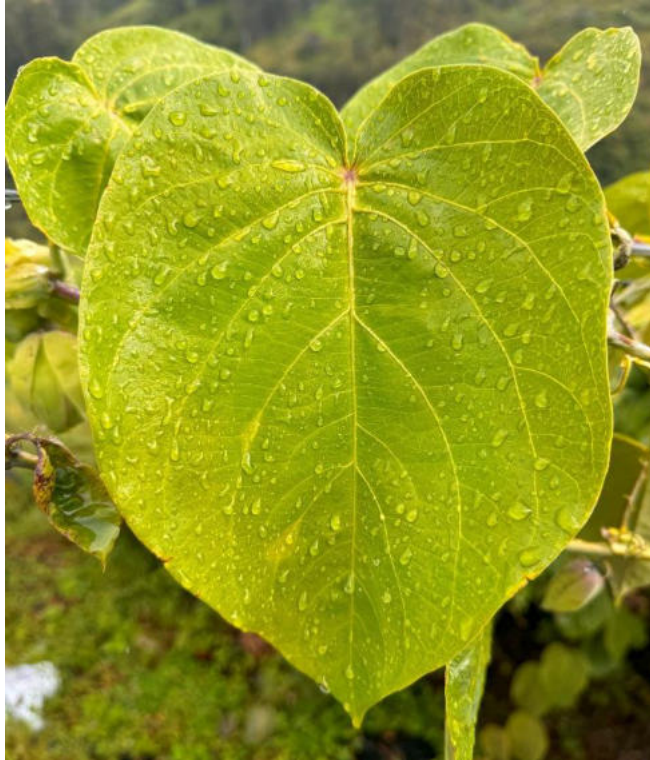
Méndez (2010, p. 204) describe que las hojas de *P. ligularis* son de forma ovada, tienen una base profundamente cordada y terminan abruptamente en punta. Sus márgenes son enteros, alcanzando una longitud de 8 a 22 cm y de 6 a 17 cm de anchura. Presentan un color verde oscuro en plantas adultas, mientras que las hojas jóvenes poseen un tono violeta ya sea claro o intenso.

Las hojas son simples, alternas y sostenidas por pecíolos relativamente largos. La lámina presenta una superficie glabra, consistencia membranosa y nervadura pinnada; además, el haz suele mostrar una tonalidad verde más intensa que el envés. En la base foliar se desarrollan estípulas bien diferenciadas, generalmente ovado-lanceoladas u oblongo-lanceoladas, que pueden alcanzar aproximadamente 1–2,5 cm de longitud (Killip, 1938; Fernandes & Fernandes, 1978). Estos caracteres, junto con la forma cordada de la base y el margen entero, son útiles para reconocer vegetativamente a la especie y diferenciarla de otras pasifloras con hojas lobuladas o márgenes dentados.

Otro rasgo distintivo se encuentra en el pecíolo, donde *P. ligularis* desarrolla varias glándulas alargadas de aspecto filiforme o liguliforme. Las descripciones taxonómicas registran generalmente entre cuatro y seis glándulas distribuidas a lo largo del pecíolo (Killip, 1938; Fernandes & Fernandes, 1978). Estudios anatómicos posteriores demostraron que estas estructuras corresponden a nectarios extraflorales funcionales y, en *P. ligularis*, presentan una forma obcónica asimétrica sostenida por un pedúnculo alargado; además, las pruebas realizadas

sobre su secreción confirmaron la presencia de azúcares (Lemos et al., 2017). Debido a la diversidad que presentan estas glándulas entre las especies de *Passiflora*, su número, posición y morfología constituyen caracteres de importancia para la identificación taxonómica.

Figura 1.7. Hojas *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.5 Flor

Hyde et al. (2026) mencionan que las flores de *P. ligularis* tienen un agradable aroma dulce y almizclado. Son colgantes, y presentan un tubo del cáliz corto y con forma tipo campanulada, alcanzando de 6 a 9 cm de diámetro. Los sépalos son puntiagudos y verdes en el exterior y

blancos en el interior. Los pétalos son oblongos, blancos o blancos rosado-violeta, de aproximadamente 3 cm de largo y 1 cm de ancho. La corona presenta numerosos filamentos (5 a 7 filas), los filamentos externos pueden alcanzar alrededor de 3 cm de largo, con los ápices azules y con bandas púrpuras alternas, de color blanco y la base rojiza. El pedúnculo oscila entre 2-4 cm, y puede presentarse de forma solitaria o en pares, posee tres brácteas ampliamente ovadas, de ápice agudo, enteras y base cordada, que miden entre 2-5 cm de longitud por 1-3 cm de anchura. Las anteras presentan el polen de color amarillo.

Las flores de *P. ligularis* reúnen en una misma estructura los órganos reproductivos masculinos y femeninos. Su disposición facilita el contacto con los insectos visitantes durante la búsqueda de néctar y favorece el transporte del polen entre flores. Aunque la especie puede formar frutos mediante autopolinización, la presencia de polinizadores incrementa considerablemente su éxito reproductivo (Arias-Suárez et al., 2016; Gutiérrez-Chacón et al., 2018).

La apertura de las flores ocurre principalmente durante las primeras horas de la mañana. En condiciones de cultivo en los Andes colombianos se registró el inicio de la apertura floral entre las 03:00 y las 05:00. En cultivos de granadilla se ha observado que las abejas desempeñan un papel importante en la polinización, especialmente las de mayor tamaño, debido a que transportan mayores cantidades de polen y tienen mayor contacto con las estructuras reproductivas de la flor (Arias-Suárez et al., 2016; Gutiérrez-Chacón et al., 2018; Cortés-Gómez et al., 2023).

Figura 1.8. Flor *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.6 Fruto

El fruto de *P. ligularis* es una baya. El fruto inmaduro es verde y al madurar, adquiere tonalidades amarillas y anaranjadas. El epicarpio o cáscara exterior es duro, el mesocarpio es carnoso de color blanco, además presenta un anillo carnoso que protege la pulpa y las semillas negras. Esta pulpa está formada por sacos membranosos llamados arilos, llenos de un líquido jugoso de color amarillo anaranjado. Los frutos maduros suelen medir entre 6,35 y 7,5 cm de largo y 6,35 cm de ancho, con una forma que varía de ovalada a redonda. La cantidad de pulpa está determinada en gran medida por la calidad de la polinización, lo que la convierte en un factor crítico en el proceso de fructificación (Tye, 2022).

Las características del fruto pueden variar considerablemente entre plantas y regiones de producción. En poblaciones ecuatorianas se han registrado frutos con pesos entre 55,5 y 112,5 g, diámetros polares de 5,60 a 7,52 cm y entre 93 y 307 semillas por fruto. Asimismo, el peso de la pulpa sin semillas presentó diferencias importantes entre los materiales evaluados. Estudios realizados en México también encontraron variación en el peso, proporción de pulpa y tamaño de los frutos, lo que evidencia una diversidad considerable dentro de la especie (Franco-Mora et al., 2008; Carrasco et al., 2025).

Durante la maduración también se producen cambios en las características internas del fruto. A medida que la granadilla avanza desde el estado verde hasta la madurez, aumenta el contenido de sólidos solubles y se modifica la acidez, mientras que la firmeza disminuye progresivamente. La sacarosa constituye uno de los azúcares predominantes de la pulpa y el ácido cítrico representa uno de sus principales ácidos orgánicos. Estas variaciones, junto con el cambio externo de verde a amarillo o anaranjado, permiten diferenciar los estados de madurez y están relacionadas con la calidad del fruto para consumo (Franco-Mora et al., 2008; Espinosa et al., 2014; Carrasco et al., 2025).

Figura 1.9. Fruto de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.3.7 Semilla

De acuerdo con Imig (2013) las semillas de *P. ligularis* son numerosas entre 150 y 300 por fruto, tienen una forma versátil de contorno ovado a abovado. Son de forma plana y tienen una testa dura de coloración café oscura o negra dependiendo del estado de madurez. Dentro de la semilla se encuentra el endospermo que presenta una coloración blanco amarillento, el cual es rico en lípidos y almidón que aportan nutrientes al embrión durante la fase germinativa.

La cubierta de la semilla presenta una superficie ornamentada, con pequeñas depresiones y un margen entero. Estudios realizados específicamente en *P. ligularis* muestran que existe variación en el tamaño, peso y color de las semillas entre diferentes materiales vegetales. Además, la testa está formada por varias capas de tejido que proporcionan protección al embrión, mientras que el endospermo constituye una zona importante para el almacenamiento de reservas, principalmente lípidos (Cárdenas-Hernández et al., 2011; Prudente et al., 2019).

La germinación de las semillas puede ser lenta y variable, debido, entre otros factores, a las características de su cubierta. También influyen el estado de madurez del fruto y los tratamientos realizados antes de la siembra. En condiciones experimentales se ha observado que el uso de semillas procedentes de frutos maduros, determinados periodos de fermentación y temperaturas alternas pueden favorecer su germinación; asimismo, la aplicación de ácido giberélico ha mostrado efectos positivos en este proceso (Aguacía et al., 2015; Cadorin et al., 2017; Prudente et al., 2019).

Figura 1.10. Semillas *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.4 Parámetros ambientales

1.4.1 Pluviosidad

Según Zuluaga et al. (2006), la granadilla requiere una pluviosidad anual entre 1.000 y 2.500 mm para un crecimiento óptimo. Las precipitaciones deben ser distribuidas de manera constante durante el año, favoreciendo su desarrollo.

Figura 1.11. Pluviosidad donde se distribuye *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.4.2 Temperatura

En los cultivos de granadilla, las altas temperaturas ($> 20\text{ }^{\circ}\text{C}$) generan estrés hídrico, lo que genera el incremento de la necesidad de agua y fertilizantes, y reduce considerablemente el ciclo fenológico del cultivo. La presencia de enfermedades fitopatógenas afecta en mayor magnitud en altitudes sobre los 1600 m s.n.m. y temperaturas medias mayores a los $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. A temperaturas inferiores a los $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ aumentan la duración

del ciclo fenológico del cultivo, pero reduce su crecimiento y producción en relación con la cantidad de frutos (Melgarejo et al., 2015).

Las bajas temperaturas, inferiores a 12 °C, incrementan la tasa de abscisión floral entre el 90-95 % y disminuye considerablemente la fecundación, así como también provocan agrietamiento de los frutos en desarrollo. En contraste, las variaciones abruptas de temperatura entre el día y la noche inducen a la generación de fisuras en los frutos desarrollados. En consecuencia, los territorios con temperaturas muy bajas (con ocurrencia de heladas), ráfaga de vientos y granizadas no son óptimas para la implementación de cultivos de granadilla, ya que generan daños significativos en las flores y los frutos (Melgarejo et al., 2015).

1.4.3 Suelo

Las características edáficas del suelo tienen influencia directa en el desarrollo del cultivo de *P. ligularis*. El sistema radicular de *P. ligularis* se desarrolla adecuadamente en los primeros 20 cm del suelo, con textura suelta y con buen drenaje, siendo el idóneo el suelo franco-arenoso o franco-arcilloso, siendo fundamental su alta capacidad de drenaje (Rivera et al., 2002).

P. ligularis puede crecer en una variedad de texturas de suelo, desde arenosos hasta arcillosos. Sin embargo, un suelo bien drenado y con buena estructura es beneficioso para el desarrollo saludable de la planta (Espinosa et al., 2022), requiere una disponibilidad adecuada de nutrientes para un desarrollo adecuado. Los principales nutrientes esenciales que requiere el cultivo de *P. ligularis* incluyen nitrógeno,

potasio, fósforo, magnesio y calcio. Un suelo fértil y bien equilibrado en nutrientes influirá en el crecimiento y desarrollo adecuado de la planta (Espinosa et al., 2022). Los cultivos de *P. ligularis* se desarrolla de mejora manera en suelos ligeramente ácidos a ligeramente alcalinos, con valores de pH que oscilan entre 5,5 y 7,5. Es esencial que el pH del suelo sea adecuado para evitar deficiencias nutricionales y limitaciones en la absorción de nutrientes (Melgarejo et al., 2015).

Figura 1.12. Medidor de pH de suelo, registro en la provincia de Carchi

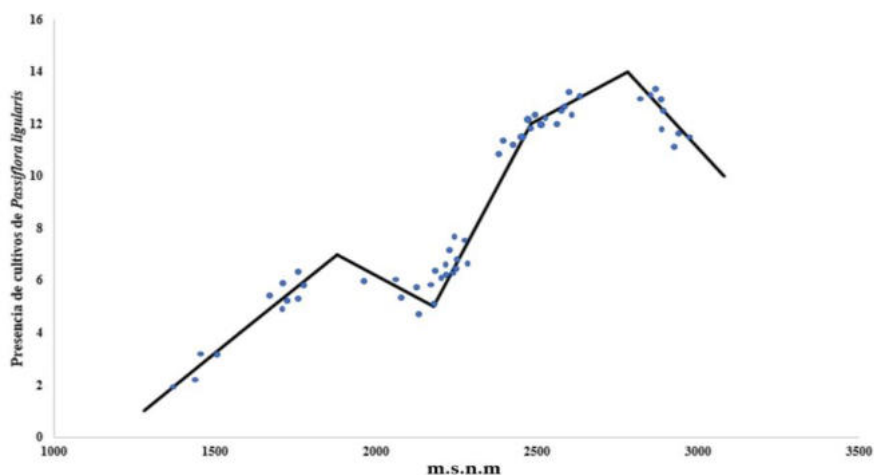


Fuente: Los autores

1.4.4 Altitud

A mayor altura, las plantas de *P. ligularis* muestran un crecimiento reducido y sus hojas suelen ser más gruesas con la finalidad de filtrar niveles elevados de radiación ultravioleta. Por el contrario, la calidad del fruto, en cuanto a su coloración y aspecto sanitario, presentan una mejor calidad. En zonas inferiores a los 1500 m s. n. m., el polen presenta baja viabilidad, además, la presencia de insectos plaga es mayor y el tamaño de los frutos disminuye, considerablemente y aproximadamente el 50 % de los frutos producidos a estas altitudes son de baja calidad. En áreas cultivadas superiores a los 2500 m s. n. m. (Figura 1.13), los frutos son de mayor tamaño, aunque el ciclo de producción es más largo y es común la aparición de enfermedades fúngicas como las relacionadas con los géneros *Nectria* y *Botrytis*. Además, a estas altitudes la cantidad de agentes polinizadores naturales disminuye considerablemente (Rivera et al., 2002).

Figura 1.13. Rango altitudinal donde se distribuye *P. ligularis*



Fuente: Los autores

1.5 Ecofisiología de *P. ligularis*

La ecofisiología de *Passiflora ligularis* está determinada por la manera en que la planta responde a cambios en luz, temperatura, disponibilidad de agua y humedad atmosférica. Estas condiciones no actúan por separado. Modifican, al mismo tiempo, la actividad fotosintética, el funcionamiento de los estomas, la eficiencia fotoquímica y el estado hídrico de las hojas. En granadilla, los estudios disponibles muestran que la especie puede mantener una actividad fotosintética eficiente bajo ambientes contrastantes de montaña, aunque la magnitud de esa respuesta cambia con la radiación disponible y con las condiciones microclimáticas de cada sitio (Fernández et al., 2014; Rodríguez Castillo, 2017).

1.5.1 Contenido relativo de clorofila

La clorofila constituye uno de los componentes centrales del aparato fotosintético porque participa en la captación de la energía luminosa utilizada posteriormente en las reacciones fotoquímicas. Por esta razón, su evaluación puede aportar información sobre el estado funcional de las hojas y complementar otras variables fisiológicas. En condiciones de campo, el contenido relativo de clorofila puede estimarse de manera no destructiva, lo que permite realizar varias mediciones sobre una misma planta y seguir posibles cambios durante el crecimiento, la floración o la formación de frutos.

Sin embargo, esta variable debe interpretarse con cierta cautela. Un

valor elevado de clorofila no significa necesariamente que la hoja esté fijando más carbono. La cantidad de pigmento representa solo una parte del proceso. Una hoja puede conservar un contenido relativamente alto de clorofila y, al mismo tiempo, reducir su fotosíntesis debido a déficit hídrico, cierre estomático, temperaturas desfavorables o exceso de radiación. Por ello, las mediciones de clorofila adquieren mayor valor cuando se analizan junto con variables de intercambio gaseoso y fluorescencia.

Figura 1.14. Medición en campo del índice relativo de clorofila mediante el equipo Konica



Fuente: Los autores

Para obtener datos comparables conviene trabajar con hojas de edad y posición semejantes dentro de la planta. También es recomendable mantener condiciones de muestreo consistentes, pues la edad foliar, el estado nutricional e incluso diferencias estructurales de la lámina pueden modificar las lecturas. En estudios ecofisiológicos, esta variable resulta especialmente útil para detectar cambios progresivos asociados con senescencia, nutrición o respuestas de la planta frente al ambiente.

1.5.2 Fotosíntesis

La fotosíntesis es una de las variables mejor estudiadas en *P. ligularis*. Fernández et al. (2014) evaluaron plantas en estado reproductivo en dos localidades del departamento del Huila, Colombia, sometidas a condiciones ambientales distintas. En La Ceiba, situada a 2.060 m s. n. m., se registró una radiación fotosintéticamente activa cercana a 1.186,2 μmol de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ y una tasa fotosintética máxima de aproximadamente 23,6 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$. En La Yerbabuena, a 2.270 m s. n. m., la radiación fue considerablemente menor, alrededor de 470,9 μmol de fotones $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mientras que la tasa fotosintética máxima alcanzó cerca de 17,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

La diferencia entre ambos sitios deja ver algo interesante: la granadilla no depende únicamente de ambientes con alta radiación para mantener una actividad fotosintética funcional. En la localidad con menor disponibilidad lumínica las plantas conservaron capacidad para aprovechar la luz recibida, lo que sugiere cierto grado de aclimatación fisiológica. Esa característica resulta particularmente importante en

ambientes andinos, donde la nubosidad y la radiación pueden cambiar de manera considerable durante un mismo día. Fernández et al. (2014) concluyeron que, a pesar de las diferencias ambientales entre los sitios evaluados, las plantas mantuvieron una eficiencia fotosintética elevada.

La actividad fotosintética tampoco permanece constante durante el día. Conforme aumenta la radiación y cambia la temperatura del aire, también se modifican el intercambio de CO₂ y la pérdida de agua. En las primeras horas de la mañana las condiciones suelen ser más favorables para la fijación de carbono, mientras que hacia el mediodía el incremento de la demanda evaporativa puede provocar ajustes fisiológicos que limitan progresivamente la actividad fotosintética. Rodríguez Castillo (2017) estudió precisamente estos cambios diurnos como parte de la respuesta ecofisiológica de la especie en ambientes contrastantes del Huila.

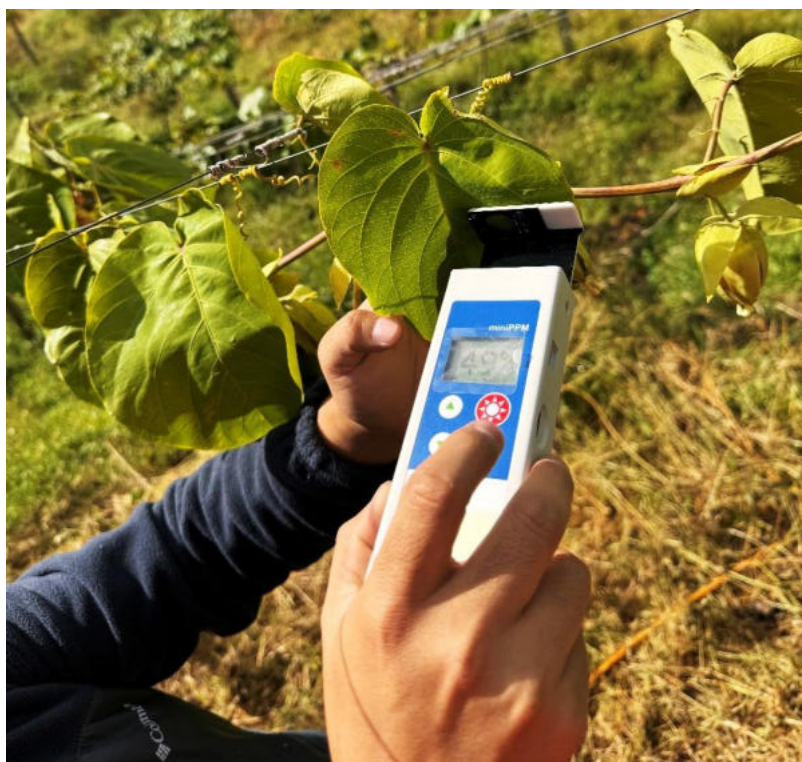
1.5.3 Fluorescencia de la clorofila y eficiencia fotoquímica

La fluorescencia de la clorofila permite evaluar un componente distinto del proceso fotosintético. En este caso no se determina cuánto pigmento posee la hoja, sino cómo está funcionando el fotosistema II. Esta diferencia es importante. Mientras el contenido relativo de clorofila informa sobre la presencia del pigmento, la fluorescencia permite examinar cómo se utiliza o disipa parte de la energía absorbida por la hoja.

Uno de los parámetros más utilizados es la relación Fv/Fm, asociada con la máxima eficiencia cuántica del fotosistema II después de un periodo

de adaptación a la oscuridad. En las plantas de *P. ligularis* estudiadas por Fernández et al. (2014), los valores registrados en prealba fueron de $0,87 \pm 0,0089$ en La Ceiba y $0,86 \pm 0,0207$ en La Yerbabuena. Los autores interpretaron estos valores como indicativos de plantas sin señales importantes de estrés fisiológico y sin daños apreciables en los centros fotoquímicos de reacción.

Figura 1.15. Uso de equipo portátil miniPPM para determinar la respuesta fotoquímica



Fuente: Los autores

La utilidad de esta variable radica en que ciertos cambios en el funcionamiento fotosintético pueden detectarse antes de que aparezcan síntomas visibles en las hojas. La fluorescencia de la clorofila se utiliza

ampliamente para estudiar la actividad del fotosistema II y su respuesta frente a factores ambientales; aun así, debe interpretarse junto con otras variables, porque una modificación de la eficiencia fotoquímica no equivale directamente a una variación idéntica en la fijación de CO₂ (Baker, 2008; Murchie & Lawson, 2013).

Además de Fv/Fm, pueden evaluarse parámetros relacionados con la eficiencia operativa del fotosistema II durante el día. Fernández et al. (2014) observaron cambios diurnos en este comportamiento, asociados con las variaciones de radiación y temperatura. Esto muestra que la eficiencia fotoquímica es dinámica: una misma hoja puede responder de manera diferente en la mañana, al mediodía o durante la tarde, aun cuando no presente síntomas visibles de estrés.

1.5.4 Conductancia estomática y transpiración

La fotosíntesis está estrechamente vinculada con la apertura y cierre de los estomas. Cuando los estomas permanecen abiertos, el CO₂ puede ingresar con mayor facilidad al interior de la hoja, pero al mismo tiempo aumenta la pérdida de agua por transpiración. La planta tiene que equilibrar ambos procesos. En *P. ligularis*, las variaciones en radiación, temperatura y demanda atmosférica afectan este equilibrio y pueden modificar tanto la conductancia estomática como la tasa transpiratoria.

Los estudios realizados en granadilla indican que la especie puede reducir la conductancia estomática y la transpiración como parte de su ajuste frente a determinadas condiciones ambientales, particularmente cuando aumenta la demanda evaporativa. Este mecanismo ayuda a limitar la pérdida de agua, aunque también puede disminuir la entrada

de CO₂ y, por tanto, restringir la fotosíntesis. Por eso resulta poco útil analizar una sola variable de forma aislada: conductancia estomática, fotosíntesis y transpiración forman parte de una misma respuesta fisiológica.

1.5.5 Estado hídrico de la planta

El estado hídrico aporta otra pieza importante para interpretar la ecofisiología de la granadilla. Fernández et al. (2014) registraron potenciales hídricos foliares cercanos a $-0,2$ MPa y potenciales del suelo próximos a $-0,01$ MPa en las condiciones estudiadas. Durante la prealba, los valores foliares fueron aproximadamente $-0,23$ MPa en La Ceiba y $-0,17$ MPa en La Yerbabuena. En conjunto con los valores de Fv/Fm, estos resultados fueron interpretados como evidencia de plantas sin estrés hídrico importante durante el periodo de evaluación.

Durante el día, sin embargo, el potencial hídrico foliar se volvió más negativo conforme aumentaban la radiación y la temperatura, particularmente alrededor del mediodía. Más tarde, cuando ambas variables ambientales disminuían, el potencial tendía a recuperarse. Ese patrón muestra con bastante claridad que el estado hídrico de *P. ligularis* no es estático; cambia durante el día en respuesta a la relación entre absorción de agua por las raíces y pérdida de agua desde las hojas.

1.6 Propagación

P. ligularis puede reproducirse mediante métodos sexuales como asexuales. La reproducción sexual se realiza principalmente a través de polinización cruzada, en la cual intervienen insectos, como abejas y

mariposas, que transportan el polen de una flor a otra, facilitando la fertilización (Sánchez et al., 2010). Este proceso da lugar a la producción de semillas, las cuales, una vez maduras, pueden ser sembradas para obtener nuevas plantas. Por otro lado, la reproducción asexual se lleva a cabo por esquejes o acodos, técnicas que permiten la propagación de la planta sin necesidad de semilla. Este método es utilizado con frecuencia en la producción comercial, ya que asegura la homogeneidad genética de las plantas y acelera el proceso de cultivo (Gutiérrez et al., 2015). Ambas formas de reproducción permiten una expansión eficaz de la especie, adaptándose a diferentes condiciones de cultivo y propagación en las zonas montañosas de América del Sur.

1.7 Enemigos naturales

P. ligularis, como muchas especies de plantas, enfrenta una variedad de enemigos naturales que pueden afectar su desarrollo y productividad. Entre los más comunes se encuentran insectos herbívoros, como las larvas de polilla, que se alimentan de las hojas y brotes jóvenes de la planta, debilitándola y reduciendo su capacidad de fotosíntesis (González & Pérez, 2012). Además, las orugas de mariposas son conocidas como insectos defoliadores de *P. ligularis*, lo que provoca defoliación significativa, afectando el rendimiento y la calidad de los frutos (Zapata & Ruiz, 2009). A nivel de enfermedades, hongos como *Fusarium oxysporum* y *Phytophthora* spp. pueden inducir la putrefacción de las raíces y el marchitamiento vascular, afectando gravemente la salud de la planta (Martínez et al., 2014). El control de estos enemigos naturales es crucial para garantizar el éxito de los cultivos de *P. ligularis*, lo que requiere una vigilancia constante y

estrategias de manejo integrado de plagas (MIP).

1.8 Distribución

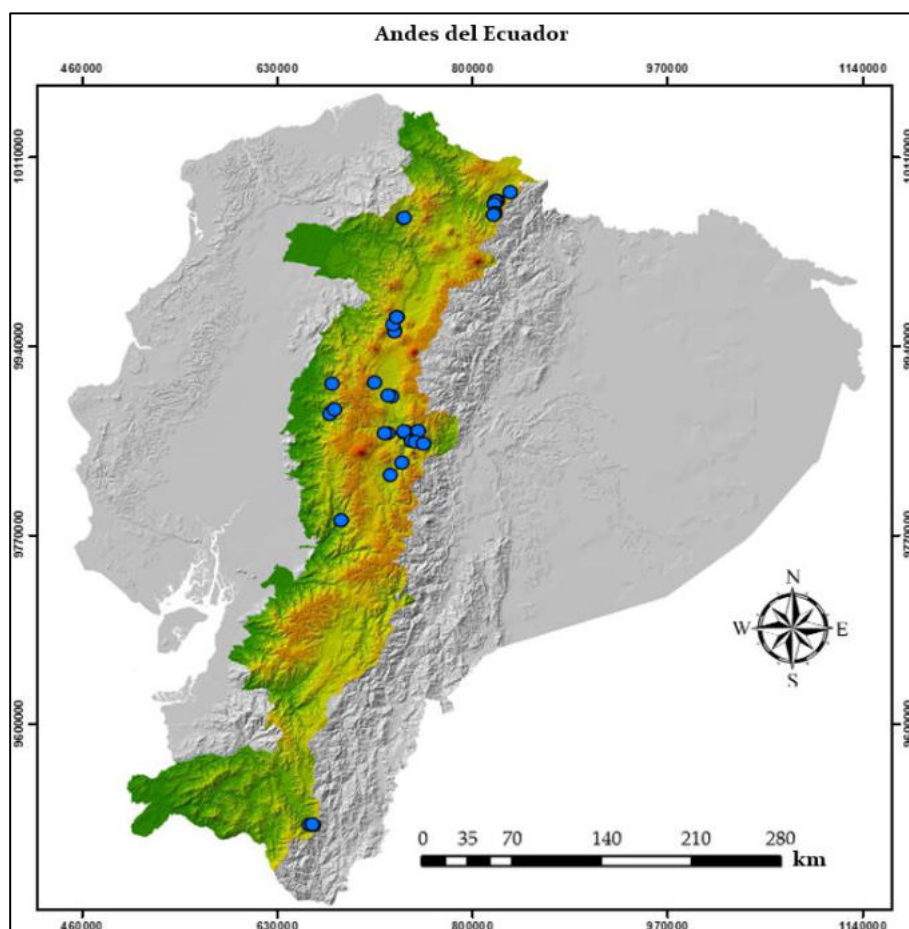
P. ligularis presenta una distribución geográfica que abarca principalmente las regiones tropicales y subtropicales de América Latina, especialmente en países de la cordillera de los Andes, como Colombia, Ecuador y Perú. Esta planta se encuentra a altitudes que varían entre los 1.200 y 2.400 m s. n. m. aunque su rango de distribución también se extiende a otras áreas de clima cálido y húmedo (Rojas et al., 2015). La facilidad con la que esta especie se desarrolla bajo distintas condiciones climáticas y en diferentes pisos altitudinales ha permitido que su cultivo se extienda tanto a sistemas comerciales como a huertos familiares. A ello se suma el interés que despierta su fruto en mercados nacionales e internacionales, principalmente por su valor nutricional y por las propiedades medicinales que se le atribuyen (González et al., 2019).

P. ligularis se ha introducido y se cultiva en la India, el este y sureste asiático, Australia, Nueva Zelanda y varias islas del Pacífico. Es invasora en Haití, Jamaica, Hawái, Singapur, Indonesia, Zimbabue, las Islas Galápagos y Samoa. La planta no se adapta a California, donde sufre graves daños por las bajas temperaturas (Hodgson et al., 1950). Se ha cultivado en invernaderos en Florida, pero no ha sobrevivido mucho tiempo. Más al norte, en EE.UU., solo se planta como ornamental de verano (Morton, 1987).

La distribución de la *P. ligularis* en Ecuador se concentra principalmente en las zonas andinas, especialmente en altitudes que

oscilan entre los 1,000 y 2,500 metros sobre el nivel del mar. En estas zonas, el clima subtropical favorece el crecimiento de la planta (Alvarado & Espinosa, 2005).

Figura 1.16. Distribución de *P. ligularis*.



Fuente: Los autores

1.9 Etnobotánica

En Ecuador, Colombia y Perú, *P. ligularis*, comúnmente conocida como granadilla, no solo es apreciada por su sabor, sino también por sus varias

propiedades medicinales. Tradicionalmente, esta fruta se ha utilizado para aliviar diversos problemas de salud, como afecciones respiratorias, trastornos digestivos y trastornos relacionados con la ansiedad. Su pulpa y semillas son ricas en polifenoles, que pueden ayudar a controlar el peso y a reducir la inflamación crónica, lo que la convierte en un componente clave en la medicina tradicional de las comunidades locales (Kristine, 2021).

La granadilla es reconocida por su alto contenido nutricional, que incluye vitamina C, antioxidantes y ácidos grasos esenciales, lo que contribuye a la salud general. Destacan sus propiedades como sedante natural; se cree que la fruta estabiliza los nervios y los músculos, promoviendo así la relajación y ayudando a combatir el insomnio. Esto la hace especialmente beneficiosa para quienes sufren de estrés y ansiedad (Demo, 2020).

Además, la fruta favorece el desarrollo infantil, mejorando potencialmente la salud ocular y aportando nutrientes esenciales. Más allá de sus aplicaciones medicinales, la granadilla también ha encontrado un lugar en la gastronomía. En diversas regiones, se utiliza para crear jugos refrescantes, mermeladas y postres, demostrando su versatilidad tanto en recetas tradicionales como modernas. Su sabor dulce natural realza una variedad de platos, desde postres hasta platos salados, y contribuye a la creciente tendencia de usar frutas de origen local en la gastronomía (Sarkhosh et al., 2023).

Figura 1.17. Jugo de *P. ligularis*



Fuente: Agencia Peruana de Noticias ANDINA (2021).

1.10 Cosecha

La floración en *P. ligularis* comienza alrededor de 9-10 meses después de la plantación y la cosecha puede comenzar 75-85 días después de la floración. La fruta debe cosecharse cuando el 75 % de la piel esté amarilla y seca. Se deben usar tijeras de podar para recoger la fruta o se aplica presión en el tercer nudo por encima de la fruta. La fruta no debe tocarse con las manos para evitar limpiar la cubierta cerosa natural. Los recolectores deben tener las uñas cortadas y, a veces, se les exige que usen guantes de lana (Miranda, 2009; Hernández & Fischer, 2009). La fruta se coloca en cajas de cartón forradas con papel y todos los

pedúnculos se dirigen en una dirección; no se deben empacar más de tres capas de fruta separadas por papel. Algunos autores recomiendan rociar con fungicidas protectores de frutas e hipoclorito de sodio el día antes de la cosecha para reducir los ataques de hongos. La cosecha es casi continua con picos durante el año que siguen los patrones de temperatura y lluvia; normalmente la cosecha durará 8-9 meses. Un cultivo puede producir rendimientos aceptables durante 6-8 años (Miranda, 2009).

Figura 1.18. Cajas para exportación de *P. ligularis*



Fuente: Los autores



CAPÍTULO II

2 CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS

Factores como la temperatura, la radiación solar, la altitud, la lluvia, el viento y la presión atmosférica son los principales componentes que influyen en estos cultivos andinos (Fischer y Melgarejo, 2020; Restrepo-Díaz y Sánchez-Reinoso, 2020). Por otro lado, los trópicos no tienen estaciones de temperatura tan marcadas como las de las zonas templadas, por lo que las estaciones húmedas y secas definen las estaciones a las que las plantas reaccionan fisiológicamente (Fischer y Parra-Coronado, 2020). Las plantaciones de *P. ligularis* se encuentran en valles interandinos y en las laderas de las montañas, donde la topografía es variada pero adecuada para el cultivo. Estos valles tienen una geografía accidentada, lo que favorece el drenaje del agua y evita el encharcamiento, el microclima también juega un papel crucial, ya que muchas veces las zonas de cultivo están protegidas de los vientos fuertes por las montañas circundantes (Carrasco et al., 2025).

Figura 2.1. Paisaje rural andino donde está presente *P. ligularis*: (A). Gruta de la Paz (provincia del Carchi). (B). Monte Olivo (provincia de Imbabura). (C). Yangana (provincia de Loja).



Fuente: Los autores

2.1 Características morfométricas del fruto y semilla

Se evaluaron las características del fruto y endocarpo de 52 accesiones de *P. ligularis* colectados en los sistemas montañosos de los Andes del Ecuador en el 2023. Se pudieron identificar diferencias significativas al comparar las variables; peso del fruto, peso del anillo carnososo, peso de la pulpa con semillas, peso del total de semillas, número de semillas por fruto, peso de la pulpa sin semillas, perímetro de la semilla, pH y °Brix (Carrasco et al., 2025).

El peso promedio del fruto de *P. ligularis* varió de 62,69 g (Cotopaxi) a 112,47 g (Imbabura), los sitios muestrales más representativos correspondió a la accesión CAR14 con 156,01 g correspondiente a la provincia de Carchi, el peso más bajo se registró en la accesión PICH1 (52,22 g) correspondiente a la provincia de Pichincha, los valores más altos de nuestro estudio son superiores a los caracterizados por Franco-Mora et al. (2008) en los estudios de caracterización de frutos provenientes de dos zonas productoras de México, en el cual el peso no superó los 75 g. Villamizar de Borrero et al. (1992), mencionan en su estudio realizado en el Municipio de San Eduardo (Boyacá) que el peso promedio identificado fue de 102.6 g. Por el contrario Linares et al. (2013), Ocampo et al. (2015) mencionan en sus estudios que el peso promedio del fruto de *P. ligularis* oscila entre 113 g y 143 g (Carrasco et al., 2025).

Figura 2.2. Peso de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

El epicarpio es duro y liso de color anaranjado, el peso varió en las provincias en estudio entre 30.43 – 49.12 g siendo Pichincha donde se identificó el valor más bajo y Tungurahua el valor más alto (Tabla 2.1), el ancho del epicarpio osciló entre 1.44 mm y 4.73 mm, la cáscara ocupa aproximadamente el 44.53 % del total de la fruta, el peso del anillo carnoso osciló entre 4.95 – 12.26 g correspondiente a las muestras de Pichincha e Imbabura respectivamente, el anillo carnoso tiene la función de recubrir a las semillas y pulpa (García, 2008).

Según Franco-Mora et al (2008) el porcentaje de cáscara del fruto de *P. ligularis* corresponde al 38 % de la totalidad del fruto, Linares et al (2013) mencionan que el 60 % del fruto es comestible y el 40 % corresponde a la cáscara y semilla, para Miranda et al (2009) en su estudio sobre el manejo integral del cultivo de la granadilla (*P. ligularis*). Cultivo, postcosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia determinaron que el peso promedio de la cáscara es de 63.82 g. Carvajal-de Pabón et al (2014), en su estudio sobre la Relación entre los usos populares de la granadilla (*P. ligularis*) y su composición fitoquímica, menciona que el epicarpio es utilizada como alimento nutricional para ovinos debido a que esta aporta 374.86 calorías/kg y 4.37 % de proteína, teniendo en consideración que simultáneamente se está agregando una ingesta significativa de fibra bruta (50.77 %) (Carrasco et al., 2025).

La media del diámetro polar de los frutos varió de 5.60 - 7.52 cm, el diámetro más sobresaliente se pudo registrar en el genotipo LY001 (8.61 cm), correspondiente a la provincia de Loja, el diámetro polar más pequeño se observó en la muestra CAR06 (4,96 cm), correspondiente a la provincia de Carchi (Tabla 2.1). Para el diámetro ecuatorial del fruto, los valores entre las provincias oscilaron de 5,6 - 7,18 cm, según Miranda (2009), en su estudio de manejo integral de *P. ligularis* en Colombia, menciona que el diámetro polar y ecuatorial del fruto oscilan entre los 8 - 7 cm respectivamente, Melgarejo et al (2015), en el estudio sobre la caracterización ecofisiológica del cultivo en Colombia determinaron que el tamaño promedio del diámetro polar y ecuatorial está entre los 8 y 6,8 cm, Villamizar de Borrero et al. (1992) y García (2008), mencionan que el diámetro polar y ecuatorial del fruto de *P.*

ligularis en zonas de producción oscilan entre los 6 – 7 cm respectivamente, estos estudios presentan datos superiores identificados en el presente estudio, esto puede deberse a que en Colombia el cultivo de la granadilla de manera intensiva con más de 1500 ha se estableció a partir de la década de los 90, lo que permite que hasta la actualidad sean pioneros en manejo y selección de accesiones superiores. Por otra parte, nuestro estudio es superior a los datos obtenidos de las investigaciones realizadas por Aguilar y Garza, (2000) y Franco-Mora et al (2008), donde se pudo determinar que el diámetro polar y ecuatorial de *P. ligularis* oscila entre los 5,6 - 7,20 cm respectivamente.

Tabla 2.1. Caracteres morfológicos de los frutos de *P. ligularis* de zonas de cultivo del Ecuador.

Variables	Código	Provincia						
		Carchi	Imbabura	Pichincha	Cotopaxi	Tungurahua	Chimborazo	Loja
Peso del fruto (g)	W	108.2 ± 25.84 ^b	112.47 ± 16.67 ^b	66.56 ± 11.28 ^a	62.69 ± 7.05 ^a	86.13 ± 18.99 ^{a-b}	92.6 ± 28.87 ^{a-b}	103.53 ± 22.71 ^{a-b}
Grosor de la cáscara (mm)	SW E	2.4 ± 0.46 ^b	2.84 ± 0.27 ^{b-c}	3.13 ± 0.37 ^c	1.44 ± 0.1 ^a	2.7 ± 0.22 ^{b-c}	2.44 ± 0.12 ^{b-c}	4.73 ± 0.61 ^d
Diámetro ecuatorial (cm)	ED	6.1 ± 0.91 ^{a-b}	6.45 ± 0.45 ^{a-b}	7.18 ± 0.31 ^b	5.6 ± 0.38 ^a	6.29 ± 0.54 ^{a-b}	5.76 ± 0.95 ^a	6.53 ± 0.51 ^{a-b}
Diámetro polar del fruto	PD	5.8 ± 0.56 ^{a-b}	7.06 ± 0.23 ^c	5.6 ± 0.29 ^a	6.02 ± 0.65 ^{a-b}	7.06 ± 0.52 ^c	6.71 ± 0.69 ^{b-c}	7.52 ± 0.71 ^c

(cm)								
Peso de la cáscara (g)	SH W	38.9 ± 9.42 ^a	35.46 ± 11.11 ^a	30.43 ± 4.35 ^a	35.8 ± 12.38 ^a	49.12 ± 19.15 ^a	47.03 ± 19.98 ^a	45.52 ± 10.74 ^a
Peso del anillo carnos o (g)	FR W	9.6 ± 3.05 ^{b-c}	12.26 ± 2.61 ^c	4.95 ± 1.6 ^a	5.66 ± 0.5 ^a	7.67 ± 1.36 ^{a-b}	6.67 ± 1.43 ^{a-b}	5.76 ± 0.66 ^a
Peso de la pulpa con semillas (g)	WP WS	56.5 ± 14.99 ^c	55.36 ± 7.58 ^c	31.29 ± 6.73 ^{a-b}	26.89 ± 5.33 ^a	37 ± 4.85 ^{a-b-c}	45.57 ± 13.95 ^{a-b-c}	51.24 ± 13.71 ^{b-c}
Peso del total de semilla (g)	TS W	5.42 ± 0.39 ^a	5.47 ± 0.99 ^a	4.88 ± 0.59 ^a	6.08 ± 1.34 ^a	8.82 ± 1.06 ^b	10.56 ± 2.51 ^b	9.45 ± 1.01 ^b
Número de semillas por fruto	NS	226.27 ± 49.08 ^{b-c}	220.62 ± 36.77 ^c	178.67 ± 24.16 ^{a-b}	92.78 ± 4.55 ^a	183.93 ± 39.12 ^{a-b}	210.15 ± 111.83 ^{b-c}	306.96 ± 28.35 ^c
Peso de la pulpa sin semilla (g)	PW	50.98 ± 15.12 ^c	25.82 ± 6.44 ^{a-b}	26.62 ± 7.07 ^{a-b}	20.81 ± 4 ^a	28.18 ± 4.02 ^{a-b}	36.68 ± 11.25 ^{a-b-c}	41.78 ± 13.15 ^{b-c}
Peso del mucílago de 10 semillas (g)	MW	0.08 ± 0.04 ^b	0.06 ± 0.01 ^{a-b}	0.05 ± 0.01 ^{a-b}	0.07 ± 0.02 ^{a-b}	0.09 ± 0.05 ^b	0.08 ± 0.01 ^b	0.01 ± 0 ^a

Peso de una semilla (g)	WOS	0.03 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.06 ± 0.08 ^a	0.03 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.0039 ^a	0.02 ± 0.01 ^a	0.03 ± 0.01 ^a
Diámetro ecuatorial de la semilla (cm)	EDS	0.38 ± 0.01 ^a	0.38 ± 0.01 ^a	0.37 ± 0.01 ^a	0.45 ± 0.01 ^c	0.45 ± 0.02 ^c	0.42 ± 0.02 ^b	0.39 ± 0.03 ^{a-b}
Diámetro polar de la semilla (cm)	PDS	0.66 ± 0.01 ^{b-c-d}	0.66 ± 0.01 ^{a-b-c}	0.66 ± 0.01 ^{b-c-d}	0.6 ± 0.01 ^a	0.71 ± 0.05 ^d	0.63 ± 0.02 ^{a-b}	0.7 ± 0.05 ^{c-d}
Ancho de la semilla (cm)	SW	0.18 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0 ^a	0.18 ± 0.01 ^a	0.16 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.01 ^a	0.18 ± 0.01 ^a	0.17 ± 0.25 ^b
Área de la semilla (mm ²)	SA	18.45 ± 0.67 ^{a-b}	18.57 ± 0.62 ^{a-b}	17.94 ± 0.67 ^a	20.27 ± 0.5 ^{b-c}	18.11 ± 1.7 ^a	20.79 ± 0.33 ^c	19.72 ± 0.94 ^{a-b-c}
Perímetro semilla (cm)	SP	2.08 ± 0.02 ^b	2.06 ± 0.04 ^b	2.08 ± 0.01 ^b	1.84 ± 0.08 ^a	1.77 ± 0.12 ^a	1.9 ± 0.03 ^a	1.85 ± 0.06 ^a
pH	pH	5.04 ± 0.18 ^{b-c}	4.66 ± 0.1 ^{a-b-c}	4.5 ± 0.14 ^{a-b}	5.01 ± 0.1 ^{b-c}	5.44 ± 0.24 ^a	4.28 ± 0.96 ^a	5.28 ± 0.12 ^c
°Brix (SST)	°Brix	14.07 ± 1.63 ^b	10.25 ± 1.26 ^a	16.1 ± 0.66 ^b	15 ± 0.72 ^b	15.38 ± 1.11 ^b	13.62 ± 3.27 ^b	14.88 ± 1.79 ^b

Nota: Los datos representan el promedio ± desviación estándar. Letras diferentes en datos de la misma fila/variable indican diferencia estadísticamente significativa (Tukey, P<0.05).

La pulpa jugosa, transparente, dulce y aromática, de sabor agradable

(García, 2008), está llena de semillas duras de color negruzco, rodeadas por un arilo gelatinoso, transparente, de color gris claro, con sabor ácido muy aromático; contiene vitaminas A, C y K, fósforo, hierro y calcio (Ocampo, 2007). El peso de la pulpa en nuestro estudio osciló entre 26.89 – 56.58 g, ocupa aproximadamente el 38.78 % del peso del fruto, el peso de las semillas varió entre los 4.88 – 10.56 g, ocupando el 7.8 % del peso del fruto, el número de semillas identificada por provincias osciló entre 92,78 – 306,96 unidades. Según Franco-Mora et al (2008), en su estudio sobre la “Caracterización preliminar de frutos de granada china (*P. ligularis*) en Hueyapan y Teziutlán, Puebla-México” menciona que la pulpa ocupa el 35 %, las semillas el 25,33 % y el número de semillas es de 248 por fruto. García, (2008), Castro et al (2006), Rivera et ál. (2002) mencionan que el fruto de *P. ligularis* está compuesto por alrededor de 250 pequeñas semillas comestibles, de color café oscuro o negro, envueltas por un anillo grisáceo, translúcido, mucilaginoso y acidulado que constituye la parte comestible.

Figura 2.3. Pulpa de *P. ligularis*



Fuente: Los autores

La semilla de *P. ligularis* es pequeña, dura de color negruzco y están rodeadas por un arilo gelatinoso de color gris claro también llamado mucílago cuyo peso no supera los 0,09 g, el diámetro ecuatorial varió en las provincias en estudio entre los 0.37 – 0.45 cm respectivamente (Tabla 2.1), el diámetro polar del endocarpio osciló entre 0.60 – 0.71 cm, el peso osciló entre 0.03 – 0.06 g, siendo el representativo de las muestras de la provincia de Tungurahua, el perímetro del endocarpio varió entre 1.84 – 2.06 cm (Tabla 2.1), el ancho osciló entre los 0.16 – 0.19 cm no existió diferencia significativa entre las provincia, el área de la semilla varió entre los 17,94 – 20.79 mm². Según Cárdenas-Hernández et al (2011), en su estudio sobre análisis morfológico y anatómico de las cubiertas de semillas de *P. ligularis* determinó que el diámetro polar oscila entre los 0.65 – 0.74 cm, diámetro ecuatorial 0.39 - 0.44 cm y el peso varió entre los 0.023 – 0.035 g, estos datos son similares a los identificados en nuestra investigación, López et al (2009) indican que la semilla también podría usarse en alimentación animal por su contenido en proteína y grasa.

2.2 °Brix

Los SST o °Brix en frutas están constituidos principalmente por azúcares disueltos en el jugo celular. Los principales azúcares en los zumos de las frutas son la sacarosa, glucosa y fructosa, que suman alrededor de los 75 % de los SST (Rodríguez, 2009). El aumento de sólidos solubles es una característica bien definida en la maduración de todos los frutos la cual se da como una respuesta al desdoblamiento de polisacáridos de mayor tamaño como es el caso de los almidones almacenados en las vacuolas y espacios intercelulares durante el

crecimiento del fruto (Wills et al., 2007; Valero y Serrano, 2010).

En *P. ligularis* varió entre 10.25 – 16.10 °Brix, Villamizar de Borrero et al (1994) y Viera et al. (2022) menciona que el rango de grados °Brix en *P. ligularis* oscila entre 14.5 a 19.47 °Brix, siendo estos valores superiores a los identificados en nuestro estudio, por otra parte Espinosa et al. (2018) en su estudio sobre la granadilla del Huila en Colombia menciona que el promedio de grados °Brix es de 13.3 además menciona que ese valor corresponde al fruto que alcanza la madurez comercial, según Verona-Ruiz et al (2020), el sabor del fruto depende de la madurez durante su cosecha, factor importante para que la concentración de azúcares sea mayor y de esta manera aumente los sólidos solubles totales.

2.3 pH

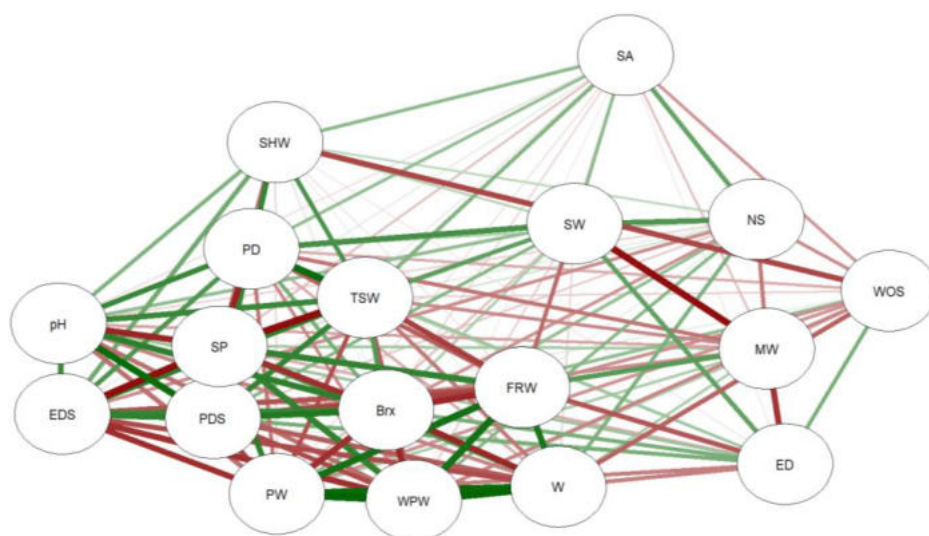
El sabor presente en la pulpa tiene relación con el valor del pH (Mercado-Silva, 2018), en nuestro estudio el pH varió entre 4.28 – 5.44, siendo superior a los registros de Fonseca y Ospina (2006) en su estudio sobre caracterización del fruto *P. ligularis* en Colombia donde el pH promedio osciló entre 4.64, además, Villamizar de Borrero et al (1992) en su estudio sobre la caracterización física y comportamiento postcosecha de *P. ligularis* logró determinar que el promedio del pH fue de 4.6. Por su lado Franco-Mora et al (2008) en su estudio sobre la Caracterización preliminar de frutos de granada china (*P. ligularis*) en México, determinó que el promedio del pH de la pulpa es de 6.5.

2.4 Análisis de correlación

Las correlaciones de Spearman ($p \leq 0.05$) entre variables se muestran en un gráfico de Redes de Correlaciones (Figura 2.4). Las correlaciones fenotípicas indican asociación monotónica entre dos características, y ellas dependen de la interacción que tienen las accesiones con el ambiente, siendo sus magnitudes determinadas por el grado de asociación que tengan ambas variables entre sí. Observase en el gráfico que las variables MW, SW, SA, WOS, ED y NS fueron las variables que manifiestan las menores correlaciones con el resto de las variables, y se muestran en el gráfico bien distantes del resto.

Otras variables cuantitativas morfoagronómicas demostraron correlaciones positivas moderadamente fuertes entre: diámetro polar del fruto (PD), con el peso total de semillas (TSW) ($r = 0.82$), diámetro polar de la semilla (PDS) ($r = 0.58$), pH ($r = 0.55$), ancho de la semilla (SW) ($r = 0.59$), peso de la cáscara o epicarpio (SHW) ($r = 0.70$). El peso del anillo carnoso (FRW) con el peso del fruto (W) ($r = 0.80$), peso de la pulpa con semillas (WPWS) ($r = 0.80$), peso de la pulpa sin semillas (PW) ($r = 0.72$) y perímetro de la semilla (SP) ($r = 0.56$). Peso de la pulpa con semilla (WPWS) con el peso del fruto (W) ($r = 0.94$), peso del anillo carnoso (FRW) ($r = 0.80$) y peso de la pulpa sin semillas (PW) ($r = 0.96$). Estas correlaciones muestran la gran interacción que existe entre todas las variables analizadas en el presente estudio, y como estas asociaciones entre las variables son determinantes al momento de caracterizar el fruto de *P. ligularis*.

Figura 2.4. Redes de correlaciones establecidas entre las variables obtenidas a partir de las variables morfométricas de *P. ligularis*.



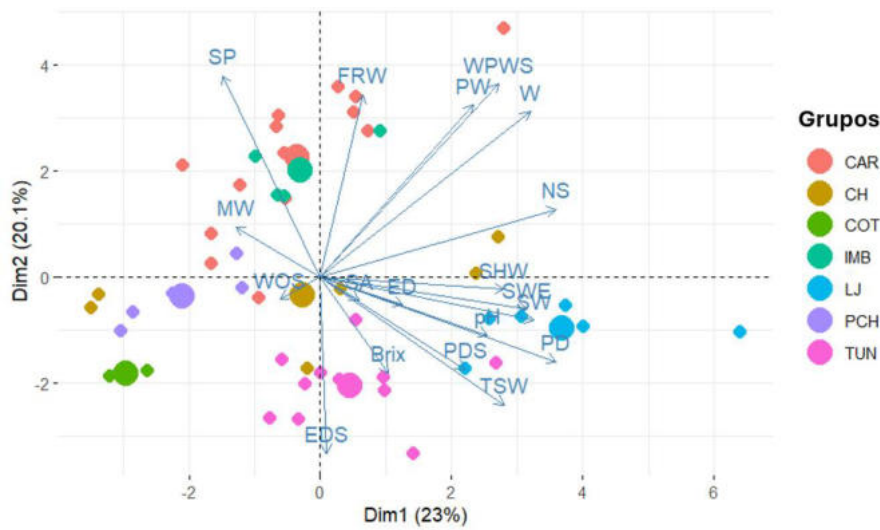
Fuente: Los autores

2.5 Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales permite disminuir el número de indicadores con la finalidad de diferenciar las relaciones entre variables y los diferentes fenotipos. Este análisis contribuye a reducir un conjunto de variables originales en grupos de datos más pequeños. Los componentes principales son combinaciones lineales de las variables originales y son ortogonales entre sí, excepto las variables dentro de cada grupo (Iezzoni y Pritts, 1991). El análisis PCA realizado en el presente estudio determinó que los componentes PC1 y PC2 evidenciaron el 43,1 % de la variación total en las variables estudiadas para *P. ligularis* (Figura 2.5).

En el PC1, las variables con mayor carga factorial fueron el diámetro polar del fruto, número de semillas del fruto y ancho de la semilla. El PC2 se asoció principalmente con las variables perímetro de la semilla (SP), peso del anillo carnososo (FRW), peso de la pulpa con semillas (WPWS), diámetro ecuatorial de la semilla (EDS) y peso de la pulpa sin semillas (PW) (Figura 2.5). Estos resultados sugieren que la selección de frutos en *P. ligularis* debe realizarse con base en el diámetro del fruto, peso del fruto, peso de la pulpa sin semillas y con semillas. Nakasone y Paull (1998) recomendaron el mejoramiento genético de especies del género *Passiflora* enfocado en el tamaño del fruto, contenido de pulpa, acidez titulable y sólidos solubles totales.

Figura 2.5. Análisis de componentes principales (PCA), accesiones de *P. ligularis* colectadas en la región de los Andes del Ecuador.



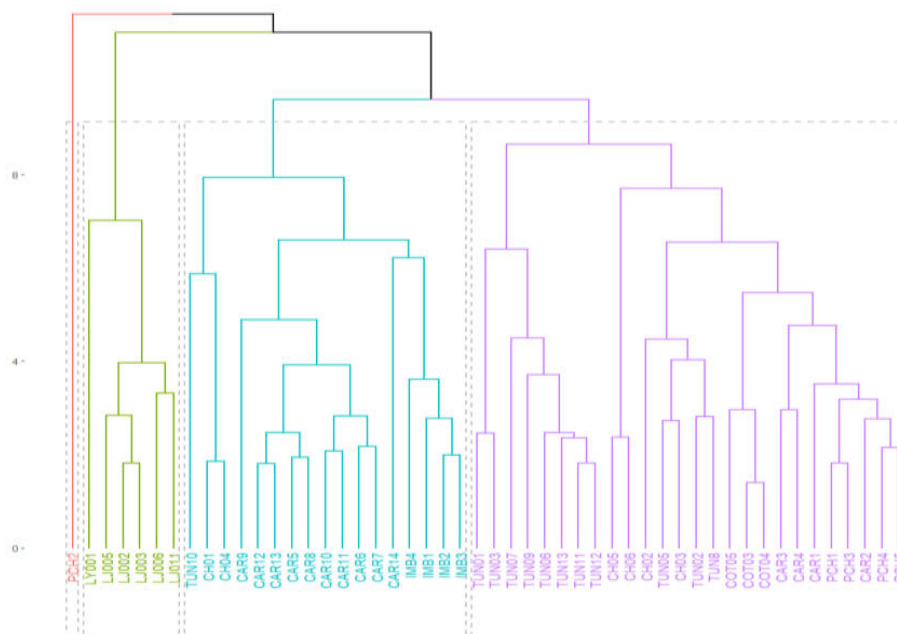
Fuente: Los autores

2.6 Dendrograma de agrupación jerárquica

El análisis de conglomerados de las variables cuantitativas de fruto y morfoagronómicas agrupó las accesiones en tres grupos (Figura 2.6). Sin embargo, los grupos no se establecieron de acuerdo al área de recolección o lugar de colecta sino más bien por las principales características morfológicas de las accesiones evaluadas. El primer grupo estuvo representado por 27 accesiones correspondientes a las provincias de Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi, Carchi y Pichincha, los cuales presentan las mejores características con respecto al diámetro ecuatorial de la semilla (EDS) 0.37 – 0.45 cm, peso del mucílago de 10 semillas (MW) 0.05 – 0.09 g y perímetro de la semilla (SP) 1.77 – 2.08 cm.

El segundo grupo estuvo representado principalmente por las accesiones de las provincias de Imbabura y Carchi los cuales presentaron características representativas en el peso del fruto (W) 108.28 – 112.47 g, diámetro ecuatorial del fruto (ED) 6.13 – 6.45 cm, peso del anillo carnoso (FRW) 9.64 – 3.05 g. Las accesiones del tercer grupo están constituidas por las muestras de la provincia de Loja, este grupo está constituido principalmente por los valores más representativos correspondiente al grosor de la cáscara (SWE) 4.73 mm, diámetro polar del fruto (PD) 7.52 cm, peso total de las semillas (TSW) 9.45 g, número de semillas por fruto (NS) 306.96 unidades, peso de la pulpa sin semilla (PW) 41.78 g.

Figura 2.6. Dendrograma muestra tres grupos (cada color agrupa accesiones con alta similitud entre sí en función de las características morfométricas analizadas; morado: EDS – MW – SP, turquesa claro: W – E – FRW, verde claro: SWE – PD – TSW – NS – PW).



Fuente: Los autores

La caracterización morfológica del fruto de *P. ligularis* ha revelado la existencia de variabilidad morfológica que puede utilizarse en programas de conservación y mejoramiento genético, así como en la identificación de materiales élite, los cuales pueden emplearse en programas de producción alternativa y futuros programas de mejoramiento genético.

Sin embargo, debido a las limitaciones de este tipo de descriptor, es necesario complementar estos estudios de caracterización morfológica con datos bio-químicos y moleculares que permitan una mejor

discriminación del germoplasma. Es necesario intensificar la investigación en plantas de *P. ligularis* que tengan en cuenta los aspectos de la cadena de valor y la producción con una perspectiva a largo plazo.



CAPÍTULO III

3 VALORACIÓN ECONÓMICA

3.1 Rentabilidad

La rentabilidad está asociada al análisis de la relación entre los ingresos por comercialización y los costos totales de producción de la granadilla. La producción de granadilla, al igual que en cualquier otro cultivo está vinculada a tres factores clave (Ramos, 2024):

- Los costos de producción [USD /kg]
- Los rendimientos de producción [kg/ha]
- Precio de venta [USD /kg]

Evaluar los costos, rendimiento productivo y precios de comercialización contribuye a incrementar el rendimiento económico del cultivo y mantener una estructura económica eficiente respecto a la producción de granadilla.

3.1.1 Costos de producción de la granadilla

Se entiende por costos de producción a la inversión requerida para producir un bien o prestar un servicio. En el ámbito agrícola, estos costos comprenden los recursos necesarios para desarrollar el proceso productivo y constituyen una herramienta fundamental para evaluar la rentabilidad y apoyar la toma de decisiones. De manera general, pueden agruparse en costos variables o directos y costos fijos o indirectos (FAO, 2007). La estructura de los costos puede organizarse en dos tipos:

Inversión Inicial:

- Costos asociados al condicionamiento del terreno y establecimiento de la plantación.
- Costos de adquisición de semillas o plántulas de granadilla.
- Gastos asociados a la instalación del sistema de riego y materiales agrícolas complementarios.

Costos de Producción:

- Egresos destinados a fertilizantes, productos fitosanitarios y demás insumos agrícolas.
- Costos de mano de obra asociados a labores de siembra, mantenimiento y cosecha del cultivo.
- Gastos asociados al consumo de energía, agua y otros insumos.

Con base en Navarrete (2017), los principales costos vinculados con la producción de la granadilla se sintetizan en la Tabla 3.1:

Tabla 3.1. Costos de producción de granadilla.

ACTIVIDAD	AÑO 1 [\$]	AÑO 2 [\$]	AÑO 3 [\$]	AÑO 4 [\$]	AÑO 5 [\$]
Equipos de riego e instalación	2184	0	0	0	0
Mano de obra	1432	1479.69	1528.96	1579.87	1632.48
Equipos y plantas	2074.50	239.06	246.35	253.89	261.68
Costos indirectos					

(Insumos, acopio, transporte, producción)	515	532.14	549.86	568.17	587.09
Costo total unitario por hectárea	6205.5	2250.89	2325.17	2401.93	2481.25

Fuente: Navarrete (2017).

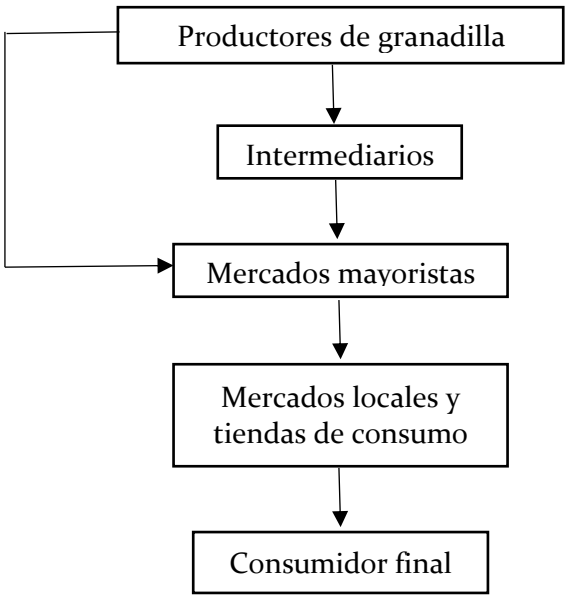
En la tabla 3.1, se destaca que los costos en el primer año presentan valores superiores respecto a los años posteriores. Esta variación podría explicarse por la inclusión de gastos considerables como insumos, materiales y equipos necesarios destinados a la inversión inicial requerida durante el establecimiento de la granadilla. Estos costos disminuyen de manera considerable en los años posteriores, reduciéndose a costos esenciales asociados con las labores periódicas de mantenimiento de la plantación (Ramos, 2024).

3.1.2 Canales de comercialización de granadilla

La comercialización de la granadilla incluye todas las actividades que permiten llevar el producto desde el lugar de producción hasta el consumidor final. En este proceso intervienen etapas como el transporte, almacenamiento, distribución y venta. Dependiendo de la forma en que se organiza la comercialización, el producto puede llegar directamente al consumidor o pasar por diferentes intermediarios, como comerciantes, mayoristas, transportistas y minoristas. La participación de estos actores varía según las características del producto y las condiciones del mercado (FAO, 2001).

Para el caso de estudio, la estructura del canal de comercialización se encuentra representada en la Figura 3.1.

Figura 3.1. Canales de comercialización de la granadilla.



Fuente: Ramos, 2024.

3.1.3 Precio de mercado de la granadilla

De acuerdo con el presente estudio, el precio de venta al público de la granadilla se presenta en la Tabla 3.2:

Tabla 3.2. Precios de venta al público de la granadilla.

PRESENTACIÓN	PESO [kg]	PRECIO [USD]
Caja	9	10

Fuente: Ramos, 2024.

De donde:

$$\text{Precio de venta} = \frac{10 \$}{9.0 \text{ kg}} = 1.11 \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right] \quad (3.1)$$

Los precios de mercado pueden variar de manera dinámica en respuesta a cambios en las condiciones económicas y sociales (Ramos, 2024).

El precio de mercado de la granadilla, al igual que otros productos comercializados, se encuentra determinado por la interacción entre la oferta y la demanda. El estudio de la oferta y la demanda permite establecer un marco conceptual para entender cómo esto incide en la determinación del precio, pero los aspectos específicos pueden diferir según las condiciones del mercado en un periodo concreto (Ramos, 2024).

3.1.4 Rendimiento y producción

El rendimiento de cultivo de granadilla está condicionado por múltiples factores, entre los que se encuentran las prácticas de manejo agronómico, los factores climáticos y la salud de las plantas. Entre las principales variables se encuentran:

- **Inicio de la Producción:** La granadilla generalmente inicia la producción de frutos entre los 9 y 12 meses posteriores de ser plantada, en función de las condiciones ambientales del territorio y del manejo agronómico aplicado al cultivo (AGROIDEAS, 2020).
- **Periodo Productivo:** La vida productiva del cultivo de granadilla puede extenderse durante varios años. Bajo condiciones

favorables, la plantación puede conservar su capacidad productiva aproximadamente de 5 a 10 años. No obstante, el rendimiento puede ser mayor durante los primeros años y descender de forma gradual en el transcurso del tiempo. En términos generales se considera que la productividad media del cultivo de granadilla en Ecuador corresponde a 9300 kilogramos por hectárea al año, con una producción potencial de hasta 20 cajas de 18 kg por planta. La producción se mantiene durante todo el año, aunque presenta un periodo de máxima productividad de aproximadamente 4 meses (Castro, 2020).

- **Manejo y Renovación:** A fin de mantener niveles productivos sostenidos, algunos productores pueden implementar medidas de manejo, basadas en podas regulares, aplicación equilibrada de nutrientes, control de plagas y enfermedades. En situaciones particulares, los productores también pueden renovar el cultivo mediante el establecimiento de nuevas plántulas (Ramos, 2024).

3.1.5 Evaluación económica de la producción de granadilla

Con base en lo mencionado por Castro (2020), la producción media anual de granadilla por hectárea de cultivo correspondiente a 9300 kg/ha, el ingreso bruto anual se calcula mediante la Ecuación (3.2):

$$\text{Ingreso bruto}_{\text{anual}} = \text{Producción anual} * \text{valor de venta} \quad (3.2)$$

$$\text{Ingreso bruto}_{\text{anual}} = 9300 \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] * 1.1 \left[\frac{\$}{\text{kg}} \right] = 10230 \left[\frac{\$}{\text{ha}} \right]$$

Tabla 3.3. Análisis de ingresos económicos de la producción de granadilla.

ACTIVIDAD		AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
		[\$]	[\$]	[\$]	[\$]	[\$]
Costos totales de producción por ha		6205.5	2250.89	2325.17	2401.93	2481.25
	[\$/ha]					
Ingreso bruto anual		10230	10230	10230	10230	10230
	[\$/ha]					
Ingreso neto		4024.5	7979.11	7904.83	7828.07	7748.75
	[\$/ha]					

Fuente: Ramos, 2024.

Los valores encontrados en la Tabla 3.3 presentan el ingreso neto obtenido por hectárea cultivada que podría obtener un productor bajo condiciones óptimas de producción de granadilla. No obstante, las condiciones comerciales que están sujetas a variaciones, condiciones ambientales que inciden en la producción, además teniendo en cuenta las vías de comercialización de la Figura 3.1, estos valores disminuyen de manera considerable (Ramos, 2024). A partir de lo señalado por Villamar (2018) el área mínima en la que se podría alcanzar una rentabilidad favorable en un productor corresponde a 1,2 ha.

3.1.6 Comercialización e intermediación

La comercialización constituye uno de los principales factores de la cadena económica de *P. ligularis*, constituyéndose en algunas ocasiones uno de los problemas principales de los productores. La producción

termina en la finca; la cadena económica, no. Y allí aparece uno de los problemas que han acompañado al cultivo. Debido a que muchas de las fincas están muy alejadas de los principales centros de comercialización (Quito, Ibarra, Ambato, Guayaquil, Cuenca y Loja), y en muchos de los casos el pequeño productor no dispone de las facilidades para poder sacar el producto, esto por la falta de transporte y de las condiciones de las vías. Por lo cual una alternativa, es vender el producto en la propia finca, pero esto trae repercusiones que constituye principalmente en la variación del precio del producto entre USD 8 y USD 25 por caja según las condiciones propuestas por el comprador y la oferta existente el mercado (Navarrete Tipas, 2017).

3.1.7 Mano de obra y empleo rural

La granadilla exige trabajo durante buena parte de su ciclo, principalmente durante los primeros seis meses de implementación del cultivo. Esto incluye actividades agrícolas como: tutorar a las plantas sobre la estructura de soporte (alambres o tutores naturales), podas, fertilización, controles fitosanitarios y recolectar frutos en sus diferentes etapas. Esa necesidad de intervención manual puede convertirse en una fuente de empleo para las comunidades aledañas a cultivos de *P. ligularis*.

Intag es un claro ejemplo sobre cultivos asociados, donde se estableció un sistema agroforestal entre aliso–granadilla en el estudio realizado por Proaño Pazmiño (2021) se registraron 73 jornales por hectárea en cultivos de *P. ligularis*: cuatro correspondieron a trabajo familiar y 69 a mano de obra contratada. La cosecha constituye una de las actividades

que demanda mayor cantidad de personal. Esto no demuestra que la cantidad de jornales siempre será la misma, esto dependerá del manejo del cultivo, esto sirve para mostrar que en los cultivos de *P. ligularis* existe una demanda de trabajo continuo que puede extenderse más allá del círculo familiar.

Figura 3.2. Poda de cultivo de *P. ligularis*.



Fuente: Los autores

3.1.8 Exportaciones

Según PRO-ECUADOR (2026), las exportaciones de granadilla pasaron de 603 t registradas en el 2022 a un total de 2.104 t para el 2025. La variación del incremento constituyó aproximadamente el 249 % en el lapso de tres años. Para el 2025 las ventas alcanzaron USD 15 millones, con un valor promedio de USD 7,1 por kilogramo siendo Europa 40 % y España 24,4 % donde se realizaron la mayor cantidad de envíos. Para

abril del 2026 el incremento de las exportaciones aumentó de manera exponencial, con 958 toneladas exportadas, el destino no se limita solo a Europa: Hong Kong representa cerca del 18 % de los envíos y Emiratos Árabes Unidos alrededor del 12,5 %. Estos nuevos mercados obligan a trabajar bajo estándares de calidad en la producción de la granadilla, enfocado principalmente en Buenas Prácticas Agrícolas, trazabilidad, dosis autorizadas de productos químicos y periodos de carencia.



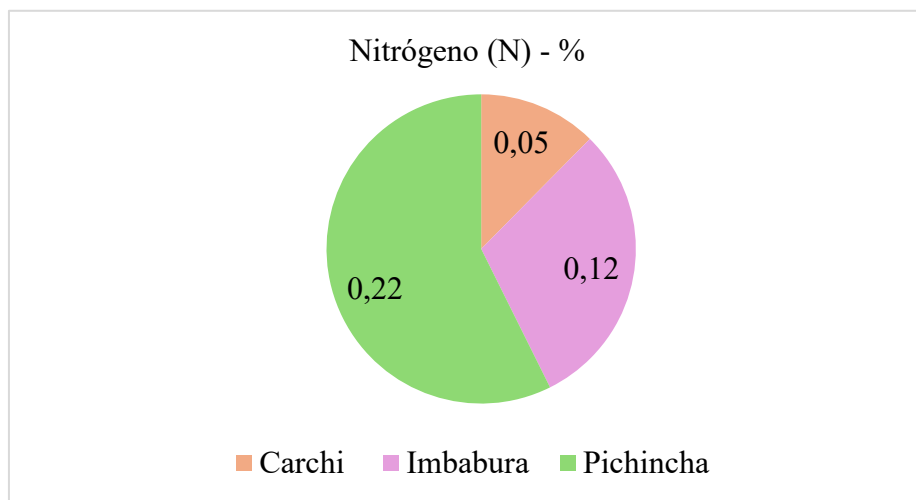
CAPÍTULO IV

4 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DEL SUELO

4.1 Análisis de suelo

El análisis de suelo de los sitios de presencia de *P. ligularis* se realizó en las provincias de Pichincha, Imbabura y Carchi, donde se registró un bajo contenido de nitrógeno edáfico. Las muestras procedentes de Pichincha registraron un porcentaje de nitrógeno inferior a 0,22 %, por su parte, en Imbabura se evidenció un 0,12 % y en Carchi apenas un 0,05 % (Aguinda, 2024). De acuerdo a la información reportada por Agrocalidad (2015), los valores de nitrógeno presentaron un intervalo comprendido entre 0,07 y 0,36. Según los autores, el nitrógeno desempeña un papel determinante en el desarrollo de los cultivos, pero advierten que su aplicación excesiva a través de fertilizantes nitrogenados puede intensificar los procesos de desnitrificación, disminuyendo su disponibilidad en el suelo.

Figura 4.1. Contenido de nitrógeno en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha.

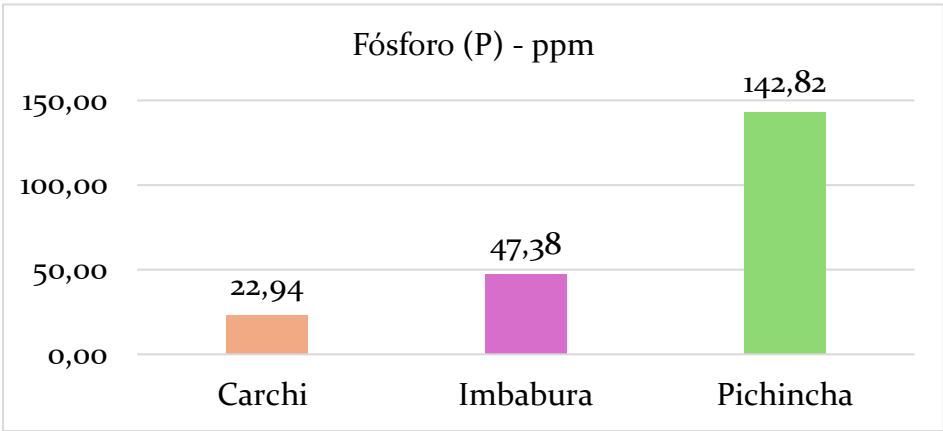


Fuente: Aguinda, 2024.

Con respecto a los niveles de fósforo, en la Figura 4.2 se observan niveles altos en los suelos de las tres provincias. Estudios anteriores señalan que los suelos Andisoles se distribuyen principalmente en estas zonas, y contribuyen a limitar la disponibilidad de fósforo en el suelo, lo que disminuye su disponibilidad para las plantas (Paucar et al., 2015).

Basándose en esta limitación, los productores recurren a una mayor aplicación de fertilizantes fosfatados para compensar la deficiencia (Paucar et al., 2015). Sin embargo, el empleo excesivo de fertilizantes nitrogenados bajo determinadas condiciones ambientales puede intensificar la pérdida de nitrógeno mediante desnitrificación, afectando de manera desfavorable la dinámica de los nutrientes en el suelo (Aguinda, 2024).

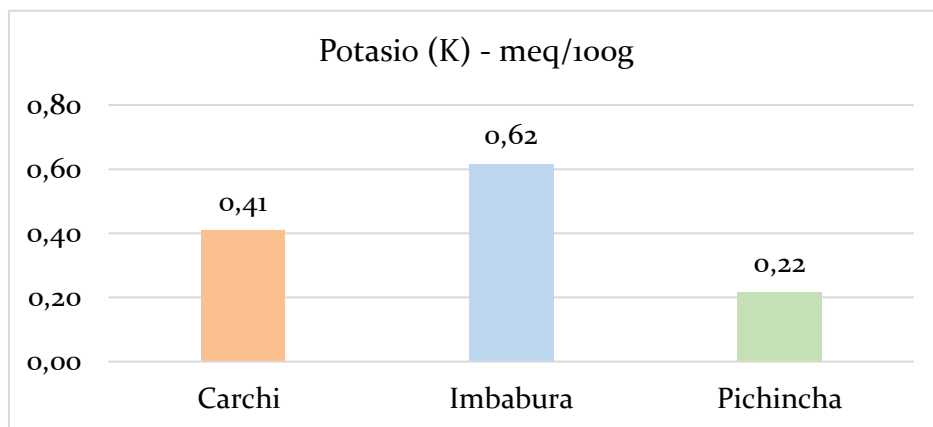
Figura 4.2. Fósforo en partes por millón en las provincias de Carchi, Imbabura y Pichincha.



Fuente: Aguinda, 2024.

Respecto a la concentración de potasio, la Figura 4.3, muestra que la provincia de Pichincha presentó valores más bajos, con un nivel de 0,22, mientras que Carchi presentó un contenido moderado de 0,41. Por otro lado, Imbabura presentó el valor máximo, correspondiente a 0,62, resultado que se encuentra dentro de la categoría alta. De acuerdo con Henao & Hernández (2002), los suelos de origen volcánico generalmente tienden a conservar niveles adecuados de potasio, como consecuencia de su composición característica mineralógica de la fracción arcillosa.

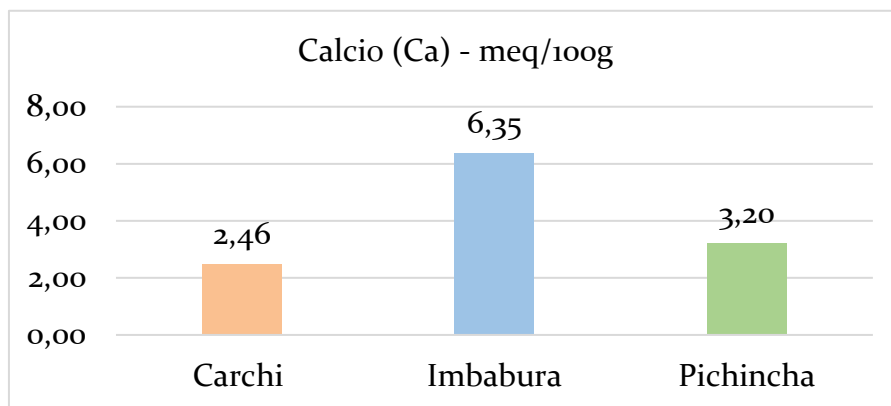
Figura 4.3. Potasio por miliequivalentes por 100 g de suelo



Fuente: Aguinda, 2024.

Con respecto a la concentración de calcio, se determinó que en Carchi se registraron valores que variaron desde niveles bajos hasta adecuados (2,46 meq/100 g), lo que podría actuar como una limitante para el cultivo de la granadilla si no se ponen en práctica estrategias de fertilización cálcica. En Imbabura, las concentraciones de calcio correspondieron a valores elevados, dentro del rango óptimo, lo que representa una condición adecuada para conservar la estabilidad del pH del suelo y mantener condiciones nutricionales favorables de los frutos. Respecto a Pichincha se pudo evidenciar niveles moderados a altos de calcio, lo que resulta valorable para el crecimiento de la granadilla, aunque es aconsejable mantener una supervisión periódica para minimizar posibles desbalances con otros cationes presentes en el suelo (Aguinda, 2024). Estos hallazgos presentan diferencias respecto a lo reportado por Cabrera (2006), quien destaca la relevancia del calcio en el crecimiento de la granadilla.

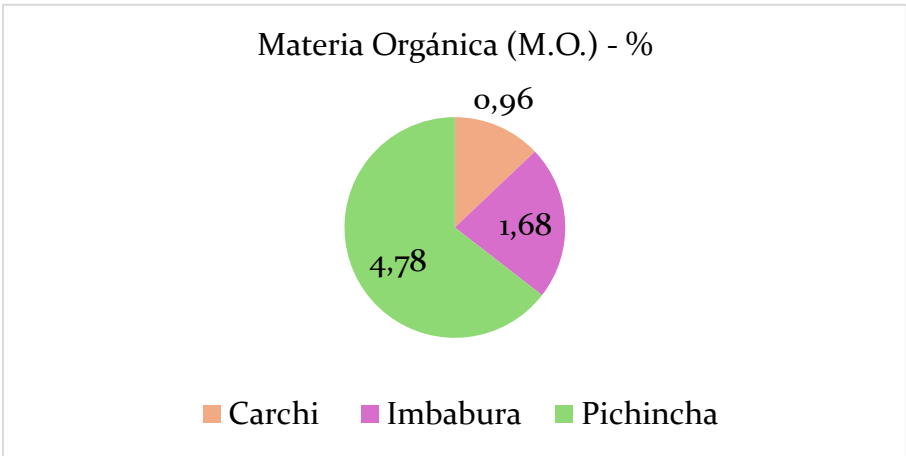
Figura 4.4. Contenido de calcio en miliequivalentes por 100 g de suelo



Fuente: Aguinda, 2024.

Las concentraciones de materia orgánica en los suelos analizados en las tres provincias, ilustradas en la Figura 4.5, evidencian una clasificación media. Según Wolff y Ovalle (2016), la materia orgánica constituye un componente esencial del suelo, esto debido a que es una fuente de energía para los microorganismos presentes y cumple una acción reguladora ante cambios de las condiciones fisicoquímicas, favoreciendo el equilibrio del suelo.

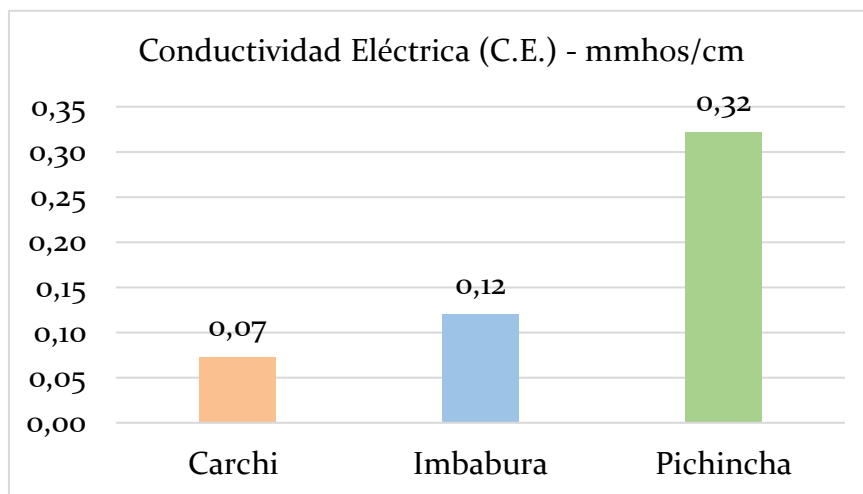
Figura 4.5. Contenido porcentual de Materia Orgánica



Fuente: Aguinda, 2024.

Los niveles de conductividad eléctrica (C.E.) registrados en Carchi, Imbabura y Pichincha indican niveles de salinidad entre bajos y moderados, siendo más favorables en Carchi e Imbabura. Pichincha registra un valor comparativamente superior, que, aunque no representa una limitación, requiere acciones de manejo pertinente, particularmente en áreas con alta intensidad de riego, a fin de reducir la salinización en periodos prolongados. Los resultados registrados muestran que las tres provincias ofrecen un entorno edafológico favorable para la producción de granadilla (Aguinda, 2024).

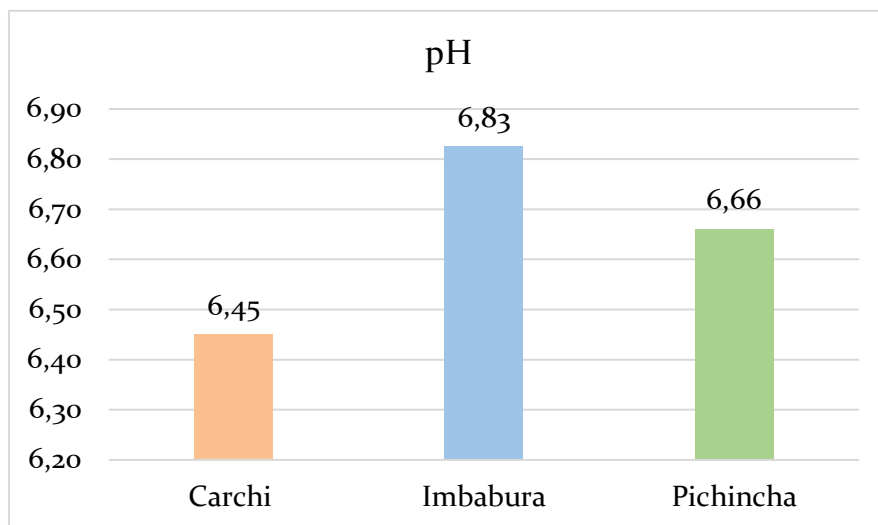
Figura 4.6. Valores de conductividad eléctrica



Fuente: Aguinda, 2024.

Con respecto al pH del suelo, se evidenció que en las tres provincias estudiadas los valores oscilaron entre 6,45 y 6,83. Según lo establecido por Agrocalidad (2015), los valores de pH obtenidos se sitúan dentro del rango ligeramente ácido. Ambos tipos de suelo intervenidos y no intervenidos fueron clasificados como Andisoles, estos suelos se asocian principalmente con regiones donde existe acumulación de cenizas volcánicas, en cuya composición se encuentran altos niveles de hierro, como se señala en el estudio de (Podwojewski & Poulenard, 2000, como se citó en Utreras Flor et al., 2015).

Figura 4.7. Valores de pH del suelo según provincia



Fuente: Aguinda, 2024.



CAPÍTULO V

5 CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS Y QUÍMICAS

Los análisis químicos y bromatológicos nos permiten reconocer los componentes presentes en los alimentos que intervienen en su valor nutricional. La manera en la que estos compuestos son aprovechados por el organismo no se realiza de forma uniforme, esto se debe a que algunos presentan una alta digestibilidad, otros solo pueden ser degradados de manera parcial y ciertos componentes prácticamente no pueden ser digeridos. Estas condiciones se relacionan con la composición propia de cada alimento, así como con la estructura y las interacciones existentes entre sus constituyentes, factores que pueden modificar su disponibilidad y el grado en que son utilizados durante la digestión (Lozano-Sánchez, 2016).

5.1 Características químicas

La Tabla 5.1 presenta los resultados correspondientes al análisis químico del fruto de *P. ligularis*. El calcio corresponde a 11,87 mg/100 g, lo cual permite determinar que la granadilla es uno de los frutos con mayor cantidad de calcio existentes, siendo superior a la naranja. El fósforo corresponde a 91,10 mg/100 g, siendo estos valores superiores a los dátiles, plátano y naranja.

Aunque no es un fruto rico en magnesio, su contenido contribuye al consumo diario de este mineral (Mg) cuando se consume como parte de una dieta equilibrada. Las frutas secas, como los higos y las almendras, son más ricas en magnesio, pero la granadilla sigue siendo una buena

fuelle de este nutriente. *P. ligularis* contiene una cantidad moderada de potasio 486,84 mg/100 g, aunque no se agrupa dentro de las frutas más ricas en potasio, su contenido sigue siendo valioso y puede contribuir a alcanzar la ingesta diaria recomendada de este mineral cuando se consume dentro de una dieta equilibrada.

En *P. ligularis* se ha registrado un contenido de polifenoles totales de 1449 mg/LEAG, valor que puede considerarse moderado en comparación con otras frutas como el kiwi y las peras. Aunque no se encuentra entre las más ricas en polifenoles es una excelente fuente de antioxidantes y puede contribuir significativamente a la ingesta diaria de estos compuestos beneficiosos. Los polifenoles se destacan principalmente por la capacidad antioxidante, aunque también se les atribuyen otros efectos de interés biológico. Entre ellos podemos encontrar su posible participación en la acción vasodilatadora, la mejora de algunos parámetros del perfil lipídico y la disminución de la oxidación de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) (Quiñones et al., 2012).

P. ligularis tiene un pH de alrededor de 5, lo que la coloca en el rango de frutas ligeramente ácidas. Este pH es comparable a frutas de sabor ligeramente ácido. Con un °Brix de 16 *P. ligularis* se encuentra en un rango de dulzura moderadamente alto, muy similar a frutas como el mango y la granada. No es tan dulce como el plátano o las uvas, pero sigue siendo una fruta notablemente dulce y agradable al paladar.

Tabla 5.1. Características químicas del fruto de *P. ligularis*

Unidad	Parámetro	Resultados
mg/100 g	Ca	11,87
	P	91,10
	Fe	0,74
	Mg	44,53
	K	486,84
mg/LEAG	Polifenoles totales	1449
UI/100 g	Vitamina A	<0,1
mg/100 g	Vitamina C	0,40
	pH	5
	°Bx	16

Fuente: Los autores

5.2 Características bromatológicas

P. ligularis presenta una composición nutricional equilibrada, destacándose por su alto contenido de agua (72,8 %), lo que la convierte en una excelente fuente de hidratación. Su fibra bruta (6,8 %) es significativa, lo que favorece la salud digestiva y la sensación de saciedad, siendo útil para el control del peso. En cuanto a su contenido de carbohidratos (19 %), estos provienen principalmente de azúcares naturales y fibra, lo que proporciona una fuente moderada de energía (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Características bromatológicas del fruto de *P. ligularis*.

ID	Resultados
Humedad (%)	72,8
Ceniza (%)	1,1
Fibra bruta (%)	6,8
Azúcares Reductores (%)	6,7
Grasa total (%)	4,5
Carbohidratos (%)	19,0
Energía (kcal/100 g)	126,9
Proteína (%)	2,6

Fuente: Los autores

P. ligularis presenta una composición nutricional equilibrada, destacándose por su alto contenido de agua (72,8 %), lo que la convierte en una excelente fuente de hidratación. Su fibra bruta (6,8 %) es significativa, lo que favorece la salud digestiva y la sensación de saciedad, siendo útil para el control del peso. En cuanto a su contenido de carbohidratos (19 %), estos provienen principalmente de azúcares naturales y fibra, lo que proporciona una fuente moderada de energía (Tabla 5.2).

La presencia de azúcares reductores, cercana al 6,7 %, contribuye al sabor dulce característico de la granadilla. Su aporte energético se sitúa en 126,9 kcal por cada 100 g, mientras que el contenido de grasas totales alcanza el 4,5 %. La proteína representa alrededor del 2,6 %, por lo que su participación dentro de la composición nutricional del fruto es menor frente a otros componentes. En conjunto, estos valores muestran que la



CAPÍTULO VI

6 MÉTODOS DE ESCARIFICACIÓN

6.1 Porcentaje de germinación

La germinación constituye un criterio importante para valorar la viabilidad de las semillas y el comportamiento de las especies de *Passiflora* durante su propagación, ya que de este proceso depende en buena medida el establecimiento inicial de las plantas (França-Neto & Krzyzanowski, 2019). Su respuesta puede variar según las condiciones aplicadas antes y durante la siembra, entre ellas el método de escarificación y el tipo de sustrato utilizado (Ortega, 2006). Con base en estos antecedentes, en el presente estudio se evaluó el efecto de distintos tratamientos de escarificación y diferentes medios de cultivo sobre la germinación de *P. ligularis*.

Tabla 6.1. Porcentaje de germinación

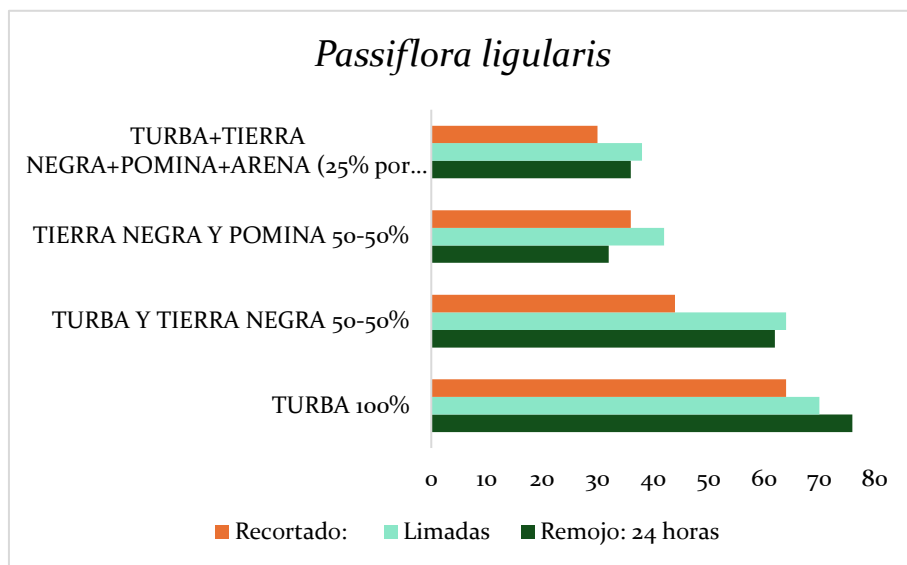
<i>P. ligularis</i>			
PRIMER MES			
ID	Remojo: 24 horas	Lima das	Recortado
TURBA 100 %	38	35	32
TURBA Y TIERRA NEGRA 50-50 %	31	32	22
TIERRA NEGRA Y POMINA 50-50 %	16	21	18
TURBA + TIERRA NEGRA + POMINA + ARENA (25 % por sustrato)	18	19	15
SEGUNDO MES			
ID	Remojo: 24 horas	Lima das	Recortado

TURBA 100%	76	70	64
TURBA Y TIERRA NEGRA 50-50 %	62	64	44
TIERRA NEGRA Y POMINA 50-50 %	32	42	36
TURBA + TIERRA NEGRA + POMINA + ARENA (25 % por sustrato)	36	38	30

Fuente: Naranjo, 2025.

Durante el primer mes, *P. ligularis* mostró su mayor porcentaje de germinación en las semillas sometidas a remojo durante 24 horas y sembradas en turba al 100 %, con un 38 %. A este resultado le siguieron los tratamientos de limado y corte, que alcanzaron 35 % y 32 %, respectivamente. En contraste, las mezclas de sustratos presentaron valores menores, cercanos al 15 %, mientras que la combinación de tierra negra y pomina en proporción 50:50 registró un 16 %. Al completar el segundo mes, la germinación acumulada aumentó de manera considerable y el tratamiento de remojo en turba volvió a presentar la respuesta más alta, con un 76 %. Aunque las combinaciones de sustratos se mantuvieron por debajo de este valor, alcanzaron porcentajes de germinación de 30 % y 32 %, lo que evidencia que las semillas continuaron germinando durante el segundo periodo de evaluación (Naranjo, 2025).

Figura 6.1. Porcentaje de germinación de *Passiflora ligularis* por tratamiento



Fuente: Naranjo, 2025.

En la figura 6.1 se representan los resultados del proceso germinativo de *P. ligularis*, los resultados muestran que el remojo durante 24 horas (gris) produjo la mayor germinación en los diferentes sustratos evaluados. La respuesta más alta se obtuvo con turba al 100 %, donde la germinación alcanzó el 76 %, seguida por la mezcla de tierra negra y turba en proporción 50:50, con un 62 %. En cambio, los tratamientos de limado (turquesa) y corte (naranja) presentaron porcentajes inferiores, con valores que se situaron entre el 30 % y el 40 %. Estos resultados indican que, pese a la variación observada entre los sustratos, el tratamiento de remojo produjo una respuesta germinativa más favorable (Naranjo, 2025). Además, Martínez et al. (2014) indican que la turba posee una alta capacidad para retener agua y nutrientes, mientras que la tierra negra contribuye a mejorar la estructura y el drenaje del sustrato. Estas características favorecen el desarrollo de las raíces y ayudan a

evitar una acumulación excesiva de humedad, condición que puede incrementar el riesgo de deterioro de las semillas durante la germinación.

Tabla 6.2. Análisis ANOVA de *P. ligularis*

E1: Mecánica (24 horas remojo)						
Tratamiento	Sustrato	Medias	n	E. E.		p-valor
T1	100 % Turba	5,25	8	0,95	A B	0,0070
T13	50 % Turba y 50 % Tierra Negra	5,38	8	0,95	A	
T25	50 % Pomina y 50 % Tierra Negra	1,5	6	1,09	A	
T37	25 % Turba, 25 % Tierra Negra, 25 % Pomina y 25 % Arena de río	1,5	8	0,95	B	
E2: Limado de la superficie de la semilla						
T2	100 % Turba	5,38	8	0,92	B	
T14	50 % Turba y 50 % Tierra Negra	5,25	8	0,92	B	
T26	50 % Pomina y 50 % Tierra Negra	1,13	8	0,92	A	
T38	25 % Turba, 25 % Tierra Negra, 25 % Pomina y 25 % Arena de río	1,83	6	1,07	A B	0,0042
E3: Corte del ápice de la semilla						
T3	100 % Turba	5,75	8	0,93	B	0,0007
T15	50 % Turba y 50 % Tierra Negra	5,5	8	0,93	B	

T27	50 % Pomina y 50 % Tierra Negra	0,62	8	0,93	A	
T39	25 % Turba, 25 % Tierra Negra, 25 % Pomina y 25 % Arena de río	1,5	6	1,08	A	

Fuente: Naranjo, 2025.

De acuerdo con los resultados presentados en la Tabla 6.2, el análisis de los tratamientos aplicados a *P. ligularis* muestra diferencias en la respuesta germinativa según el método de escarificación y el sustrato utilizado. Los tratamientos conformados únicamente por turba (T1, T2 y T3) alcanzaron los mayores promedios de germinación con los tres métodos evaluados, mostrando un mejor comportamiento frente a las demás combinaciones de sustratos. Esta respuesta puede relacionarse con las propiedades de la turba para mantener condiciones adecuadas de humedad y favorecer el desarrollo inicial de las raíces sin generar una acumulación excesiva de agua (Willan, 1991).

En cambio, las combinaciones que contenían pomina presentaron porcentajes de germinación más bajos, principalmente cuando se aplicó el corte de la cubierta de la semilla. Este comportamiento podría estar relacionado con las características físicas del medio utilizado y su influencia sobre las condiciones necesarias para que la semilla complete el proceso germinativo, lo cual guarda relación con lo señalado por Andino (2018, pp. 21–24). De manera similar, los tratamientos T37, T38 y T39, integrados por arena de río, pomina, tierra negra y turba, mostraron una respuesta menor frente a los tratamientos constituidos solamente por turba. En conjunto, los resultados sugieren que la composición del sustrato tuvo una influencia importante sobre la

germinación de *P. ligularis* (Naranjo, 2025).

En esta especie, el remojo durante 24 h evidenció la mayor eficiencia como método de escarificación, debido a que, aun cuando el valor más elevado se obtuvo en E3, este solo tiene buenos resultados con la turba, Alvarado y Espinoza (2005) sostienen que la realización de una apertura parcial de la cubierta de la semilla puede incrementar la respuesta germinativa de granadilla (*P. ligularis*). Sin embargo, este procedimiento puede provocar lesiones en el embrión si la apertura de la cubierta es excesiva, lo que podría explicar la menor germinación observada en algunos tratamientos. También es importante trabajar con instrumental esterilizado, ya que la contaminación puede comprometer la viabilidad de las semillas durante el proceso germinativo. Estos antecedentes coinciden con los resultados obtenidos en esta investigación, donde el remojo durante 24 h, combinado con turba al 100 %, generó las condiciones más favorables para la germinación y el establecimiento inicial de *P. ligularis* en ambiente controlado (Naranjo, 2025).

Según los grupos de significancia (A y B), los tratamientos que comparten una misma letra presentan medias sin diferencias estadísticamente significativas entre sí. Las combinaciones con turba sobresalen respecto a las demás mezclas. Asimismo, los valores de *p* inferiores a 0,05 demostraron diferencias significativas entre los tratamientos, demostrando la influencia del tipo de sustrato y de las técnicas aplicadas (Naranjo, 2025).



CAPÍTULO VII

7 ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

A lo largo del tiempo, la granadilla ha formado parte de la alimentación y de diversas prácticas tradicionales de comunidades indígenas latinoamericanas. Su importancia no se ha limitado al consumo como alimento, pues también se le han atribuido usos asociados con la medicina tradicional, lo que ha contribuido a mantener su presencia dentro de las costumbres locales (Ulmer & MacDougal, 2004). En este proceso, las mujeres han desempeñado un papel significativo en la conservación y transmisión de saberes vinculados con el cultivo, manejo y aprovechamiento de esta especie. Estos conocimientos, desarrollados y transmitidos entre generaciones, han favorecido formas de producción adaptadas a las condiciones locales y una utilización más integral de la granadilla en los territorios donde se cultiva (Aguinda, 2024).

La granadilla (*Passiflora ligularis*) posee diversas aplicaciones alimentarias debido a las características sensoriales de su pulpa. Además de su consumo en fresco, puede emplearse en la elaboración de jugos, pulpas, concentrados, postres y otros productos procesados, lo que amplía sus posibilidades de aprovechamiento gastronómico y agroindustrial (Brito et al., 2008).

El desarrollo de estrategias orientadas al ámbito culinario debe ir acompañado del fortalecimiento de la producción y del aprovechamiento de la granadilla. De esta manera, su incorporación en nuevas preparaciones y productos puede generar oportunidades de comercialización y contribuir al mejoramiento de los ingresos de las

comunidades rurales vinculadas con su cultivo.

7.1 Programa de Innovación Gastronómica liderado por mujeres para el desarrollo de nuevos productos derivados de *P. ligularis*

1) Descripción

A través de este programa se propone una iniciativa gastronómica innovadora liderada por mujeres, cuyo objetivo es explorar y promover la diversidad gastronómica a través de la *P. ligularis*. La propuesta principal es desarrollar una oferta diversificada de productos derivados de esta fruta, resaltando su versatilidad en la gastronomía, se prevé la participación de las mujeres, quienes estarán a cargo de las actividades de investigación, experimentación y desarrollo de recetas novedosas, con el objetivo de ofrecer experiencias gastronómicas (Aguinda, 2024).

2) Objetivos

Objetivo General:

Implementar un programa de innovación gastronómica con participación y liderazgo de mujeres, orientado a la investigación, desarrollo y elaboración de productos derivados de *P. ligularis*, para potenciar el desarrollo gastronómico local e internacional y fomentar el liderazgo femenino en este ámbito (Aguinda, 2024).

Objetivos específicos:

- Desarrollar estudios orientados a identificar nuevas alternativas

para incorporar la granadilla en la gastronomía, mediante la creación de preparaciones que aprovechen y destaquen su sabor, aroma y demás características propias.

- Facilitar capacitaciones especializadas a las mujeres para que elaboren productos derivados de la granadilla como: extracto obtenido de la pulpa, repostería, mermeladas, etc., que promueva el desarrollo económico.

3) Identificación de proyectos

- Investigación de la gastronomía Tradicional:

A través del proyecto se prevé integrar un equipo de trabajo compuesto por mujeres con experiencia en el ámbito culinario y las ciencias alimentarias, con el propósito de explorar las propiedades y alternativas de aprovechamiento de *P. ligularis*. Para ello, se considerarán prácticas tradicionales junto con nuevas formas de preparación y combinación de ingredientes, orientadas a destacar el sabor y las características propias de la granadilla en diferentes platos y productos gastronómicos (Aguinda, 2024).

- Capacitación y Difusión:

Se desarrollará un programa de capacitación dirigido a mujeres interesadas en impulsar emprendimientos relacionados con la gastronomía y el aprovechamiento de *Passiflora ligularis*. La propuesta incluirá formación en preparación y transformación de la fruta, técnicas culinarias y aspectos básicos de gestión de negocios, con el fin de fortalecer su participación en la creación de nuevas iniciativas

gastronómicas y productivas (Aguinda, 2024).

Marco lógico del proyecto 1 (Programa 1)

Tabla 7.1. Marco lógico del proyecto: Investigación de la gastronomía tradicional

Nombre del proyecto: Investigación de la gastronomía Tradicional				
Duración del proyecto: 1 año		Costo aproximado del proyecto: \$7.900		
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos	
Fin Impulsar el valor económico, nutricional y cultural de <i>P. ligularis</i> , al momento que las mujeres se preparan en el ámbito culinario.	Al menos el 60% de las empresas dirigidas por mujeres aumentan sus ganancias mediante el desarrollo y venta del producto.	Informes técnicos, evaluación del impacto socioeconómico y registros de producción y comercialización de los nuevos productos.	Existe interés y una demanda potencial en el mercado para la incorporación de nuevos productos derivados de la granadilla.	
Propósito Consolidar la cadena de valor de <i>P. ligularis</i> mediante la innovación gastronómica orientada por mujeres.	Al menos 4 productos novedosos obtenidos de <i>P. ligularis</i> , creados y vendidos por empresas encabezadas por mujeres.	Catálogos y registros de nuevos productos, junto con reportes de comercialización y ventas.	Existe interés y participación activa de mujeres emprendedoras en el desarrollo del programa de innovación gastronómica.	

Componentes	Se han	Catálogos y	Presencia de
Programa de Innovación Gastronómica liderado por mujeres emprendedoras para la investigación y desarrollo de nuevos productos derivados de <i>Passiflora ligularis</i> .	desarrollado al menos cinco productos innovadores derivados de <i>Passiflora ligularis</i> .	materiales promocionales de los nuevos productos, registros de comercialización y ventas, listas de participantes y evaluaciones de las actividades de capacitación.	personal.
Actividades			Presupuesto
1.1. Fortalecer las capacidades de las mujeres mediante cursos intensivos de formación gastronómica.			\$2.500
1.2. Revisar fuentes especializadas sobre <i>Passiflora ligularis</i> para identificar su aporte nutricional, las formas de preparación y los usos tradicionales de la fruta en distintas culturas de la región.			\$200
1.3. Desarrollar pruebas culinarias que permitan explorar nuevas formas de preparación, combinación de ingredientes y presentación de productos, procurando resaltar las cualidades sensoriales y particulares de la granadilla.			\$3.500
1.4. Desarrollar propuestas culinarias innovadoras a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , evaluando alternativas como postres, bebidas, salsas, aderezos y otras preparaciones gastronómicas.			\$700
1.5. Realizar pruebas sensoriales mediante sesiones de degustación con paneles de evaluación, con el fin de recopilar opciones y percepciones acerca de los nuevos platos y productos elaborados.			\$1000

TOTAL	\$7.900
--------------	----------------

Fuente: Aguinda, 2024.

Tabla 7.2. Marco lógico del proyecto: Capacitación y difusión

Nombre del proyecto: Capacitación y difusión			
Duración del proyecto: 2 años		Costo aproximado del proyecto: \$7.340	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin Fomentar la preservación y uso sustentable de <i>P. ligularis</i> , potenciando la capacidad de resistencia de los ecosistemas andinos y las comunidades de agricultores frente a los retos medioambientales.	La superficie destinada al cultivo de <i>P. ligularis</i> aumenta en un 25 % dentro de las áreas de intervención.	Mapas actualizados de las áreas de cultivo e informes de evaluación del impacto socioeconómico.	Las políticas públicas y la normativa vigente respaldan la conservación de la biodiversidad y promueven el desarrollo sostenible de las comunidades.
Propósito Fortalecer la conservación de la diversidad genética de <i>P. ligularis</i> mediante el establecimiento de un banco de	Banco de germoplasma de <i>P. ligularis</i> implementado y operativo, con al menos 50 muestras representativas de	Inventario del banco de germoplasma, documentación de las accesiones conservadas y registros de su caracterización	Se cuenta con la participación y colaboración de organizaciones relevantes en las acciones previstas para la conservación.

germoplasma y la formación de productores en prácticas de manejo sostenible.	la diversidad genética de la especie.	genética.	
Componentes Conservar la diversidad genética de <i>P. ligularis</i> mediante un banco de germoplasma y capacitar a los productores en prácticas de manejo sostenible.	Al menos el 40% de los productores involucrados implementan métodos de cultivo que preservan la biodiversidad.	Catálogos y materiales promocionales de los nuevos productos, registros de productos disponibles y ventas, listas de participantes, evaluaciones de las capacitaciones e informes de las actividades y eventos realizados.	Disponibilidad de recursos financieros y personal capacitado.
Actividades			Presupuesto
2.1. Diseñar una campaña de promoción para los emprendimientos vinculados con la granadilla, incorporando contenidos formativos sobre marketing, gestión financiera y fortalecimiento empresarial.			\$1.900
2.2. Realizar talleres periódicos de evaluación y refuerzo sobre prácticas gastronómicas, orientados a fortalecer los conocimientos relacionados con el uso culinario de la			\$2.540

granadilla.	
2.3. Brindar asesorías personalizadas para fortalecer las habilidades culinarias y comerciales, así como orientar el diseño y desarrollo de iniciativas gastronómicas.	\$1.100
2.4. Organizar actividades comunitarias, ferias gastronómicas y demostraciones orientadas a promover el consumo y la difusión de productos derivados de la granadilla.	\$1.550
2.5. Analizar la información obtenida mediante encuestas y opiniones de las participantes y del público, utilizando estos resultados para ajustar y mejorar las actividades desarrolladas.	\$250
TOTAL	\$ 7.340

Fuente: Aguinda, 2024.

7.2 Programa orientado a la conservación de la diversidad genética de la granadilla como la implementación de bancos de germoplasma de características fenotípicas superiores que se consoliden como un componente estratégico para dinamizar la economía de distintas localidades del Ecuador.

1) Descripción

El programa busca fortalecer la economía de distintas localidades del Ecuador mediante acciones orientadas a la conservación de la diversidad genética de las pasifloras. Para ello, se propone establecer centros de capacitación en sitios estratégicos, donde los productores puedan acceder a espacios de aprendizaje sobre la importancia de conservar los recursos genéticos y sobre el manejo de bancos de germoplasma.

Estos centros estarán orientados a la formación práctica de los productores mediante talleres, demostraciones y ejercicios aplicados relacionados con la conservación y el mejoramiento genético de la granadilla. De esta manera, se pretende fortalecer las capacidades locales, promover un manejo más sostenible del cultivo y generar oportunidades que contribuyan al desarrollo económico tanto a escala local como regional.

2) Objetivos

Objetivo General:

Implementar un programa de formación y demostración dirigido a los agricultores, orientado a fortalecer sus conocimientos sobre la conservación y el manejo adecuado de los bancos de germoplasma de *Passiflora ligularis*. Esta iniciativa busca contribuir a la protección de la diversidad genética de la especie y a la conservación de su valor como recurso alimentario.

Objetivos específicos:

- Planificar e implementar un centro local de demostración, equipado con la infraestructura y los recursos necesarios para capacitar a los agricultores en conservación genética y manejo de germoplasma.
- Diseñar acciones de formación orientadas al manejo sostenible de la diversidad genética, considerando las accesiones de granadilla presentes en cada región del país.

3) Identificación de proyectos

- Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de grandilla

El proyecto tiene como propósito conservar y fortalecer la diversidad genética de la granadilla (*P. ligularis*). Para ello, se plantea establecer un Centro de Conservación dedicado a la investigación y caracterización de materiales con rasgos fenotípicos de interés. A partir de esta información, se podrán desarrollar acciones de mejoramiento genético orientadas a identificar materiales con características favorables, promoviendo al mismo tiempo su conservación y un manejo agrícola más sostenible.

- Proyecto de capacitación en prácticas para la conservación de la diversidad genética de accesiones de granadilla

Este proyecto está orientado a fortalecer la formación de agricultores y técnicos en conservación de la diversidad genética y manejo responsable de bancos de germoplasma. Para ello, se desarrollarán capacitaciones enfocadas en prácticas agrícolas sostenibles y en el uso adecuado de los recursos genéticos de la granadilla. Además, se promoverá la articulación con instituciones académicas, gubernamentales y del sector agrícola, con el propósito de generar espacios de colaboración que contribuyan a la conservación y aprovechamiento responsable de la especie.

Marco lógico

Tabla 7.3. Marco lógico del proyecto: Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de granadilla

Nombre del proyecto: Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de granadilla				
Duración del proyecto: 3 años		Costo aproximado del proyecto: \$6.670		
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos	
Fin Fortalecer la seguridad alimentaria y generar oportunidades de desarrollo económico en distintas zonas del Ecuador mediante la producción sostenible de granadilla.	Incremento del 25 % en los ingresos obtenidos por los productores de granadilla.	Registros y comprobantes de ventas de las asociaciones de productores de granadilla, junto con informes de seguimiento y evaluación socioeconómica.	Las políticas gubernamentales continúan reconociendo la conservación de la biodiversidad como un componente esencial para el desarrollo sostenible.	
Propósito Materiales seleccionados de granadilla conservados y con potencial para su cultivo en diferentes regiones del	Conservación de al menos 50 accesiones de granadilla con características fenotípicas de interés dentro del banco de germoplasma.	Registro actualizado e inventario de las accesiones conservadas en el banco de germoplasma.	Los productores adoptan prácticas agrícolas orientadas al manejo sostenible de los cultivos.	

Ecuador.			
Componentes	Identificar al Banco de germoplasma de granadilla establecido y operativo para la conservación de material vegetal.	Identificar al menos dos materiales mejorados de granadilla con características agronómicas de interés.	Registros e inventario actualizado del banco de germoplasma, junto con informes de las acciones de mejoramiento genético desarrolladas.
			Se mantiene una demanda sostenida de materiales mejorados de granadilla en los mercados locales y regionales.
Actividades			Presupuesto
1.1. Desarrollar estudios orientados a caracterizar la diversidad genética y la variabilidad de las poblaciones locales de granadilla presentes en cada zona.			\$1.510
1.2. Implementar y gestionar bancos de germoplasma destinados a conservar y resguardar la diversidad genética de las distintas accesiones de granadilla.			\$1.100
1.3. Reconocer rasgos fenotípicos de interés que puedan ser aprovechados en procesos de mejoramiento de las variedades.			\$950
1.4. Diseñar e implementar programas de mejoramiento genético orientados a obtener variedades con rasgos agronómicos de interés.			\$2.000
1.5. Capacitar a los agricultores en prácticas de manejo sostenible orientadas a conservar y proteger las variedades locales de granadilla.			\$1.110
TOTAL			\$6.670

Fuente: Aguinda, 2024.

Tabla 7.4. Capacitación en prácticas para la conservación de la diversidad genética de accesiones de granadilla

Nombre del proyecto: Proyecto de capacitación en prácticas para la conservación de la diversidad genética de accesiones de granadilla			
Duración del proyecto: 4 años		Costo aproximado del proyecto: \$5.353	
Narrativa de objetivos	Indicadores	Medios de verificación	Supuestos
Fin Fomentar la conservación y el aprovechamiento sostenible de la diversidad genética de la granadilla, contribuyendo a fortalecer la resiliencia de los ecosistemas y de las comunidades agrícolas frente a los desafíos ambientales.	Aumento del 20 % en la superficie cultivada bajo prácticas sostenibles orientadas a conservar la diversidad genética de la granadilla.	Mapas actualizados e informes técnicos de seguimiento y evaluación.	Las comunidades locales muestran disposición para adoptar nuevas prácticas y técnicas orientadas a una producción agrícola sostenible.
Propósito Fortalecer las capacidades de los agricultores para conservar y aprovechar de forma sostenible la diversidad genética de la granadilla.	Al menos el 70 % de los agricultores capacitados incorporan prácticas de cultivo orientadas a conservar la	Inventario, registros de germoplasma, evaluaciones en terreno, cuestionarios para los agricultores	Hay vías de comunicación eficaces para transmitir los saberes y métodos adquiridos a otras comunidades.

	diversidad genética de la granadilla.		
Componentes Curso de capacitación sobre conservación y aprovechamiento sostenible de la diversidad genética de la granadilla.	Al menos 10 agricultores capacitados en prácticas de conservación y manejo sostenible de la granadilla.	Listas de participantes, evaluaciones de las capacitaciones e informes de las actividades y eventos desarrollados en los sitios de demostración.	No se presenten conflictos sociales que limiten o impidan el acceso a las áreas de intervención del proyecto.
Actividades			Presupuesto
2.1. Diseñar programas de capacitación adaptados a las condiciones de cada localidad, incorporando información específica sobre la diversidad genética de la granadilla.			\$250
2.2. Promover la implementación de pequeñas escuelas de campo como espacios prácticos de aprendizaje para los productores de granadilla.			\$1.800
2.3. Organizar talleres prácticos sobre técnicas de cultivo, manejo adecuado del suelo y acciones de conservación ajustadas a las necesidades del cultivo de granadilla.			\$1.423
2.4. Impartir charlas educativas sobre la importancia de conservar la diversidad genética y fomentar un manejo responsable de la granadilla en las comunidades agrícolas.			\$750
2.5. Elaborar materiales educativos, como folletos, carteles y manuales, que orienten sobre el manejo responsable y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.			\$1.130
TOTAL			\$5.353

Fuente: Aguinda, 2024.

4) Marco lógico del plan passifloral 2025

Tabla 7.5. Marco lógico del plan passifloral 2025: innovación y desarrollo de la granadilla.

JERARQUÍA DE OBJETIVOS	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS
FIN Elaborar una guía para la formación de mujeres lideresas en emprendimientos gastronómicos, incorporando contenidos sobre diversidad genética, producción y conservación de la especie, así como aspectos relacionados con el manejo agrícola, la economía local y el uso sostenible de los recursos naturales.	Al menos 10 mujeres capacitadas en gastronomía y emprendimiento culinario, y un 50 % de los agricultores participantes con mejoras en sus ingresos derivadas de un manejo más eficiente de la producción.	• Informes de seguimiento y progreso. • Encuestas y registros de las actividades desarrolladas. • Reportes técnicos. • Informes de alianzas y colaboraciones establecidas.	Las mujeres de la región muestran interés en participar, con el apoyo de organizaciones no gubernamentales, y manifiestan su compromiso con las actividades del proyecto y la conservación de la diversidad.

PROPÓSITO			
El programa busca fortalecer la participación de mujeres capacitadas en gastronomía, promoviendo el desarrollo de iniciativas orientadas al aprovechamiento de subproductos de la granadilla. De manera complementaria, se plantea capacitar a los agricultores en prácticas relacionadas con la conservación de la diversidad genética y el manejo de bancos de germoplasma, con el propósito de vincular la producción	Plan implementado o para promover la innovación gastronómica liderada por mujeres y fortalecer la conservación de la diversidad genética de la granadilla en Ecuador.	• Informes técnicos. • Registros de usuarios o beneficiarios. • Encuestas de percepción y aceptación de los productos. • Registros de pagos por los servicios prestados. Acuerdos institucionales Monitoreo y registro de actividades del cultivo	Generación de alianzas con diferentes centros de investigación a nivel local y regional para el desarrollo de proyectos de la granadilla.

sostenible con nuevas oportunidades de aprovechamiento de la especie.			
COMPONENTES			
Programa de innovación gastronómica orientado al desarrollo de nuevos subproductos de granadilla, con participación y liderazgo de mujeres previamente capacitadas.	• Desarrollo de al menos cinco productos innovadores elaborados a partir de <i>P. ligularis</i>. • Participación de al menos el 50 % de las mujeres lideresas en actividades destinadas a fortalecer sus capacidades culinarias antes de finalizar el programa.	• Registros de las provincias participantes. • Convenios de colaboración suscritos. • Informes de las actividades desarrolladas. • Registros fotográficos y otros medios visuales de respaldo.	En Ecuador se desarrollan programas similares orientados al aprovechamiento y conservación de otras especies.
Programa orientado a conservar la diversidad genética de la granadilla mediante el	• Banco de germoplasma implementado y en funcionamiento. • Participación	• Registros actualizados del banco de germoplasma. • Informes técnicos de seguimiento.	Se involucran las entidades públicas, privadas y las organizaciones no gubernamental

establecimiento de un banco de germoplasma que reúna materiales con características fenotípicas de interés. Esta iniciativa busca, además, fortalecer el desarrollo económico de las comunidades vinculadas con la producción y conservación de la especie en Ecuador.	de al menos el 50 % de los productores y agricultores en el programa de buenas prácticas agrícolas orientadas a conservar la diversidad genética.	- Listas de asistencia a las actividades de capacitación. - Evaluaciones de los conocimientos adquiridos por los participantes. - Informe de rendimiento de cultivos de <i>P. ligularis</i>.	es como el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) e Universidades.
ACTIVIDADES			
Proyecto Investigación de la gastronomía tradicional	\$ 7.900	Archivos de recetas Evaluaciones sensoriales Listas de participantes. Encuestas sobre la evaluación de productos	Inversión necesaria para la implementación del plan passifloral 2025 con total normalidad.

Proyecto de capacitación y difusión	\$ 7.340	• Registros de asistencia y participación en los talleres. • Encuestas anónimas aplicadas a los participantes. • Archivo de los materiales y recursos utilizados durante las capacitaciones.	
Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de granadilla	\$ 6.670	Fichas de recolección de información en campo. • Resultados de análisis genéticos. • Informes técnicos de seguimiento. • Registros de acuerdos y compromisos establecidos.	
Proyecto de capacitación en prácticas para la conservación de	\$ 5.353	• Registros de asistencia a las actividades de capacitación.	

la diversidad genética de accesiones de granadilla		• Evaluaciones de los conocimientos adquiridos por los participantes. • Registros de seguimiento de las prácticas agrícolas implementadas.	
--	--	---	--

Fuente: Aguinda, 2024.

1) Cronograma

Cronograma de actividades del plan de pasiflora 2025: innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana

Tabla 7.6. Plan passifloral 2025: Cronograma de actividades del programa.

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
Programa de Innovación Gastronómica liderado por mujeres para el desarrollo de nuevos productos derivados de P. ligularis	Proyecto de investigación gastronomía tradicional	Fortalecer las capacidades de las mujeres mediante cursos intensivos de formación gastronómica.	x			
		Revisar fuentes especializadas sobre <i>Passiflora ligularis</i> para identificar su aporte nutricional, las formas de preparación y los usos tradicionales de la fruta en distintas culturas de la	x			

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
		región.				
		Desarrollar pruebas culinarias que permitan explorar nuevas formas de preparación, combinación de ingredientes y presentación de productos, procurando resaltar las cualidades sensoriales y particulares de la granadilla.		x		
		Desarrollar propuestas culinarias innovadoras a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , evaluando alternativas como postres, bebidas, salsas, aderezos y otras preparaciones gastronómicas.			x	
		Realizar pruebas sensoriales mediante sesiones de degustación con paneles de evaluación, con el fin de recopilar opciones y percepciones acerca de los nuevos platos y productos elaborados.				x
	Proyecto de capacitación	Diseñar una campaña de promoción para los	x			

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
	y difusión.	emprendimientos vinculados con la granadilla, incorporando contenidos formativos sobre marketing, gestión financiera y fortalecimiento empresarial.				
		Realizar talleres periódicos de evaluación y refuerzo sobre prácticas gastronómicas, orientados a fortalecer los conocimientos relacionados con el uso culinario de la granadilla.		x		
		Brindar asesorías personalizadas para fortalecer las habilidades culinarias y comerciales, así como orientar el diseño y desarrollo de iniciativas gastronómicas.		x		
		Organizar actividades comunitarias, ferias gastronómicas y demostraciones orientadas a promover el consumo y la difusión de productos derivados de la granadilla.			x	
		Analizar la información obtenida mediante encuestas y opiniones de las				x

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
			participantes y del público, utilizando estos resultados para ajustar y mejorar las actividades desarrolladas.			
Programa orientado a la conservación de la diversidad genética de la granadilla como la implementación de bancos de germoplasma de características fenotípicas superiores que se consoliden como un componente estratégico para dinamizar la economía de distintas localidades del Ecuador.	Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de granadilla	Desarrollar estudios orientados a caracterizar la diversidad genética y la variabilidad de las poblaciones locales de granadilla presentes en cada zona.	x			
		Implementar y gestionar bancos de germoplasma destinados a conservar y resguardar la diversidad genética de las distintas accesiones de granadilla		x		
		Reconocer rasgos fenotípicos de interés que puedan ser aprovechados en procesos de mejoramiento de las variedades.			x	
		Diseñar e implementar programas de mejoramiento genético orientados a obtener variedades con rasgos agronómicos de interés.				x

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
		Capacitar a los agricultores en prácticas de manejo sostenible orientadas a conservar y proteger las variedades locales de granadilla.				x
	Proyecto de capacitación en prácticas para la conservación de la diversidad genética de accesiones de granadilla	Diseñar programas de capacitación adaptados a las condiciones de cada localidad, incorporando información específica sobre la diversidad genética de la granadilla.	x			
		Promover la implementación de pequeñas escuelas de campo como espacios prácticos de aprendizaje para los productores de granadilla.		x		
		Impartir charlas educativas sobre la importancia de conservar la diversidad genética y fomentar un manejo responsable de la granadilla en las comunidades agrícolas.			x	
		Impartir charlas educativas basadas en la importancia de salvaguardar la diversidad genética y practicar un manejo				x

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana						
Programa	Proyecto	Actividad/ Tarea	Año			
			1	2	3	4
		responsable de la granadilla en las comunidades agrícolas				
		Elaborar materiales educativos, como folletos, carteles y manuales, que orienten sobre el manejo responsable y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.				x

Fuente: Aguinda, 2024.

2) Presupuesto

Presupuesto del plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana.

Tabla 7.7. Plan passifloral 2025: Presupuesto definido para el programa.

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
Programa de innovación gastronómica orientado al desarrollo de nuevos subproductos de	Proyecto de investigación gastronomía tradicional	1.1. Fortalecer las capacidades de las mujeres mediante cursos intensivos de formación gastronómica.	\$2.500
		1.2. Revisar fuentes especializadas sobre <i>Passiflora ligularis</i> para	\$200

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
granadilla, con participación y liderazgo de mujeres previamente capacitadas.		identificar su aporte nutricional, las formas de preparación y los usos tradicionales de la fruta en distintas culturas de la región.	
		1.3. Desarrollar pruebas culinarias que permitan explorar nuevas formas de preparación, combinación de ingredientes y presentación de productos, procurando resaltar las cualidades sensoriales y particulares de la granadilla.	\$3.500
		1.4 Desarrollar propuestas culinarias innovadoras a partir de la <i>Passiflora ligularis</i> , evaluando alternativas como postres, bebidas, salsas	\$700
		1.5. Realizar pruebas sensoriales mediante sesiones de degustación con paneles de evaluación, con el fin de recopilar opciones y percepciones acerca de los nuevos platos y productos elaborados.	\$1.000
	2. Proyecto de	2.1. Diseñar una campaña de	\$1.900

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
	Capacitación y Difusión.	promoción para los emprendimientos vinculados con la granadilla, incorporando contenidos formativos sobre marketing, gestión financiera y fortalecimiento empresarial.	
		2.2. Realizar talleres periódicos de evaluación y refuerzo sobre prácticas gastronómicas, orientados a fortalecer los conocimientos relacionados con el uso culinario de la granadilla.	\$2.540
		2.3. Brindar asesorías personalizadas para fortalecer las habilidades culinarias y comerciales, así como orientar el diseño y desarrollo de iniciativas gastronómicas.	\$1.100
		2.4. Organizar actividades comunitarias, ferias gastronómicas y demostraciones orientadas de productos derivados de la granadilla.	\$1.550
		2.5. Analizar la información obtenida mediante encuestas y	\$250

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
		opiniones de las participantes y del público, utilizando estos resultados para ajustar y mejorar las actividades desarrolladas.	
Programa orientado a la conservación de la diversidad genética de la granadilla como la implementación de bancos de germoplasma de características fenotípicas superiores que se consoliden como un componente estratégico para dinamizar la economía de distintas localidades del Ecuador.	Proyecto de conservación y mejoramiento genético de accesiones de granadilla	1.1. Desarrollar estudios orientados a caracterizar la diversidad genética y la variabilidad de las poblaciones locales de granadilla presentes en cada zona.	\$1.510
		1.2 Implementar y gestionar bancos de germoplasma destinados a conservar y resguardar la diversidad genética de las distintas accesiones de granadilla	\$1.100
		1.3 Reconocer rasgos fenotípicos de interés que puedan ser aprovechados en procesos de mejoramiento de las variedades.	\$950
		1.4 Diseñar e implementar programas de mejoramiento genético orientados a obtener variedades con rasgos agronómicos de interés.	\$2.000

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
	Proyecto de capacitación en prácticas para la conservación de la diversidad genética de accesiones de granadilla	1.5 Capacitar a los agricultores en prácticas de manejo sostenible orientadas a conservar y proteger las variedades locales de granadilla.	\$1.110
		2.1 Diseñar programas de capacitación adaptados a las condiciones de cada localidad, incorporando información específica sobre la diversidad genética de la granadilla.	\$250
		2.2. Promover la implementación de pequeñas escuelas de campo como espacios prácticos de aprendizaje para los productores de granadilla.	\$1.800
		2.3 Impartir charlas educativas sobre la importancia de conservar la diversidad genética y fomentar un manejo responsable de la granadilla en las comunidades agrícolas.	\$1.423
		2.4 Impartir charlas educativas basadas en la importancia de	\$750

Plan passifloral 2025: Innovación y preservación de la granadilla ecuatoriana			
Programa	Proyecto	Actividades	Costo
		salvaguardar la diversidad genética y practicar un manejo responsable de la granadilla en las comunidades agrícolas	
		2.5 Elaborar materiales educativos, como folletos, carteles y manuales, que orienten sobre el manejo responsable y la conservación de la diversidad genética de la granadilla.	\$1.130
TOTAL		Presupuesto total del Plan Passifloral 2025 orientado a la innovación y conservación de <i>Passiflora ligularis</i> en Ecuador	\$27.263,00

Fuente: Aguinda, 2024.

Con el propósito de ampliar las alternativas de aprovechamiento de la granadilla y contribuir a la conservación de su diversidad genética, se estableció una propuesta de trabajo organizada en dos programas. Estos articulan acciones orientadas tanto al uso responsable de la fruta en actividades gastronómicas como a su fortalecimiento dentro del ámbito agroproductivo. A su vez, cada programa comprende dos proyectos específicos enfocados en conservar los recursos genéticos de *P. ligularis* y generar nuevas posibilidades para su aprovechamiento y valorización

gastronómica (Aguinda, 2024).

Los dos programas propuestos buscan fortalecer la conservación de la diversidad genética de la granadilla (*P. ligularis*) y, al mismo tiempo, promover nuevas alternativas de uso que incrementen su interés en el ámbito gastronómico. Para su ejecución se ha previsto una inversión de USD 27.263, destinada a actividades como degustaciones de productos, capacitación técnica para productores, conservación de material vegetal en bancos de germoplasma y desarrollo de subproductos con valor agregado derivados de la granadilla (Aguinda, 2024).

En el componente gastronómico se plantea desarrollar alternativas novedosas que, además de promover el uso de las especies y variedades de *Passiflora* presentes en los Andes ecuatorianos, contribuyan a conservar su diversidad genética. Desde esta perspectiva, ambos programas integran el aprovechamiento de estos recursos con criterios de responsabilidad ambiental, procurando que su utilización no comprometa la biodiversidad ni la permanencia de este patrimonio vegetal a largo plazo (Aguinda, 2024).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (2015). Manual de laboratorios AGROCALIDAD 2015. AGROCALIDAD.
- Agencia Peruana de Noticias ANDINA. (2021). Granadilla: El superalimento que ayuda a combatir el insomnio, ansiedad y otros males.
- Aguacía, L. M., Miranda, D., & Carranza, C. (2015). Effect of fruit maturity stage and fermentation period on the germination of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) and sweet granadilla seeds (*Passiflora ligularis* Juss.). *Agronomía Colombiana*, 33(3), 305–314. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v33n3.52460>
- Aguilar, Z. A., & Garza, D. G. (2000). La granada china (*Passiflora ligularis* Juss.): Una alternativa de cultivo para el estado de Hidalgo (Folleto técnico No. 1). INIFAP, C. E. Pachuca.
- Aguilera, J. M., Guzmán, M., & Cárdenas, P. (2018). Caracterización nutricional y beneficios para la salud de la fruta de *Passiflora ligularis* (granadilla). *Revista Latinoamericana de Ciencia y Tecnología*, 15(2), 109–120. <https://doi.org/10.1590/rict.2018.024>
- Aguinda Licuy, M. A. (2024). Caracterización carpológica de la especie de uso alimenticio *Passiflora ligularis* en la zona norte (Carchi, Imbabura y Pichincha) de los Andes del Ecuador [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Altendorf, S. (2019). Major tropical fruits market review 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Alvarado, A., & Espinosa, F. (2005). Biodiversidad de plantas en la región andina del Ecuador: Importancia y conservación de la flora ecuatoriana. Editorial Universitaria.
- Andino Pilco, E. V. (2018). Evaluación de cuatro métodos de escarificación y dos sustratos para la obtención de plántulas de capulí (*Prunus serotina* Ehrh.) en el cantón Riobamba, provincia de Chimborazo [Trabajo de titulación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10352>
- Archila, S. (1996). Los tesoros de los señores de Malagana. Bogotá: Banco de la República, Museo del Oro.
- Arias-Suárez, J. C., Ocampo-Pérez, J., & Urrea-Gómez, R. (2016). Sistemas de polinización en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) como base para estudios genéticos y de conservación. *Acta Agronómica*, 65(2), 197–203. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.49278>
- Asamblea Constituyente del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Registro Oficial No. 449, 20 de octubre de 2008.
- Baker, A. J., López, P. L., & Ortega, H. S. (2016). Estudio sobre la polinización y la ecología reproductiva de *Passiflora ligularis*. *Ecología Tropical*, 32(4), 431–442. <https://doi.org/10.1016/et.2016.02.014>
- Baker, N. R. (2008). Chlorophyll fluorescence: A probe of photosynthesis in vivo. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 89–113. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092759>
- Benalcázar, A., Canessa, G., Guabloche, M., Pareja, H., & Peinano, G. (2001). Seminario de agro negocios: Granadilla. Extracto y fresco. Universidad del Pacífico.
- Blanke, R. (2016). Tropical fruits and other edible plants of the world: An illustrated guide. Cornell University Press.

- Bonilla, M., Aguirre, A., & Agudelo, O. (2015). Morfología de *Passiflora*: Una guía para la descripción de sus especies.
- Brito Grandes, B., Espín, S., Villacrés, E., Vaillant, F., Medina, G., & Picho, L. (2008). Granadilla (*Passiflora ligularis* L.): Características físicas y nutricionales de la fruta importantes en la investigación y elaboración de pulpas, jugos, concentrados y postres. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2621>
- Cabrera Ponce, C. A. (2006). Caracterización de las propiedades físicas y químicas del fruto de granadilla, *Passiflora ligularis* Juss. [Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte]. Universidad Técnica del Norte.
- Cádiz-Gurrea, M. de la L., Villegas-Aguilar, M. del C., Leyva-Jiménez, F. J., Pimentel-Moral, S., Fernández-Ochoa, Á., Alañón, M. E., & Segura-Carretero, A. (2020). Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. *Food Research International*, 138, 109786. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109786>
- Cadorin, D. A., Villa, F., Dalastra, G. M., Heberle, K., & Rotili, M. C. C. (2017). Pre-germination treatment in granadilha (*Passiflora ligularis*) seeds. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(3), 256–261. <https://doi.org/10.5965/223811711632017256>
- Calixto, E. S., Lange, D., & Del-Claro, K. (2018). Protection mutualism: An overview of ant–plant interactions mediated by extrafloral nectaries. *Oecologia Australis*, 22(4), 410–425. <https://doi.org/10.4257/oeco.2018.2204.05>
- Campos, D., Chirinos, R., Gálvez, L., & Pedreschi, R. (2018). Potencial bioactivo de frutos, semillas y tubérculos andinos. *Advances in Food and Nutrition Research*, 84, 287–343. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2017.12.005>
- Cárdenas-Hernández, J., Miranda, D., Magnitskiy, S., & Carranza, C. (2011). Morphological and anatomical analyses of the seed coats of sweet granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) seeds. *Agronomía Colombiana*, 29(3), 377–385.
- Carrasco, J. C., Lema Palaquibay, L. F., & Caballero-Serrano, V. (2025). Fruit characterization of *Passiflora ligularis* in different Andean regions of Ecuador. *Horticulturae*, 11(9), 1058. <https://doi.org/10.3390/horticulturae11091058>
- Carvajal-de Pabón, L. M., Turbay, S., Álvarez, L. M., Rodríguez, A., Alvarez, J. M., Bonilla, K., ... Parra, M. (2014). Relación entre los usos populares de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y su composición fitoquímica. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 185–196.
- Castro Vásquez, D. P. (2020). Manejo agroecológico del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en el Ecuador [Monografía de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. Universidad Agraria del Ecuador.
- Castro, M. L., Cifuentes, M. C. B., Lancheros, J. E. C., & Giraldo, H. F. Y. (2006). La fruta de la pasión, potencial contribución de la naturaleza a la seguridad alimentaria. *Investigaciones Andina*, 8(12).

- Cerdas Araya, M. del M., & Castro Retana, J. J. (2003). Manual práctico para la producción, cosecha y manejo poscosecha del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Ministerio de Agricultura y Ganadería, Universidad de Costa Rica y FITTACORI.
- Cerón, C. E. (2006). *Passiflora ligularis* Juss. subsp. granadilla. En R. Moraes, B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius, & H. Balslev (Eds.), *Botánica económica de los Andes Centrales* (p. 162). Universidad Mayor de San Andrés.
- Cortés-Gómez, A. M., González-Chaves, A., Urbina-Cardona, N., & Garibaldi, L. A. (2023). Functional traits in bees: The role of body size and hairs in the pollination of a *Passiflora* crop. *Neotropical Entomology*, 52, 642–651. <https://doi.org/10.1007/s13744-023-01058-w>
- Cuéllar, A. M. (2009). The Quijos Chiefdoms: Social change and agriculture in the Eastern Andes of Ecuador / Los cacicazgos Quijos: Cambio social y agricultura en los Andes orientales del Ecuador. Center for Comparative Archaeology, University of Pittsburgh; Universidad de los Andes; Ministerio de Cultura del Ecuador.
- De la Torre, L., Navarrete, H., Muriel M., P., Macía, M. J., & Balslev, H. (Eds.). (2008). *Enciclopedia de las plantas útiles del Ecuador*. Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador & Herbario AAU, Universidad de Aarhus.
- Demo. (2020, febrero 25). What is Granadilla fruit? What is the benefit of granadilla fruit? Al Sole Spices.
- Dhawan, K., Dhawan, S., & Sharma, A. (2004). *Passiflora*: A review update. *Journal of Ethnopharmacology*, 94, 1–23. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2004.02.023>
- Echeverry González, S. M., Santos, A. M., Santana Júnior, C. C., Saravanan, S., Castellanos, L., Serafini, M. R., & Aragon, M. (2025). Natural therapies: A systematic review of the medicinal applications of *Passiflora ligularis*. *Phytochemistry Reviews*, 24, 5685–5700. <https://doi.org/10.1007/s11101-025-10087-9>
- Escobar, L. K. (1988). *Passifloraceae*. En *Flora de Colombia* (Vol. 10). Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia.
- Espinosa Marroquín, J. A. E., Moreno Izquierdo, V. J., & Bernal Gómez, G. R. (Eds.). (2022). *Suelos del Ecuador: Clasificación, uso y manejo*. Instituto Geográfico Militar.
- Espinosa, D. S., Melgarejo, L. M., Hernández, M. S., Melo, S. E., & Fernández-Trujillo, J. P. (2018). Caracterización fisiológica y bioquímica de la granadilla dulce (*Passiflora ligularis* Juss.) en diferentes ubicaciones. *Acta Horticulturae*, 1194, 1459–1464. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1194.204>
- Espinosa, D. S., Rodríguez, N., Miranda, D., Fischer, G., Hernández, M. S., & Melgarejo, L. M. (2014). Evaluación preliminar sobre la caracterización fisicoquímica y bioquímica de frutos de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en diferentes estados de madurez. En *Avances en la poscosecha de frutas y hortalizas* (pp. 163–167). XI Simposio Nacional y VIII Ibérico sobre Maduración y Postcosecha.
- Fernandes, R., & Fernandes, A. (1978). *Passifloraceae*. En *Flora Zambesiaca* (Vol. 4). Crown Agents for Oversea Governments and Administrations.
- Fernández, G. E., Melgarejo, L. M., & Rodríguez, N. A. (2014). Algunos aspectos de la fotosíntesis y potenciales hídricos de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en estado reproductivo en el Huila, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(2), 206–216.

- Feuillet, C., & MacDougal, J. M. (2003). A new infrageneric classification of *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Passiflora*, 13(2), 34–38.
- Fischer, G., & Melgarejo, L. M. (2020). The ecophysiology of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.)—An Andean fruit crop: A review. *Revista Colombiana de Ciencias Horticolas*, 14(1), 76–89. <https://doi.org/10.17584/rcch.2020v14i1.10893>
- Fischer, G., & Parra-Coronado, A. (2020). Influence of some environmental factors on the feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret): A review. *Agronomía Colombiana*, 38(3), 388–397. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v38n3.88982>
- Fischer, G., Ramírez, F., & Casierra-Posada, F. (2016). Ecophysiological aspects of fruit crops in the era of climate change: A review. *Agronomía Colombiana*, 34(2), 190–199. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n2.56799>
- Fonseca, D. I., & Ospina, N. M. (2006). Relación semilla/fruto en dos passifloras: Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) y gulupa (*Passiflora edulis* Sims.) [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia].
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2001). Understanding the marketing system. FAO.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2004). Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas: Proyecciones al 2010. <http://www.fao.org/3/a-y5143s.pdf>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2020). Major tropical fruits: Market review 2019. FAO.
- França-Neto, J. B., & Krzyzanowski, F. C. (2019). Tetrazolium: An important test for physiological seed quality evaluation. *Journal of Seed Science*, 41(3), 359–366. <https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n3223104>
- Franco-Mora, O., Tobar-Reyes, J. R., Quijano-Ruiz, R., & González-Huerta, A. (2008). Caracterización preliminar de frutos de granada china (*Passiflora ligularis* Juss.) en Hueyapan y Teziutlán, Puebla. *CIENCIA ergo-sum*, 15(1), 54–60.
- García, M. (2008). Manual de manejo, cosecha y poscosecha de granadilla. Corpoica.
- González, A., Hernández, J., & López, P. (2019). Propiedades nutricionales y usos medicinales de *Passiflora ligularis* en la región andina. *Journal of Tropical Agriculture*, 45(1), 75–83.
- González, R., & Pérez, A. (2012). Impacto de las plagas en la producción de *Passiflora ligularis* en Colombia. *Revista de Agricultura Tropical*, 58(2), 112–120.
- Gordillo, G., & Méndez, O. (2013). Seguridad y soberanía alimentarias: Documento base para discusión. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Guerrero, A. L., Gallucci, S., Michalijos, P., & Visciarelli, S. M. (2011). Países Andinos: Aportes teóricos para un abordaje integrado desde las perspectivas geográficas y turísticas. *Huellas*, 15, 125.
- Gutiérrez, M., Rodríguez, L., & Pérez, J. (2015). Propagación y manejo del maracuyá de montaña (*Passiflora ligularis*). *Editorial Técnica*, 7(2), 22–34.
- Gutiérrez, M., San Miguel-Chávez, R., & Terrazas, T. (2009). Xylem conductivity and anatomical traits in diverse lianas and small tree species from a tropical forest of Southwest Mexico. *International Journal of Botany*, 5(4), 279–286. <https://doi.org/10.3923/ijb.2009.279.286>

- Gutiérrez-Chacón, C., Fornoff, F., Ospina-Torres, R., & Klein, A.-M. (2018). Pollination of granadilla (*Passiflora ligularis*) benefits from large wild insects. *Journal of Economic Entomology*, 111(4), 1526–1534. <https://doi.org/10.1093/jee/toy133>
- Henao, M. C., & Hernández, E. (2002). Disponibilidad de potasio en suelos derivados de cenizas volcánicas y su relación con la nutrición del café en la etapa vegetativa. *Cenicafé*, 53(4), 293–305.
- Hernández, A., & Bernal, R. (2000). Lista de especies de Passifloraceae de Colombia. *Biota Colombiana*, 1(3).
- Hernández, M. S., & Fischer, G. (2009). Cosecha y poscosecha en las frutas pasifloráceas. En D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra, W. Piedrahíta, & L. E. Flórez (Eds.), *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (pp. 267–281). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Hodgson, R. W., Schroeder, C. A., & Wright, A. H. (1950). Resistencia comparativa a bajas temperaturas invernales de plantas frutales subtropicales y tropicales. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 56, 49–64.
- Hyde, M. A., Wursten, B. T., Ballings, P., & Coates Palgrave, M. (2026). *Flora of Zimbabwe: Cultivated plants: Species information: Passiflora ligularis*. *Flora of Zimbabwe*.
- Iezzoni, A. F., & Pritts, M. P. (1991). Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortScience*, 26, 334–338.
- Imig, D. C. (2013). Estudo taxonômico da família Passifloraceae Juss. no Distrito Federal, Brasil [Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná].
- International Union for Conservation of Nature. (2018). The IUCN Red List of Threatened Species (Version 2018-2). <https://www.iucnredlist.org>
- Izquierdo, J., & Roca, W. (1998). Cultivos alimentarios andinos subutilizados: Estado y perspectivas de la biotecnología vegetal para la conservación y el uso agrícola sostenible de los recursos genéticos. *Acta Horticulturae*, 457, 157–172. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1998.457.20>
- Jara, R., Salazar, M., & Campos, A. (2017). Propiedades nutricionales y beneficios para la salud de la granadilla: Un estudio sobre *Passiflora ligularis*. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(3), 295–307. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000300007>
- Killip, E. P. (1938). The American species of Passifloraceae. *Field Museum of Natural History, Botanical Series*, 19, 1–613.
- Kristine. (2021, junio 30). Granadilla (*Passiflora ligularis*). <https://sierraycielo.org/granadilla-passiflora-ligularis/>
- Kusumaningrum, D., Lee, S. H., Lee, W. H., Mo, C., & Cho, B. (2015). A review of technologies to prolong the shelf life of fresh tropical fruits in Southeast Asia. *Journal of Biosystems Engineering*, 40(4), 345–358.
- Lemos, R. C. C., da Costa Silva, D., & Melo-de-Pinna, G. F. A. (2017). A structural review of foliar glands in *Passiflora* L. (Passifloraceae). *PLOS ONE*, 12(11), e0187905. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187905>
- Ligarreto, G. (2012). Recursos genéticos de especies frutícolas en Colombia. En G. Fischer (Ed.), *Manual para el cultivo de frutales en el trópico* (pp. 35–53). Produmedios.

- Linares, J. A., Castillo, B., & Londoño, M. T. (2013). Characterization of the mechanical properties of the sweet passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss.). *Agronomía Colombiana*, 31(2), 208–214.
- López, L. F., González, D., Gómez, J. A., & Albarracín, C. (2009). Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines con énfasis en ingredientes naturales para la industria cosmética en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Instituto Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia & Cámara de Comercio de Bogotá.
- Lozano-Sánchez, J. (2016). *Bromatología II*. Fundación Universitaria Iberoamericana.
- Martínez, J., García, L., & Medina, R. (2014). Enfermedades fúngicas en cultivos de *Passiflora ligularis*: Fusariosis y Phytophthora. *Boletín de Patología Vegetal*, 23(3), 48–56.
- Melgarejo, L. M., Hernández, M. S., Miranda Lasprilla, D., Fischer, G., Rodríguez-Castillo, N. A., Rodríguez-León, A. K., ... Moreno Echeverry, D. L. (2015). Granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.): Caracterización ecofisiológica del cultivo. Universidad Nacional de Colombia.
- Méndez Ferrao, J. E. (2010). *Fruticultura tropical: Especies con frutos comestibles*. Instituto de Investigación Científica Tropical.
- Mercado-Silva, E. M. (2018). Pitaya—*Hylocereus undatus* (Haw.). En *Exotic fruits* (pp. 339–349). Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128031384000459>
- Miranda, D. (2009). Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). En D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra, W. Piedrahita, & L. E. Flórez (Eds.), *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (pp. 121–157). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Miranda, D. (2015). *Manual para el cultivo de frutales en el trópico. Granadilla*. Produmedios.
- Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahita, W., & Flórez, L. E. (Eds.). (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Morcote-Ríos, G. (2006). Tumbas y plantas antiguas del suroccidente colombiano. *Boletín Museo del Oro*, 54, 46–71.
- Moreno, E., Ortiz, B. L., & Restrepo, L. P. (2014). Contenido total de fenoles y actividad antioxidante de pulpa de seis frutas tropicales. *Revista Colombiana de Química*, 43(3), 41–48. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v43n3.53615>
- Moreno-Miranda, C., Moreno-Miranda, R., Pilamala-Rosales, A. A., Molina-Sánchez, J. I., & Cerda-Mejía, L. (2019). El sector hortofrutícola de Ecuador: Principales características socio-productivas de la red agroalimentaria de la uvilla (*Physalis peruviana*). *Ciencia y Agricultura*, 16(1), 31–55. <https://doi.org/10.19053/01228420.v16.n1.2019.8809>
- Morton, J. F. (1987). Sweet granadilla. En *Fruits of warm climates* (pp. 330–331). Creative Resource Systems.
- Moura, R., Sousa, A., Santos, E., Silva, G., Medeiros, T., & Moreira, E. (2017). Nutritional status of yellow passion fruit submitted to nitrogen sources by fertigation. *Comunicata Scientiae*, 8, 562–569.
- Murchie, E. H., & Lawson, T. (2013). Chlorophyll fluorescence analysis: A guide to good practice and understanding some new applications. *Journal of Experimental Botany*, 64(13), 3983–3998. <https://doi.org/10.1093/jxb/ert208>.

- Muschner, V. C., Lorenz, A. P., Cervi, A. C., Bonatto, S. L., Souza-Chies, T. T., Salzano, F. M., & Freitas, L. B. (2003). A first molecular phylogenetic analysis of *Passiflora* (Passifloraceae). *American Journal of Botany*, 90(8), 1229–1238. <https://doi.org/10.3732/ajb.90.8.1229>
- Nakasone, H. Y., & Paull, R. E. (1998). *Tropical fruits*. CAB International.
- Naranjo Quinatoa, J. M. (2025). Establecimiento de métodos de escarificación y sustratos para la obtención de plántulas de especies de *Passiflora*, como estrategia para la conservación de la biodiversidad florística del Ecuador [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- NatureServe. (2026). NatureServe Explorer [Aplicación web]. <https://explorer.natureserve.org>
- Navarrete Tipás, J. A. (2017). Estudio de la producción y comercialización de granadilla (*Passiflora ligularis*) en la provincia de Imbabura [Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte]. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/6953>
- Ocampo, J. (2007). Study of the genetic diversity of genus *Passiflora* L. and its distribution in Colombia [Tesis doctoral, Centre International d'Etudes Supérieures en Sciences Agronomiques (SupAgro)].
- Ocampo, J., Arias, J. C., & Urrea, R. (2015). Colecta e identificación de genotipos élit de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 9(1), 9–23.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2007). *Costos de producción*. FAO.
- Orme, A. R. (2007). El marco tectónico de América del Sur. En T. T. Veblen, K. R. Young, & A. R. Orme (Eds.), *La geografía física de América del Sur*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195313413.003.0008>
- Ortega Convers, A. (2006). Estudios en fisiología de semillas de *Passiflora rubra* L. en dos épocas de colecta en el Jardín Botánico del Quindío [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana].
- Parra, M. (2013). Acuerdo de competitividad para la cadena productiva de pasifloras en Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Paucar, B., Carpio, M. J., Alvarado Ochoa, S. P., Valverde, F., & Parra, R. (2015). Análisis de solubilizadores de fósforo en los suelos Andisoles de Sierra Norte y Centro de Ecuador. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santa Catalina.
- Perea Dallos, M., Fischer, G., & Miranda, D. (2010). Passifloraceae: Passifloras, maracuyá, granadilla, curuba, gulupa. En M. Perea Dallos, L. P. Matallana R. & A. Tirado Perea (Eds.), *Biotecnología aplicada al mejoramiento de los cultivos de frutas tropicales* (pp. 350–390). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias.
- Pérez, J. O. (2007). Diversity of Colombian Passifloraceae: Biogeography and an updated list for conservation. *Biota Colombiana*, 8(1).
- Peyre, G., Balslev, H., Font, X., & Tello, J. S. (2019). Mapeo de la riqueza vegetal en escala fina del páramo andino según el macroclima. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 7, 377. <https://doi.org/10.3389/fevo.2019.00377>
- PRO-ECUADOR. (2026). Granadilla ecuatoriana: alerta por residuos de plaguicidas en el mercado europeo. Unidad de Inteligencia Comercial.
- Proaño Pazmiño, B. M. (2021). Sostenibilidad de la práctica agroforestal (linderos), en la zona de Intag, noroccidente del Ecuador [Trabajo de titulación, Universidad Técnica del Norte].

- Programa de Compensaciones para la Competitividad (AGROIDEAS). (2020). Modelo de plan de negocio de granadilla. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú.
- Prudente, D. de O., Paiva, R., Domiciano, D., de Souza, L. B., Carpentier, S., Swennen, R., Silva, L. C., Nery, F. C., Máximo, W. P. F., & Panis, B. (2019). The cryoprotectant PVS2 plays a crucial role in germinating *Passiflora ligularis* embryos after cryopreservation by influencing the mobilization of lipids and the antioxidant metabolism. *Journal of Plant Physiology*, 239, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.05.014>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 76–89. <https://doi.org/10.1590/S0212-16112012000100009>
- Ramadan, M. F. (2011). Bioactive phytochemicals, nutritional value, and functional properties of cape gooseberry (*Physalis peruviana*): An overview. *Food Research International*, 44(7), 1830–1836. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.12.042>
- Ramos Veloz, F. R. (2024). Estudio socio económico de los servicios ecosistémicos asociados a la especie *Passiflora ligularis* en la zona central de los Andes del Ecuador [Trabajo de Integración Curricular, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
- Restrepo-Díaz, H., & Sánchez-Reinoso, A. D. (2020). Ecophysiology of fruit crops: A glance at its impact on fruit crop productivity. En *Fruit crops: Diagnosis and management of nutrient constraints* (pp. 59–66). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818732-6.00005-8>
- Rivera, B., Miranda, D., Ávila, L. A., & Nieto, A. M. (2002). Manejo integral del cultivo de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). Editorial Litoas.
- Rodríguez Castillo, N. A. (2017). Evaluación de la respuesta ecofisiológica de plantas de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) bajo dos condiciones ambientales en el departamento del Huila (Colombia). Universidad Nacional de Colombia.
- Rodríguez, F., Gómez, J. M., & López, S. P. (2019). Influencia del manejo agrícola en la producción de *Passiflora ligularis* (granadilla): Un análisis de rendimiento y calidad de frutos. *Agronomía Mesoamericana*, 30(1), 55–64. <https://doi.org/10.1016/am.2019.01.004>
- Rodríguez, M. L. (2009). Industrialización de la granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.). En D. Miranda, G. Fischer, C. Carranza, S. Magnitskiy, F. Casierra-Posada, W. Piedrahíta & L. E. Flórez (Eds.), *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: Maracuyá, granadilla, gulupa y curuba* (pp. 283–302). Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.
- Rojas, J., Pérez, M., & García, R. (2015). Estudio de la distribución geográfica y adaptación de *Passiflora ligularis* en las zonas andinas de Ecuador. *Revista de Agricultura Andina*, 30(2), 112–119.
- Romero, E. M., Saenz, M. C., Dávalos, J. E. J., Sevillano, R. B., Winstanley, S. E. V., & Otiniano, A. J. (2020). Sostenibilidad social de un sistema productivo familiar con granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en la provincia de Oxapampa, Pasco-Perú. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(2), 217–232.
- Sánchez, A., García, R., & Medina, J. (2010). Estudio sobre la polinización y la reproducción sexual en *Passiflora ligularis*. *Revista de Ecología Tropical*, 21(1), 115–125.

- Sánchez, L., Vinueza, D., Erazo, N., Acosta, K., Contero, F., Pilco, G., Tierra, P., Noboa, P., Falconí, F., & Abdo, S. (2017). Estudio macromorfológico y micromorfológico de plantas del género *Passiflora* de la provincia de Chimborazo (Ecuador). *Perfiles*, 1(17), 32–40.
- Sánchez, M. A., Ortega, C., & Villalobos, S. (2016). Ecología y distribución geográfica de *Passiflora ligularis* en América Latina. *Biología Tropical*, 64(1), 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.biotropica.2016.01.012>
- Sarkhosh, A., Garcia, E., & Liu, T. (2023, septiembre 25). The emerging passion fruit industry in Florida. Ask IFAS - Powered by EDIS. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/HS1467>
- Tye, A. (2022). *Passiflora ligularis* (sweet granadilla) [Conjunto de datos]. CABI Compendium. <https://doi.org/10.1079/cabicompendium.116173>
- Ulmer, T., & MacDougal, J. M. (2004). *Passiflora: Passionflowers of the world*. Timber Press.
- Utreras Flor, J. A., Huachi Espín, L. E., & Burbano Burbano, L. A. (2015). Evaluación de las hojas de canchaquiro (*Tournefortia scabrida* Kunth), presentes en Mojanda (Imbabura-Ecuador), como especie vegetal fijadora de nitrógeno [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana].
- Valero, D., & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. Taylor & Francis Group.
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Viera, W., Shinohara, T., Samaniego, I., Terada, N., Sanada, A., Ron, L., & Koshio, K. (2022). Pulp mineral content of passion fruit germplasm grown in Ecuador and its relationship with fruit quality traits. *Plants*, 11, 697. <https://doi.org/10.3390/plants11050697>
- Viera, W., Sotomayor, A., & Viteri, P. (2019). Breeding of three Andean fruit crops in Ecuador. *Chronica Horticulturae*, 59(4), 20–29.
- Villamar Triana, J. Y. (2018). Manejo sostenible del cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis*) en Ecuador [Trabajo de titulación, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/VILLAMAR%20TRIANA%20JOSHUE%20YAHIR.pdf>
- Villamizar de Borrero, F., Gutiérrez, C., & Pulido, A. (1992). La granadilla, su caracterización física y comportamiento postcosecha. *Ingeniería e Investigación*, 28, 14–23. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.n28.20787>
- Villamizar de Borrero, F., Gutiérrez, C., & Pulido, A. (1994). Post-harvest storage of passion fruit (*Passiflora ligularis* Juss.). En 1.er Taller Regional de Manejo Poscosecha de Productos de Interés para el Trópico (pp. 323–334). Universidad de Costa Rica.
- Villavicencio, A., & Vásquez, W. (2008). Guía técnica de cultivos. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Willan, R. L. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos (Estudio FAO Montes 20/2). FAO.
- Wills, R., McGlasson, B., Graham, D., & Joyce, D. (2007). *Postharvest: An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. CAB International.

- Wolff, M., & Ovalle, C. (2016). El secuestro de carbono en los suelos: Importancia de la materia orgánica del suelo (MOS). Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Ministerio de Agricultura de Chile.
- World Flora Online. (2026). *Passiflora ligularis* Juss. Recuperado el 20 de septiembre de 2026, de <https://www.worldfloraonline.org/taxon/wfo-0000480239>
- Yockteng, R., & Nadot, S. (2004). Phylogenetic relationships among *Passiflora* species based on the glutamine synthetase nuclear gene expressed in chloroplast (ncpGS). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 31(1), 379–396. [https://doi.org/10.1016/S1055-7903\(03\)00277-X](https://doi.org/10.1016/S1055-7903(03)00277-X)
- Yockteng, R., Coppens d'Eeckenbrugge, G., & Souza-Chies, T. T. (2011). *Passiflora*. En C. Kole (Ed.), *Wild crop relatives: Genomic and breeding resources. Tropical and subtropical fruits* (pp. 129–171). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20447-0_7
- Zapata, C., & Ruiz, D. (2009). Efectos de las orugas de la mariposa tigre sobre *Passiflora ligularis* en Ecuador. *Ecología y Agricultura*, 40(4), 251–260.
- Zerpa Zerpa, M. A., & Otahola Gómez, V. A. (2014). Morfoanatomía del tallo de tres especies del género *Passiflora* L. *Passifloraceae*. *Saber*, 26(2), 114–120.
- Zuluaga, S., García, C., & Herrera, L. (2006). Producción de maracuyá de montaña (*Passiflora ligularis*): Requerimientos climáticos y adaptación al cultivo. *Revista Latinoamericana de Agricultura*, 58(3), 82–91





**Caracterización agroecológica y productiva de *passiflora ligularis*
en Ecuador**, se publicó en el mes de septiembre de 2026.

ISBN: 978-9907-852-00-4

**Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblir.com/
publicaciones@grupoblir.com](https://grupoblir.com/publicaciones@grupoblir.com)**

BIOGRAFÍA DE LOS AUTORES

Veronica Lucia Caballero Serrano:

Doctora en Biodiversidad y Conservación del Medio Natural, MSc en planificación rural y gestión ambiental e Ingeniera en Ecoturismo. Docente - investigadora vinculada a la ESPOCH, con experiencia en biodiversidad, conservación, ecología, entomología y fisiología vegetal, participación en proyectos de conservación, además cuenta con producción científica en ecosistemas andinos y amazónicos.

Juan Carlos Carrasco Baquero:

Ingeniero en Ecoturismo y Máster en Biodiversidad y Conservación del Medio Natural. Doctor en Biodiversidad y Conservación del Medio Natural. Docenteinvestigador de la ESPOCH, con experiencia en biodiversidad, botánica, flora del Ecuador, turismo, planificación territorial y conservación. Ha participado y dirigido Transformando sus publicaciones en referencias mundiales proyectos de investigación nacionales e internacionales, con producción científica y experiencia en vinculación.

Luis Felipe Lema Palaquibay:

Ingeniero en Ecoturismo y técnico de investigación de la ESPOCH. Investiga biodiversidad, conservación, Biografía del autor resumida: (No más de 50 palabras) etnobotánica, teledetección, cartografía y modelamiento ecológico. Ha participado en proyectos interinstitucionales, publicado once artículos científicos, un libro y un capítulo, también se desempeña como revisor científico.

CARACTERIZACIÓN AGROECOLÓGICA Y PRODUCTIVA DE PASSIFLORA LIGULARIS EN ECUADOR

Estimado lector, "el documento presenta un estudio integral sobre la caracterización agroecológica y productiva de la granadilla (*Passiflora ligularis*) en la región andina del Ecuador. La investigación detalla sus aspectos botánicos y morfológicos, resaltando la variabilidad en el peso, tamaño y sólidos solubles del fruto, lo cual es fundamental para futuros programas de mejoramiento genético. Al modelar su distribución frente al cambio climático en escenarios proyectados a los años 2050 y 2090, se determina que las zonas montañosas de los Andes ecuatorianos mantendrán condiciones idóneas que servirán como refugio ecológico para la especie.

Además, el texto evalúa la viabilidad económica del cultivo para los productores locales y analiza las características físico-químicas de los suelos donde se desarrolla. Desde una perspectiva nutricional, se destaca que la pulpa posee un alto contenido de agua, fibra, antioxidantes y minerales como calcio y potasio. Para optimizar su propagación agrícola, se comprobó que la escarificación de la semilla mediante un remojo de 24 horas en sustrato de turba al 100 % maximiza la tasa de germinación. Finalmente, se formulan estrategias de conservación centradas en la creación de bancos de germoplasma y en programas de innovación gastronómica impulsados por mujeres emprendedoras.



Grupo Editorial BLR
Ecuador
Cel: +593 98 320 4362
[https://grupoblrl.com/
publicaciones@grupoblrl.com](https://grupoblrl.com/publicaciones@grupoblrl.com)



Escuela Superior
Politécnica de Chimborazo