

Fruticultura:

Producción, Sanidad y Comercialización en el Ecuador

Marcos Antonio Espinosa Aguilar

Fruticultura:

Producción, Sanidad y Comercialización en el Ecuador

Marcos Antonio Espinosa Aguilar



© **Marcos Antonio Espinosa Aguilar**

Primera edición, 2025-11-09

ISBN: 978-9942-53-038-7

DOI: <http://doi.org/10.48190/9789942530387>

Distribución online

 Acceso abierto

Cita

Espinosa, M. (2025) Fruticultura: Producción, Sanidad y Comercialización en el Ecuador. Editorial Grupo Compás

Este libro es parte de la colección de la Univesidad Técnica de Machala y ha sido debidamente examinado y valorado en la modalidad doble par ciego con fin de garantizar la calidad de la publicación. El copyright estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Quedan rigurosamente prohibidas, bajo las sanciones en las leyes, la producción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de la misma por cualquiera de sus medios, tanto si es electrónico, como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien de fotocopia, sin la autorización de los titulares del copyright.

Agradecimiento

Primeramente, agradezco a Dios, fuente de sabiduría, fuerza y propósito en mi vida. Sin su guía, este camino no habría sido posible.

A mi esposa y a mi hija, mi mayor bendición. Gracias por acompañarme con amor, comprensión y alegría en cada etapa de este camino. Su presencia le da sentido a todo lo que hago.

A la Universidad Técnica de Machala, mi casa académica, gracias por abrirme las puertas, confiar en mi trabajo y permitirme crecer como docente e investigador. Me honra profundamente poder contribuir con este libro al fortalecimiento de la formación profesional en nuestra querida institución.

Con gratitud y compromiso,

Marcos Espinosa Aguilar

CONTENIDO

Introducción General.....	5
Capítulo 1	9
Fundamentos de la Fruticultura	9
1.1. Importancia económica y social en Ecuador	9
1.2. Clasificación botánica y comercial de frutales.....	10
1.3. Principales zonas frutícolas del Ecuador	13
1.4. Requerimientos ecológicos básicos de los frutales.....	15
1.5. Reflexión del capítulo	16
Capítulo 2	21
Establecimiento y Manejo de Cultivos Frutales	21
2.1. Propagación (sexual y asexual).....	21
2.2 Producción de Plántulas en Viveros.....	23
2.3. Preparación del Terreno, Siembra, Riego y Fertilización Básica.....	24
2.4. Poda, Tutorado y Conducción de Plantas.....	26
2.5. Reflexión del capítulo	27
Capítulo 3	31
Protección Fitosanitaria y MIP	31
3.1. Principales plagas y enfermedades en cultivos frutales ecuatorianos ..31	
3.2. Control químico vs biológico	33
3.3. Introducción al Manejo Integrado de Plagas (MIP).....	35
3.4. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA).....	37
3.5. Reflexión del capítulo	38
Capítulo 4	42
Cultivos Frutales Representativos del Ecuador	42
4.1. Ficha Técnica del Cultivo de Banano (<i>Musa Sp.</i>)	42
4.2. Ficha Técnica del Cultivo de Plátano (<i>Musa AAB</i>)	45
4.3. Ficha Técnica del Cultivo de Mango (<i>Mangifera indica</i> L.).....	48
4.4. Ficha Técnica del Cultivo de Papaya (<i>Carica papaya</i> L.).....	51
4.5. Ficha Técnica del Cultivo de Piña (<i>Ananas Comosus</i> (L.) Merr.)	54
4.6. Ficha Técnica del Cultivo de Maracuyá (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>Flavicarpa</i>)	58
4.7. Ficha Técnica Cultivo de Cítricos (Naranja, mandarina y limón - <i>Citrus spp.</i>).....	61
4.8. Ficha Técnica del Cultivo de Aguacate (<i>Persea Americana</i> Mill.).....	64
4.9. Ficha Técnica del Cultivo de Uva (<i>Vitis Vinifera</i>).....	68

4.10. Ficha Técnica del Cultivo de Pitahaya (<i>Hylocereus megalanthus</i>).....	71
4.11. Ficha Técnica del Cultivo de Arándano (<i>Vaccinium Corymbosum</i>)	75
4.12. Ficha Técnica del Cultivo de Guanábana (<i>Annona Muricata L.</i>)	77
4.13. Reflexión del capítulo	80
Capítulo 5	86
Cosecha, Poscosecha y Comercialización	86
5.1. Indicadores de Madurez.....	86
5.2. Técnicas de Cosecha	88
5.3. Manejo poscosecha	90
5.4. Comercialización: Mercados Locales, Ferias y Exportación	92
5.5. Normativas Sanitarias y Certificaciones.....	93
5.6. Reflexión del capítulo	95

Fruticultura: Producción, Sanidad y Comercialización en el Ecuador

Introducción General

La fruticultura constituye una de las disciplinas fundamentales dentro de las ciencias agrícolas, debido a su relevancia en la alimentación, la economía y la sostenibilidad ambiental. Su estudio permite comprender y aplicar los principios necesarios para el manejo integral de los cultivos frutales, considerando aspectos productivos, ecológicos, tecnológicos y sociales. En el Ecuador, un país megadiverso y con múltiples pisos agroecológicos, la fruticultura adquiere una dimensión estratégica, tanto para el desarrollo territorial rural como para la agroindustria, el comercio y la nutrición nacional.

Este libro ha sido concebido como una herramienta didáctica orientada a apoyar el proceso formativo de estudiantes universitarios de Agronomía, en particular aquellos que cursan asignaturas como Fruticultura, Producción Vegetal, Sistemas de Cultivo o Cultivos Tropicales. Asimismo, pretende ser una fuente técnica de consulta para profesionales, técnicos del sector rural y público interesado en el conocimiento aplicado de los sistemas frutícolas, especialmente en el ámbito tropical y subtropical.

El contenido de esta obra se sustenta en estudios recientes sobre especies de importancia agrícola y agroindustrial, como *Musa spp.*, *Theobroma spp.*, *Piper spp.* y frutales amazónicos, cuyo potencial ha sido documentado tanto por sus atributos nutricionales como por su valor socioeconómico y ecológico (Benlloch-Tinoco et al., 2024; Visscher et al., 2024; Jaramillo-Colorado et al., 2025). Por ejemplo, se ha evidenciado que cultivos como el cacao, el plátano y la guanábana poseen no solo una alta adaptabilidad a condiciones edafoclimáticas diversas, sino también propiedades funcionales que los posicionan como productos clave en los mercados emergentes de alimentos saludables y sostenibles (López-Polo et al., 2024; Maseko et al., 2024).

En el ámbito académico, la fruticultura ofrece un espacio ideal para articular conocimientos teóricos y prácticos, promoviendo una formación integral del futuro ingeniero agrónomo. La observación directa de las plantas, el diseño de sistemas de cultivo adaptados al entorno local, la evaluación de tecnologías sostenibles, y el análisis de cadenas de valor, permiten al estudiante desarrollar competencias técnicas, analíticas y éticas para enfrentar los retos del agro moderno.

Además, la presente obra reconoce la importancia de los saberes tradicionales, el manejo agroecológico y el uso racional de los recursos naturales como pilares para una fruticultura más resiliente y equitativa. Así, el enfoque pedagógico del libro integra principios de sostenibilidad, innovación, manejo participativo y pertinencia territorial.

Este texto no solo brinda una base conceptual clara y actualizada, sino que invita al lector a reflexionar críticamente sobre el papel de los sistemas frutícolas en la seguridad alimentaria, la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural sostenible. Su estructura modular y contextualizada facilita su uso en clases teóricas, prácticas de campo, talleres y estudios autodirigidos,

promoviendo un aprendizaje activo, reflexivo y aplicable a las realidades del agro ecuatoriano y latinoamericano.

Objetivo General

El presente libro tiene como finalidad presentar la fruticultura como una base productiva y académica fundamental para el desarrollo agropecuario del Ecuador, destacando su relevancia en la seguridad alimentaria, el fortalecimiento de las economías rurales y la generación de conocimiento técnico y científico en el ámbito agronómico.

La obra busca consolidar los fundamentos teóricos y prácticos que sustentan el cultivo, manejo, cosecha, poscosecha y comercialización de los frutales más representativos del país, promoviendo una visión integral, sostenible y adaptada a las condiciones agroecológicas del territorio ecuatoriano.

Objetivos del Libro

Este libro de texto ha sido elaborado con los siguientes propósitos:

1. Brindar una base conceptual clara y actualizada sobre la fruticultura, abordando su importancia económica, ecológica y social en el contexto ecuatoriano.
2. Explicar los principios técnicos relacionados con el establecimiento, manejo agronómico y protección de los principales cultivos frutales tropicales y subtropicales.
3. Fomentar el análisis práctico de los sistemas frutícolas mediante estudios de caso, fichas técnicas y actividades aplicadas al entorno local.
4. Apoyar los procesos formativos de estudiantes de Agronomía y técnicos agrícolas, ofreciendo herramientas pedagógicas que vinculan la teoría con la práctica de campo.
5. Promover la sostenibilidad y la innovación en la producción frutícola, integrando buenas prácticas agrícolas, tecnologías apropiadas y enfoques agroecológicos.

Público Objetivo

Este texto está dirigido especialmente a:

- Estudiantes de las carreras de Agronomía, Agropecuaria, Agroindustria y carreras afines, que cursan asignaturas como Fruticultura, Cultivos Tropicales, Producción Vegetal o Sistemas de Cultivo.
- Técnicos agrícolas, profesionales del sector rural y extensionistas, que requieran una guía técnica clara, aplicada y contextualizada a las condiciones ecuatorianas.
- Productores, emprendedores rurales y actores de proyectos agroproductivos, interesados en mejorar sus prácticas frutícolas o incursionar en el cultivo comercial de frutales.

Sugerencias de Uso del Libro

Este libro ha sido diseñado como una herramienta de apoyo pedagógico integral, por lo tanto, se recomienda su uso en diferentes modalidades de aprendizaje:

- Clases teóricas: puede ser utilizado como material base para la explicación de conceptos clave, revisión de casos, análisis de esquemas y revisión de literatura científica complementaria.
- Prácticas de campo: se incluyen fichas técnicas y propuestas de actividades prácticas para el reconocimiento de especies, ejecución de labores culturales y evaluación de problemas fitosanitarios.
- Talleres, seminarios y proyectos de aula: el contenido permite ser articulado con ejercicios de planificación de cultivos, elaboración de proyectos frutícolas, simulaciones de costos de producción y análisis de sostenibilidad.
- Estudios autodirigidos: los capítulos han sido diseñados con lenguaje técnico accesible, apoyado con recursos gráficos, tablas, glosario y referencias actualizadas, facilitando el aprendizaje autónomo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benlloch-Tinoco, M., Nuñez Ramírez, J. M., García, P., Gentile, P., & Girón-Hernández, J. (2024). *Theobroma* genus: Exploring the therapeutic potential of *T. grandiflorum* and *T. bicolor* in biomedicine. *Food Bioscience*, 61, 104755. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104755>
- Jaramillo-Colorado, B. E., Arroyo-Salgado, B., & Palacio-Herrera, F. M. (2025). *Antifungal activity of four Piper genus essential oils against postharvest fungal Fusarium spp. isolated from Mangifera indica L. and Persea americana Mill. fruits*. *Industrial Crops & Products*, 223, 120170. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.120170>
- López-Polo, J., Soto, A., Zamorano, M., Silva-Weiss, A., Oyarzun-Ampuero, F. A., Brossard, N., Fuentes, J., & Osorio, F. A. (2024). *Effect of the incorporation of liposomes loaded with rutin on the transport properties of edible film produced with hydroxypropyl methylcellulose: An in vitro release study*. *LWT - Food Science and Technology*, 191, 115583. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.115583>
- Maseko, K. H., Regnier, T., Meiring, B., Wokadala, O. C., & Anyasi, T. A. (2024). *Musa species variation, production, and the application of its processed flour: A review*. *Scientia Horticulturae*, 325, 112688. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112688>
- Visscher, A. M., Chávez, E., Caicedo, C., Tinoco, L., & Pulleman, M. (2024). *Biological soil health indicators are sensitive to shade tree management in a young cacao (Theobroma cacao L.) production system*. *Geoderma Regional*, 37, e00772. <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2024.e00772>

Capítulo 1

Fundamentos de la Fruticultura

La fruticultura es mucho más que el cultivo de frutas. Es una actividad milenaria que ha evolucionado para convertirse en una de las bases de la agricultura moderna, especialmente en países como Ecuador, donde la diversidad de climas permite el desarrollo de una gran variedad de especies frutales. En este primer capítulo nos adentraremos en los pilares que sustentan esta rama de la producción agrícola, entendiendo su valor económico, social y ecológico.

Aquí conocerás por qué la fruticultura es clave en el desarrollo agrícola del país, cómo se clasifican los frutales desde un punto de vista botánico y comercial, cuáles son las regiones más importantes para su cultivo, y qué condiciones agroecológicas se requieren para lograr una producción exitosa.

Este capítulo sentará las bases para los siguientes contenidos del libro, ofreciéndote una visión integral del papel que juegan los frutales en el campo ecuatoriano. Prepárate para explorar el fascinante mundo de la producción frutal con una mirada técnica, contextual y comprometida con la sostenibilidad.

Objetivo del capítulo:

- Comprender el rol de la fruticultura en el desarrollo agrícola ecuatoriano, identificando su importancia económica y social, los tipos de frutales, las principales regiones productoras del país y sus requerimientos ecológicos básicos.

1.1. Importancia económica y social en Ecuador

La fruticultura en el Ecuador representa un eje estratégico dentro del desarrollo agrícola nacional por su papel multifuncional: es fuente de empleo, sustento nutricional, oportunidad de exportación y medio para dinamizar la economía rural. En términos generales, el sector frutícola contribuye al producto interno bruto agropecuario a través de cultivos tanto tradicionales como emergentes, siendo el plátano (*Musa spp.*), el banano, el mango, la piña, la papaya y especies amazónicas como el mortiño (*Vaccinium floribundum*) algunos de los más destacados (Maseko et al., 2024; Caranqui-Aldaz et al., 2022).

1.1.1. Relevancia productiva y comercial

Ecuador es uno de los principales países exportadores de frutas tropicales a nivel mundial. El banano, por ejemplo, representa una de las mayores fuentes de ingreso por exportaciones no petroleras, contribuyendo con más del 30 % del valor exportado del sector agrícola, generando empleo directo e indirecto y posicionando al país en los mercados internacionales (Giuggioli et al., 2024). El país también destaca como exportador líder de plátano y ha diversificado su producción hacia frutales como la piña y el mango, aprovechando sus condiciones agroecológicas favorables.

Los cultivos frutales permiten el aprovechamiento de zonas marginales no aptas para otros cultivos intensivos, y al ser mayormente producidos por

pequeños y medianos agricultores, tienen una alta incidencia en el desarrollo local y la inclusión productiva.

1.1.2. Generación de empleo y desarrollo territorial

La fruticultura tiene un efecto multiplicador en las economías locales. Cada etapa de la cadena productiva desde la siembra hasta la comercialización y exportación requiere mano de obra, lo que convierte a los cultivos frutales en una fuente importante de empleo rural. En el caso del banano, se han identificado efectos positivos sobre el empleo formal en las regiones costeras productoras, especialmente en las provincias de El Oro, Los Ríos y Guayas (Arslan, 2024).

Asimismo, la producción frutícola promueve la creación de asociaciones, cooperativas, y redes de comercialización que permiten a los productores mejorar su poder de negociación, acceder a tecnologías de producción y capacitación técnica, y fomentar el desarrollo comunitario.

1.1.3. Inclusión social y valoración cultural

El cultivo y aprovechamiento de especies frutales nativas y adaptadas como el mortiño, el camu-camu y el arazá, no solo tiene implicaciones económicas, sino también culturales y sociales. Estos frutos están profundamente ligados a prácticas ancestrales, celebraciones tradicionales y formas sostenibles de manejo del paisaje (Caranqui-Aldaz et al., 2022). Por ejemplo, el mortiño forma parte de la cultura alimentaria ecuatoriana al ser ingrediente clave en preparaciones tradicionales como la "colada morada", vinculada a la conmemoración del Día de los Difuntos.

La revalorización de estos productos mediante iniciativas de conservación in situ, cultivos agroforestales y transformación agroindustrial puede impulsar modelos de economía circular, turismo rural y comercio justo, beneficiando principalmente a comunidades indígenas y campesinas.

1.1.4. Fruticultura y sostenibilidad

Desde una perspectiva ambiental, la fruticultura bien manejada promueve prácticas agrícolas sostenibles, como el uso eficiente del agua, la cobertura vegetal permanente, la reducción de agroquímicos y la conservación de la biodiversidad. Esto ha sido evidente en sistemas de producción de banano bajo riego tecnificado que optimizan el uso del recurso hídrico y aumentan la eficiencia del sistema productivo (Arslan, 2024).

Además, el interés creciente por parte de los consumidores en frutas producidas bajo estándares sostenibles, con certificaciones orgánicas, comercio justo o producción local, ofrece una oportunidad para posicionar al Ecuador como proveedor de frutas tropicales con valor agregado, calidad sensorial y trazabilidad ambiental (Giuggioli et al., 2024).

1.2. Clasificación botánica y comercial de frutales

1.2.1 Clasificación botánica

La clasificación botánica de los frutales es fundamental para comprender su origen, relaciones filogenéticas, exigencias ecológicas y potencial

agronómico. A partir de criterios taxonómicos, los frutales se agrupan en familias, géneros y especies, lo que permite estructurar programas de mejoramiento genético, conservación de recursos fitogenéticos y manejo agronómico diferenciado según las características morfofisiológicas de cada grupo.

En Ecuador, país megadiverso ubicado en la zona intertropical, se cultivan tanto especies autóctonas como introducidas que pertenecen a diversas familias botánicas. A continuación, se resumen algunas de las más relevantes:

Tabla 1. Principales familias botánicas de frutales tropicales y subtropicales en Ecuador: características y especies relevantes.

Familia Botánica	Géneros / Especies relevantes	Características destacadas
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> , <i>M. acuminata</i> , <i>M. balbisiana</i>	Frutales herbáceos tropicales, con alto valor exportador (banano, plátano). Adaptados a suelos profundos y húmedos (Maseko et al., 2024).
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> , <i>C. sinensis</i> , <i>C. reticulata</i>	Cítricos con alto contenido de vitamina C, compuestos fenólicos y aceites esenciales. Incluye variedades con valor medicinal (Sanna et al., 2025).
Cactaceae	<i>Hylocereus polyrhizus</i> (pitahaya)	Cultivo en expansión por su perfil nutracéutico. Tolerante a suelos pobres y sequía, ideal para zonas áridas (Ramírez et al., 2025).
Theobromaceae	<i>Theobroma cacao</i>	Cultivo amazónico emblemático. Fuente de antioxidantes, teobromina y flavonoides. Su diversidad genética es estratégica para la región (Benlloch-Tinoco et al., 2024).
Ericaceae	<i>Vaccinium floribundum</i> (mortiño)	Especie nativa andina. Rica en antocianinas, de interés etnobotánico y turístico. Potencial agroecológico en zonas de páramo (Caranqui-Aldaz et al., 2022).
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> (mango)	Alta adaptabilidad a zonas cálidas. Diversas variedades según contenido de fibra, aroma y jugosidad (Okemo et al., 2024).
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> , <i>P. tripartita</i>	Frutales trepadores que destacan por su sabor y uso en jugos. Requieren

Familia Botánica	Géneros / Especies relevantes	Características destacadas
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> (durazno), <i>Fragaria vesca</i> (fresa)	tutorado y riego constante (Viera et al., 2017). Cultivadas en la Sierra. Exigen suelos fértiles, clima templado y buen manejo poscosecha (Viera et al., 2017).

Fuente: Elaboración propia a partir de Maseko et al. (2024); Okemo et al. (2024); Sanna et al. (2025); Ramírez et al. (2025); Benlloch-Tinoco et al. (2024); Caranqui-Aldaz et al. (2022); Viera et al. (2017, 2022).

Además de esta clasificación formal, es fundamental considerar la relación entre taxonomía y adaptación ecológica, ya que muchas especies de una misma familia presentan respuestas similares a plagas, suelos y sistemas de propagación. Por ejemplo, los frutales de la familia Cactaceae comparten adaptaciones a la sequía y a la producción de frutos de bajo contenido acuoso, lo cual es clave para zonas semiáridas como Loja o Manabí.

1.2.2 Clasificación comercial

La clasificación comercial de los frutales responde a las necesidades del mercado, la agroindustria, el consumidor y la logística de distribución, e influye directamente en los criterios de manejo agronómico, cosecha y poscosecha.

Los criterios más utilizados para clasificar los frutales con fines comerciales son:

a) Según el destino de uso:

- Frutas para consumo en fresco: deben tener buena apariencia, sabor, textura y vida útil. Ej.: mango, pitahaya, plátano.
- Frutas para agroindustria: se destinan a jugos, néctares, mermeladas, polvos o productos funcionales. Ej.: papaya, guanábana, limón.
- Frutas nutracéuticas o funcionales: apreciadas por su alto contenido de antioxidantes, vitaminas y compuestos bioactivos. Ej.: mortiño, camu camu, pitahaya roja (Ramírez et al., 2025; Sanna et al., 2025).

b) Según su comportamiento poscosecha:

- Frutas climatéricas: continúan madurando después de la cosecha. Ej.: plátano, mango, guayaba.
- Frutas no climatéricas: deben cosecharse en estado óptimo de madurez. Ej.: piña, uva, pitahaya. Esto influye en el embalaje, transporte, conservación en frío y programación de la cosecha.

c) Según la vida útil y percibibilidad:

- Frutas perecibles: requieren cadena de frío inmediata (fresa, tomate de árbol, mortiño).

- Frutas semiperecibles: permiten almacenamiento corto (mango, guanábana).
- Frutas menos perecibles: como el plátano verde, que tiene mayor margen de manejo logístico (Maseko et al., 2024).

d) Según la presentación y estándares de calidad:

- Clasificación por calibre, color, brillo, uniformidad, ausencia de defectos. Estos factores definen si el fruto es de primera, segunda o subproducto.
- Productos “imperfectos” o descartados por su estética (aunque sanos) son una de las causas principales de desperdicio en la cadena (Domínguez et al., 2025). Tecnologías no invasivas y sensores ópticos están siendo probados para evitar estas pérdidas.

e) Según el valor agregado:

Algunas especies tienen potencial como productos gourmet o funcionales, por su aroma, color, beneficios para la salud o rareza. Por ejemplo:

- *Citrus limon var. pompia* tiene aplicaciones antimicrobianas (Sanna et al., 2025).
- *Vaccinium floribundum* es promocionado como fruta ancestral en rutas agroecoturísticas (Caranqui-Aldaz et al., 2022).

La clasificación botánica aporta una comprensión científica del origen y relaciones entre especies frutales, indispensable para el diseño de sistemas productivos sostenibles. La clasificación comercial, por otro lado, permite al productor responder a las exigencias del mercado, optimizar recursos y posicionar sus productos estratégicamente. En conjunto, ambas clasificaciones deben ser consideradas en la planificación de cultivos frutales en Ecuador, donde la diversidad agroecológica permite una amplia gama de opciones productivas y de mercado.

1.3. Principales zonas frutícolas del Ecuador

La diversidad agroecológica del Ecuador ha permitido la conformación de sistemas frutícolas diferenciados en tres regiones naturales: Costa, Sierra y Amazonía. Cada una de estas zonas posee características agroclimáticas particulares que determinan las especies cultivadas, su adaptabilidad, el enfoque productivo y las dinámicas de comercialización.

1.3.1. Región Costa

La región Costa destaca como el principal núcleo frutícola del país, gracias a su clima tropical húmedo, la disponibilidad de agua y su cercanía con los principales puertos de exportación. Frutas tropicales como el banano, plátano, piña, papaya, mango, maracuyá y diversos cítricos son cultivadas a gran escala. Esta zona ha concentrado una importante inversión agroexportadora que permite su tecnificación y especialización, especialmente en provincias como Guayas, El Oro y Los Ríos (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

El uso de clones de cacao tipo nacional adaptados al bosque húmedo tropical también ha sido reportado en esta región, demostrando el aprovechamiento de condiciones agroecológicas para cultivos perennes de alto valor comercial (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

1.3.2. Región Sierra

La Sierra ecuatoriana, con su clima templado y altitudes entre los 1,800 y 3,000 m s.n.m., es ideal para cultivos de frutales de clima templado. Se destacan el durazno (*Prunus persica*), manzana, ciruela, pera, tomate de árbol y mortiño (*Vaccinium floribundum*). La provincia de Tungurahua, por ejemplo, tiene más de 11,000 ha dedicadas a frutales, de las cuales 457 ha se destinan exclusivamente al durazno, siendo la segunda fruta caducifolia más importante después de la manzana (Viera et al., 2017).

En esta región predomina la agricultura familiar campesina, con fuerte participación de pequeños y medianos productores. Los sistemas de cultivo son tradicionales y muchas veces combinados con otras especies agrícolas. No obstante, se han identificado limitantes productivas como el bajo acceso a asistencia técnica, escasa tecnificación, problemas fitosanitarios y deficiencias en la comercialización (Viera et al., 2017).

Frutales andinos poco difundidos como el jigacho (*Vasconcellea stipulata*) también se cultivan con éxito en sistemas protegidos en esta región, demostrando su potencial para diversificar la fruticultura serrana y aumentar la rentabilidad por unidad de superficie (Velázquez-Martí et al., 2017).

1.3.3. Región Amazonía

La Amazonía ecuatoriana es una región con gran potencial frutícola, caracterizada por su alta biodiversidad, clima cálido húmedo y suelos de baja fertilidad natural. En este entorno, se desarrollan especies nativas como la naranjilla (*Solanum quitoense*), guayusa (*Ilex guayusa*), pitahaya (*Hylocereus spp.*), chontaduro (*Bactris gasipaes*), seje (*Oenocarpus bataua*) y frutos silvestres de alto valor nutricional y cultural.

El impulso de sistemas agroforestales en esta región ha sido clave para promover el desarrollo frutícola sostenible. Estudios recientes muestran cómo cultivos como la pitahaya amarilla integrados con leguminosas han mejorado la fertilidad del suelo y reducido los impactos ecológicos del monocultivo (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

Asimismo, investigaciones sobre la palma *Oenocarpus bataua* en bosques inundables y de tierra firme evidencian su importancia como fuente de alimento, aceite y sustento económico para comunidades locales. Su manejo no destructivo mediante trepado ha sido recomendado para conservar las poblaciones silvestres sin afectar su productividad comercial (Isaza et al., 2016).

Los sistemas de cultivo en la Amazonía están fuertemente influenciados por saberes ancestrales y son promovidos como estrategias para el desarrollo rural resiliente, en equilibrio con la conservación de la biodiversidad y el carbono almacenado en los suelos (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

1.4. Requerimientos ecológicos básicos de los frutales

El establecimiento y desarrollo óptimo de los cultivos frutales depende directamente del cumplimiento de una serie de condiciones ecológicas específicas. Estas condiciones están relacionadas con el clima, tipo de suelo, altitud, régimen hídrico, exposición solar, así como con las adaptaciones particulares de cada especie a su entorno. Comprender los requerimientos ecológicos básicos de los frutales permite una mejor planificación de los cultivos, una mayor eficiencia agronómica y la reducción de riesgos productivos.

1.4.1. Clima y temperatura

La mayoría de los frutales tropicales como el plátano, papaya, mango y maracuyá requieren temperaturas promedio entre 21 °C y 32 °C, sin exposiciones a heladas. En contraste, frutales caducifolios como el durazno, manzana o pera cultivados en la región andina necesitan cierta acumulación de horas frío, con oscilaciones térmicas adecuadas que favorezcan la floración y fructificación (Viera et al., 2017).

Por ejemplo, en la provincia de Tungurahua zona representativa de frutales andinos como el durazno, se ha determinado que las condiciones óptimas se encuentran entre 2,500 a 3,000 m s.n.m., con temperaturas promedio anuales de 16 a 17 °C y precipitaciones entre 400 y 1,000 mm (INIAP, 2008, citado en Viera et al., 2017).

1.4.2. Precipitación y humedad

El régimen hídrico influye directamente en la floración, el cuajado de frutos y el desarrollo fisiológico de la planta. Cultivos como el banano y el cacao requieren precipitaciones superiores a 1,800 mm anuales bien distribuidas. En cambio, especies como la pitahaya se adaptan a climas más secos, aunque con buena disponibilidad hídrica en fases críticas (Vargas-Tierras et al., 2021).

Además, la humedad relativa también afecta la susceptibilidad a enfermedades fúngicas. Por ello, la selección del sitio de siembra y el diseño del sistema productivo deben considerar ventilación, sombra parcial y manejo del microclima (Niether et al., 2018)

1.4.3. Suelo

Los frutales exigen suelos bien drenados, con buen contenido de materia orgánica, pH entre 5.5 y 7.0 y alta capacidad de intercambio catiónico. Suelos compactados o encharcados pueden causar asfixia radicular y afectar la absorción de nutrientes.

En la Amazonía ecuatoriana, los suelos suelen ser ácidos y de baja fertilidad natural, por lo que se recomienda la incorporación de materia orgánica, cultivos intercalados con leguminosas y el uso de sistemas agroforestales que mejoren la estructura y vida del suelo (Díaz, 2018; Tinoco-Jaramillo et al., 2024)

En zonas serranas, el contenido de ceniza volcánica da origen a suelos andisoles profundos con buena retención de humedad, pero que requieren manejo cuidadoso de la fertilización y control de erosión (Viera et al., 2017).

1.4.4. Luz solar y exposición

La mayoría de los frutales requieren alta exposición solar, especialmente en la fase de desarrollo vegetativo y maduración de frutos. No obstante, en regiones con radiación solar intensa y temperaturas extremas, se recomienda el uso de árboles de sombra o mallas sombreadoras para evitar el estrés hídrico o quemaduras solares, como ocurre en los sistemas agroforestales de cacao y café (Tinoco & Vargas-Tierras, 2018).

1.4.5. Altitud y fisiografía

La altitud es un factor determinante en la zonificación de frutales. En Ecuador:

- Zona tropical baja (< 800 m s.n.m.): piña, papaya, plátano, mango, maracuyá.
- Zona tropical húmeda media (800-1,800 m s.n.m.): naranjilla, aguacate, cítricos.
- Zona andina (> 1,800 m s.n.m.): manzana, durazno, ciruela, tomate de árbol, mortiño.

Además, cultivos como el mortiño (*Vaccinium floribundum*) han demostrado adaptabilidad a zonas altoandinas (3,000-3,800 m s.n.m.) con alta variabilidad térmica, desarrollando estrategias fenológicas como la floración asincrónica para asegurar su reproducción (Caranqui-Aldaz et al., 2022)

1.5. Reflexión del capítulo

Comprender los fundamentos de la fruticultura ecuatoriana permite visualizar con mayor claridad su papel estructural en el desarrollo del país. Más allá de los datos económicos y clasificaciones técnicas, este capítulo ha revelado que la producción frutal es una actividad profundamente ligada al territorio, al conocimiento local y a la identidad cultural de muchas comunidades.

Desde las plantaciones tecnificadas de la Costa hasta los sistemas agroforestales de la Amazonía o los huertos tradicionales de la Sierra, la fruticultura representa una oportunidad concreta para construir modelos agrícolas sostenibles, resilientes y justos. Esta diversidad productiva, apoyada por un conocimiento sólido de las especies, sus requerimientos ecológicos y su valor en los mercados, abre un camino hacia una agricultura más equilibrada y conectada con las realidades sociales y ambientales del Ecuador.

La formación técnica en fruticultura, como la que este libro propone, no solo busca desarrollar competencias agronómicas, sino también generar conciencia sobre el rol estratégico que desempeña este sector en la seguridad alimentaria, la inclusión social y la sostenibilidad ambiental. En un país megadiverso como el nuestro, cultivar frutas no es solo producir alimentos: es también cuidar la biodiversidad, fortalecer el tejido rural y responder a los desafíos globales desde lo local.

Este capítulo inicial ofrece las bases para adentrarse en los aspectos prácticos y aplicados de la fruticultura, pero, sobre todo, invita a reconocer que detrás de cada cultivo hay una historia, una cultura y una oportunidad de transformación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arslan, F. (2024). Production-water user association performance nexus in Mediterranean irrigated agriculture: The case of banana in Türkiye. *Agricultural Water Management*, 292, 108650. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2023.108650>
- Benlloch-Tinoco, M., Nuñez Ramírez, J. M., García, P., Gentile, P., & Girón-Hernández, J. (2024). Theobroma genus: Exploring the therapeutic potential of *T. grandiflorum* and *T. bicolor* in biomedicine. *Food Bioscience*, 61, 104755. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104755>
- Caranqui-Aldaz, J. M., Romero-Saltos, H., Hernández, F., & Martínez, R. (2022). Reproductive phenology of *Vaccinium floribundum* Kunth (Ericaceae) and codification according to the BBCH scale based on evidence from the volcano Chimborazo paramo (Ecuador). *Scientia Horticulturae*, 303, 111207. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111207>
- Díaz, A. (2018). Caracterización de los suelos de la Amazonía ecuatoriana. En *Agroforestería sostenible en la Amazonía ecuatoriana, N° 2. Fragilidad de los suelos en la Amazonía ecuatoriana y potenciales alternativas agroforestales para el manejo sostenible: Artículos del evento* (cap. 3, pp. 1-11). INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5446>
- Domínguez, I., del Río, J. L., Ortiz-Somovilla, V., & Cantos-Villar, E. (2025). Technological innovations for reducing tomato loss in the agri-food industry. *Food Research International*, 203, 115798. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115798>
- Giuggioli, N. R., Ollani, S., Zanchini, R., Girgenti, V., Contini, M., & Peano, C. (2024). The appeal of bananas: A qualitative sensory analysis and consumers' insights into tropical fruit consumption in Italy. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101110. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101110>
- Hosny, K. M., El-Hady, W. M., & Samy, F. M. (2025). Technologies, protocols, and applications of Internet of Things in greenhouse farming. *Information Processing in Agriculture*, 12, 91-111. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2024.04.002>
- Isaza, C., Martorell, C., Cevallos, D., Galeano, G., Valencia, R., & Balslev, H. (2016). Demography of *Oenocarpus bataua* and implications for sustainable harvest of its fruit in western Amazon. *Population Ecology*, 58, 463-476. <https://doi.org/10.1007/s10144-016-0543-4>

- Maseko, K. H., Regnier, T., Meiring, B., Wokadala, O. C., & Anyasi, T. A. (2024). *Musa* species variation, production, and the application of its processed flour: A review. *Scientia Horticulturae*, 325, 112688. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112688>
- Niether, W., Armengot, L., Andres, C., Schneider, M., & Gerold, G. (2018). Shade trees and tree pruning alter throughfall and microclimate in cocoa (*Theobroma cacao* L.) production systems. *Annals of Forest Science*, 75, 38. <https://doi.org/10.1007/s13595-018-0723-9>
- Okemo, P., Wijesundra, U., Nakandala, U., Dillon, N., Chandora, R., Campbell, B., Smith, M., Hardner, C., Cadorna, C. A., Martin, G., Yahiaoui, N., Garsmeur, O., Pompidor, N., D'Hont, A., & Henry, R. J. (2024). Crop domestication in the Asia Pacific region: A review. *Agriculture Communications*, 2(1), 100032. <https://doi.org/10.1016/j.agrcom.2024.100032>
- Ramírez, F., Romero, A., Mora, F., & Rodríguez, M. (2025). Red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): A superfruit rich in betalains and nutraceutical potential. *Future Foods*, 14, 100345. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100345>
- Sanna, D., Piras, A., Floris, A., Porcedda, S., Puligheddu, M., Del Caro, A., & Vichi, S. (2025). Exploring the medicinal potential of *Citrus limon* var. *pompia*: A neglected Mediterranean fruit. *Food Bioscience*, 61, 104789. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2025.104789>
- Shikoshi, J. G., Ndakidemi, P. A., Mbega, E. R., Mtei, K. M., & Mkindi, A. G. (2025). The role of biopesticides in the management of *Thaumatococcus leucostreus* in avocado and other widely produced fruits in Africa. *Journal of Natural Pesticide Research*, 12, 100127. <https://doi.org/10.1016/j.napere.2025.100127>
- Tinoco, L. A., & Vargas, Y. B. (2018, noviembre). Sistemas agroforestales de cacao: Revisión de literatura sobre el efecto de la sombra en la producción de *Theobroma cacao* L. En INIAP/AGLATAM (Eds.), *1er Congreso internacional de alternativas tecnológicas para la producción agropecuaria sostenible en la Amazonía ecuatoriana* (pp. 1-7). INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5427>
- Tinoco-Jaramillo, L., Vargas-Tierras, Y., Habibi, N., Caicedo, C., Chanaluisa, A., Paredes-Arcos, F., Viera, W., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2024). Agroforestry systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(1), 195. <https://doi.org/10.3390/f15010195>

- Vargas-Tierras, Y., Viera, W., Díaz, A., Tinoco, L., & Macas, J. (2021). Benefits of legume species in an agroforestry production system of yellow pitahaya in the Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, *13*, 9261. <https://doi.org/10.3390/su13169261>
- Velázquez-Martí, B., Castillo, M., Rodríguez, F., López-Cortés, I., & Alcívar-Bastidas, S. (2017). Systems of pruning on jigacho (*Vasconcellea stipulata* Badillo) under greenhouse conditions. *HortScience*, *52*(8), 1060-1064. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12058-17>
- Viera, W., Viera, A., Martínez, A., Jácome, R., Ayala, G., Sotomayor, A., Galarza, D., & Ron, L. (2017). Factors influencing peach farmer income in the province of Tungurahua, Ecuador. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, *17*(2), 133-141. <https://doi.org/10.7201/earn.2017.02.06>
- Villavicencio V., A., & Vásquez C., W. (Eds.). (2008). *Guía técnica de cultivos* (Manual No. 73). INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/851>
- Zhao, Y., Feng, C., Xu, S., & Zhang, Y. (2021). Polyphenols from food by-products: An alternative or complementary approach to valorize tropical fruits. *Food Research International*, *140*, 109850. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.109850>

Capítulo 2

Establecimiento y Manejo de Cultivos Frutales

El establecimiento adecuado de un huerto frutal representa una etapa crítica que condiciona el rendimiento, la longevidad productiva y la sostenibilidad del sistema agrícola. Las decisiones que se tomen en esta fase inicial desde la selección del material vegetal hasta la implementación de prácticas de manejo tienen un impacto directo en la eficiencia del cultivo y en su adaptación a las condiciones agroecológicas locales.

Este capítulo presenta los fundamentos técnicos y prácticos para la instalación y manejo de frutales, abordando de manera estructurada temas esenciales como la propagación sexual y asexual, los procedimientos para la producción de plántulas en viveros, y las labores previas al establecimiento definitivo, incluyendo la preparación del terreno, siembra, riego y fertilización básica.

Asimismo, se incluyen prácticas de poda, tutorado y conducción, orientadas a optimizar la arquitectura de las plantas, mejorar su sanidad, facilitar las labores culturales y aumentar la eficiencia fotosintética. Estas prácticas son fundamentales para garantizar un desarrollo vigoroso de los frutales, promover su precocidad productiva y alcanzar mayores niveles de calidad y uniformidad en los frutos.

El contenido está diseñado para ofrecer una guía técnica aplicada, sustentada en criterios agronómicos modernos y contextualizada a los sistemas frutales predominantes en regiones tropicales y subtropicales como el Ecuador. Su aplicación permitirá a los estudiantes y técnicos tomar decisiones acertadas en campo y promover el manejo racional de los recursos productivos.

Objetivo del capítulo:

- Aplicar buenas prácticas en la instalación y manejo de huertos frutales.

2.1. Propagación (sexual y asexual)

La propagación es el proceso mediante el cual se obtienen nuevas plantas a partir de estructuras reproductivas o vegetativas. En fruticultura, la elección entre propagación sexual (por semilla) y propagación asexual (por injertos, esquejes, acodos, entre otros) depende del objetivo del cultivo, las características genéticas del material vegetal y la necesidad de uniformidad en la producción. Ambas formas tienen aplicaciones particulares y desempeñan un papel crucial en el establecimiento y mejoramiento de los huertos frutales.

2.1.1. Propagación sexual

La propagación sexual consiste en la reproducción mediante la fecundación de gametos, lo que genera plantas genéticamente distintas a la planta madre. Esta modalidad se utiliza ampliamente en programas de mejoramiento genético, en bancos de germoplasma y en cultivos donde la variabilidad genética puede representar una ventaja adaptativa.

En frutales como el durazno (*Prunus persica*), la propagación por semilla ha sido empleada históricamente para seleccionar nuevos materiales adaptados

a las condiciones de altura en zonas como la provincia de Tungurahua, Ecuador. Sin embargo, los agricultores optan mayormente por injertos debido a la necesidad de uniformidad de fruta y productividad (Viera et al., 2017).

En especies como el mortiño (*Vaccinium floribundum*), nativo de los Andes, la reproducción sexual es relevante para la conservación de la biodiversidad. Se ha documentado que sus semillas presentan viabilidad aceptable, pero requieren condiciones ambientales específicas para germinar y desarrollarse, lo cual ha llevado a propuestas de propagación in vitro como alternativa para su domesticación (Torres et al., 2010; Caranqui-Aldaz et al., 2022).

En cítricos, a pesar de su capacidad de multiplicarse vegetativamente, se ha observado reproducción sexual controlada en programas de mejoramiento, mediante técnicas como la polinización dirigida, para obtener nuevas variedades con resistencia a enfermedades (Cuenca et al., 2013, en archivo).

2.1.2. Propagación asexual

La propagación asexual o vegetativa permite obtener plantas genéticamente idénticas a la planta madre (clones), lo cual garantiza uniformidad en el crecimiento, características del fruto y resistencia a plagas o enfermedades. Este tipo de reproducción es ampliamente utilizada en cultivos comerciales de cítricos, plátano, pitahaya, uva, mango y durazno, entre otros.

En el caso del cacao (*Theobroma cacao*), se ha promovido la propagación asexual mediante injertos y clonación de híbridos altamente productivos adaptados a los sistemas agroforestales de la Amazonía ecuatoriana, con el fin de preservar características deseables como calidad organoléptica y tolerancia a enfermedades (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

Avances recientes han permitido utilizar células madre vegetales en la multiplicación in vitro de especies frutales, lo que facilita la propagación de materiales élite con alta eficiencia. En frutales tropicales como el banano y la papaya, la utilización de meristemos apicales en laboratorio permite producir plantas libres de virus, adaptadas a distintos pisos altitudinales y con ciclos de cosecha más cortos (Wang et al., 2024).

Otras estrategias biotecnológicas emergentes, como el uso de la edición génica (CRISPR-Cas), están siendo aplicadas para inducir características específicas como resistencia a estrés biótico y abiótico, acelerando la mejora genética sin necesidad de cruzamientos convencionales. Estas herramientas son especialmente útiles en especies frutales de reproducción lenta o con largos ciclos juveniles (Kumar et al., 2025).

2.1.3. Consideraciones agronómicas

La decisión sobre el método de propagación debe basarse en:

- Objetivo productivo: uniformidad genética vs. conservación de diversidad.
- Condiciones edafoclimáticas: adaptación del patrón o semilla al ambiente local.

- Disponibilidad de infraestructura: viveros, laboratorios, capacidad técnica.
- Escalabilidad: número de plantas a propagar en un tiempo determinado.

Además, el uso de injertos permite combinar lo mejor de dos materiales genéticos: un portainjerto vigoroso y resistente, con un injerto productivo y de alta calidad frutal, técnica común en frutales caducifolios, cítricos y pitahaya.

2.2 Producción de Plántulas en Viveros

La producción eficiente y saludable de plántulas frutales es una fase crucial en el establecimiento de huertos exitosos, ya que de la calidad del material vegetal depende en gran medida el vigor, la uniformidad y la productividad futura del cultivo. En vivero se pueden reproducir especies frutales tanto por métodos sexuales como asexuales, lo que permite seleccionar el sistema más adecuado según la especie, el propósito del cultivo y las condiciones agroecológicas.

La propagación asexual, mediante injertos o estacas, es ampliamente usada en frutales como cítricos, aguacate, mango y guanábana debido a su capacidad para preservar características genéticas deseadas del cultivar madre (Kumar et al., 2025; Wang et al., 2024). Por otro lado, la propagación sexual mediante semillas puede ser útil en programas de mejoramiento genético o cuando se busca adaptabilidad a condiciones locales.

2.2.1. Condiciones óptimas del vivero

Para asegurar el éxito en la producción de plántulas, el vivero debe estar ubicado en un sitio con buen drenaje, acceso a agua de calidad, protección contra vientos fuertes y con exposición solar adecuada. El sustrato debe estar bien equilibrado en textura, con suficiente materia orgánica, y libre de patógenos y plagas. El uso de tecnologías modernas, como sensores de humedad y temperatura, así como la automatización del riego, está mejorando la precisión en el manejo de las condiciones del vivero (Mohanraj et al., 2023).

Estudios en especies como macadamia han mostrado que la elección del patrón o portainjerto influye en el crecimiento inicial, vigor y tolerancia a condiciones abióticas como suelos ácidos o con baja fertilidad (Vithanage et al., 2024). En frutales de zonas tropicales como mango, papaya y pitahaya, se ha encontrado que el uso de bolsas de polietileno negro con sustrato enriquecido mejora la aireación radicular y permite una aclimatación más efectiva tras el trasplante al campo definitivo (Villavicencio y Vásquez, 2008; Vargas-Tierras et al., 2020).

2.2.2. Mantenimiento y calidad de las plántulas

Durante el desarrollo de las plántulas, es esencial mantener un programa riguroso de fertilización balanceada, control fitosanitario preventivo y riego eficiente. Estudios recientes destacan que el control de condiciones microambientales como la humedad relativa y la temperatura mediante invernaderos o túneles permite reducir enfermedades fúngicas en el vivero (Holtz et al., 2025).

El endurecimiento progresivo antes del trasplante es clave para evitar el estrés post-trasplante. Esto se logra disminuyendo gradualmente la frecuencia de riego, aumentando la exposición solar directa y reduciendo el sombreado (Burgess et al., 2022).

Además, la selección de plántulas debe basarse en criterios técnicos como el desarrollo radicular sano, la ausencia de deformaciones o síntomas de plagas, y un crecimiento uniforme del tallo y hojas. En frutales como el duraznero o melocotonero, una adecuada calidad del patrón y la técnica de injerto determinan el éxito del establecimiento en campo (Viera et al., 2017).

2.3. Preparación del Terreno, Siembra, Riego y Fertilización Básica

El establecimiento técnico y sostenible de un huerto frutal comienza con una planificación agronómica detallada que contemple las condiciones físicas y químicas del terreno, la elección del sistema de siembra adecuado, un plan de riego eficiente y un programa inicial de nutrición vegetal. Estas prácticas iniciales influyen de forma directa en el desarrollo radicular, la adaptabilidad al entorno, la eficiencia fisiológica de la planta y, finalmente, en la productividad y longevidad del cultivo.

2.3.1. Preparación del terreno

La preparación del terreno es la base física que soportará el sistema radicular del frutal y debe adecuarse a las condiciones topográficas, climáticas y edáficas del lugar. Implica labores como limpieza, arado, subsolado, trazado de curvas de nivel y hoyado, entre otras, en función del tipo de suelo y especie a establecer.

En zonas de Sierra como Tungurahua (Ecuador), donde se cultivan frutales como el durazno (*Prunus persica*), se recomienda realizar subsolado para romper capas compactadas, seguido del arado y rastreo para aflojar el perfil, incorporando materia orgánica durante la apertura de hoyos de siembra. La orientación norte-sur del trazado favorece una mejor distribución de luz, especialmente en zonas templadas (Viera et al., 2017).

En la región Amazónica, donde los suelos son ácidos y de baja fertilidad natural, la preparación mínima del terreno es clave para conservar la estructura y la biota del suelo. En sistemas de cacao (*Theobroma cacao*) y pitahaya (*Hylocereus spp.*), se recomienda mantener cobertura vegetal y utilizar especies abono verde como *Canavalia ensiformis* para mejorar la fertilidad sin labranza intensiva (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

2.3.2. Siembra

La siembra debe considerar el tipo de especie, sistema de propagación, densidad y época del año. En frutales propagados vegetativamente, como pitahaya, se emplean estacas de 30 a 40 cm sembradas en hoyos de 40 x 40 x 40 cm con compost, y se instala tutorado vertical desde la plantación. El marco puede oscilar entre 2.5 x 2.5 m hasta 3 x 3 m, dependiendo de la variedad y el sistema de conducción (Vargas et al., 2020).

En cultivos como naranjilla (*Solanum quitoense*), comunes en la Sierra baja y Amazonía, se recomienda la siembra en curvas de nivel para evitar erosión, con distancias entre 2.5 y 3 m. La siembra se realiza al inicio de la época lluviosa y las plántulas deben tener un sistema radicular bien desarrollado (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

Otro caso interesante es el jigacho (*Vasconcellea stipulata*), frutal andino cultivado en invernaderos a más de 2,000 m s.n.m., cuya siembra requiere sustratos sueltos con buen drenaje y alta materia orgánica. Se ha reportado éxito en el uso de estacas enraizadas en condiciones protegidas con resultados favorables en el crecimiento inicial (Velázquez-Martí et al., 2017).

2.3.3. Riego

El agua es un factor determinante para el establecimiento y rendimiento frutal. El sistema de riego debe diseñarse en función de la demanda hídrica de la especie, el tipo de suelo y el régimen climático. En zonas con precipitaciones bien distribuidas, puede no requerirse riego suplementario en el primer año. Sin embargo, en climas secos o con estiajes prolongados, es imprescindible el riego de apoyo.

En frutales como durazno, se recomienda riego por gravedad o por goteo durante floración y fructificación para evitar caída de frutos. La falta de agua en etapas clave reduce la formación de yemas florales y el tamaño de los frutos (Viera et al., 2017).

En cacao, la presencia de árboles de sombra y cobertura de hojarasca en sistemas agroforestales reduce la evaporación, mejora la infiltración y conserva la humedad. A pesar de estar en regiones húmedas, el cacao necesita riego complementario en estaciones secas para mantener la floración y el desarrollo de las mazorcas (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

2.3.4. Fertilización básica

La fertilización de establecimiento busca corregir deficiencias nutricionales del suelo y aportar nutrientes esenciales para el desarrollo inicial del frutal. Debe estar basada en análisis de suelo y considerar tanto fuentes orgánicas como minerales.

En el caso de naranjilla, se recomienda incorporar estiércol bien descompuesto en el hoyo de siembra, junto con una mezcla inicial de N-P-K. Aplicaciones posteriores de micronutrientes como boro y zinc han demostrado mejorar el crecimiento vegetativo y la calidad del fruto (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

En pitahaya, la fertilización debe incluir fósforo al inicio para estimular el desarrollo radicular, seguido de aplicaciones de potasio para inducir floración y mejorar el calibre del fruto. El uso de fertilizantes de liberación lenta y biofertilizantes mejora la eficiencia de absorción y reduce pérdidas por lixiviación (Vargas et al., 2020).

En durazno, se ha observado que la fertilización empírica sin análisis de suelo ni calendario técnico ha limitado los rendimientos. Se recomienda aplicar

compost o estiércol en la etapa de preplantación y realizar ajustes posteriores con fertilizantes minerales según el crecimiento de las plantas y el análisis foliar (Viera et al., 2017).

En todos los casos, el éxito del manejo nutricional depende de la integración con otras prácticas agronómicas como el control del riego, la cobertura vegetal, la rotación de cultivos y la incorporación de abonos verdes o microorganismos benéficos.

2.4. Poda, Tutorado y Conducción de Plantas

La poda, el tutorado y la conducción vegetal son prácticas fundamentales en la fruticultura moderna, ya que influyen directamente en la arquitectura de la planta, la eficiencia fotosintética, el control sanitario, la entrada en producción y la calidad de los frutos. Aplicadas adecuadamente, estas prácticas permiten una mayor productividad, facilitan las labores de campo y prolongan la vida útil de los huertos.

2.4.1. Poda

La poda consiste en la eliminación selectiva de órganos vegetales (ramas, brotes, flores o frutos) con fines fisiológicos, productivos o fitosanitarios. Se distinguen varios tipos de poda: de formación, de mantenimiento, de rejuvenecimiento, de renovación y de fructificación.

En el frutal andino jigacho (*Vasconcellea stipulata*), Velázquez-Martí et al. (2017) evaluaron en condiciones controladas de invernadero, en la localidad de Querochaca (Ecuador), distintos sistemas de poda de formación. Se aplicaron tratamientos con uno, dos y tres ejes, observándose que las plantas conducidas a tres ejes produjeron un mayor número de flores y frutos, alcanzando una media de 54 frutos por planta. Además, esta técnica contribuyó a reducir la incidencia de enfermedades al mejorar la aireación del follaje y facilitar el manejo agronómico del cultivo.

En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao*), la poda sanitaria y de formación se considera clave dentro de los sistemas agroforestales de la Amazonía ecuatoriana. La eliminación de chupones, ramas mal orientadas y ramas enfermas permite reducir la incidencia de plagas como la escoba de bruja y la moniliasis, al mismo tiempo que mejora la distribución de luz dentro del dosel productivo (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

Asimismo, en especies como durazno (*Prunus persica*), cultivado en zonas templadas de la Sierra ecuatoriana, la poda anual es indispensable para asegurar la renovación de ramas fructíferas, mantener un balance entre crecimiento vegetativo y reproductivo, y facilitar la cosecha. La poda se realiza en dormancia, respetando las yemas de flor, y se orienta hacia una forma abierta o de vaso para mejorar la insolación interior (Viera et al., 2017).

2.4.2. Tutorado

El tutorado consiste en brindar soporte físico a la planta durante sus primeras etapas de desarrollo o durante su vida productiva, según la especie y el

sistema de cultivo. Su objetivo es evitar quiebres por viento o peso, favorecer la orientación vertical del tallo y permitir una conducción ordenada.

En el cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), el tutorado es obligatorio debido a su hábito de crecimiento trepador. Se recomienda el uso de postes de 1.8 a 2 m de altura, coronados con estructuras metálicas en forma de cruz o rueda para permitir la caída controlada de los tallos. Este sistema mejora la exposición de brotes a la luz, facilita la cosecha y permite un mejor control fitosanitario (Vargas et al., 2020).

En naranjilla (*Solanum quitoense*), frutal cultivado en zonas de la Sierra baja y la Amazonía ecuatoriana, se recomienda realizar un despunte temprano para inducir una ramificación equilibrada desde la base. Posteriormente, el tutorado mediante estacas de bambú o madera liviana permite mantener el eje principal vertical y evitar que el peso de la copa comprometa la estabilidad de la planta. Esta práctica, combinada con podas de conducción, facilita el manejo fitosanitario y mejora el rendimiento del cultivo (Vargas et al., 2020).

2.4.3. Conducción de plantas

La conducción define la arquitectura permanente de la planta y está estrechamente relacionada con la poda y el tutorado. Busca establecer una estructura productiva eficiente, estable, ventilada y accesible para labores de manejo.

En el caso del cacao, los sistemas de conducción tipo “taza” o “tronco bajo con ramas primarias bien distribuidas” son los más recomendados en zonas amazónicas. Esto permite facilitar la cosecha manual, mejorar la aireación y reducir la humedad relativa en el interior del dosel, lo que contribuye al control preventivo de enfermedades fúngicas (Tinoco-Jaramillo et al., 2024).

En el jigacho, se ha demostrado que la conducción a tres ejes incrementa la productividad sin comprometer el calibre del fruto, ofreciendo una estrategia para frutales subutilizados que requieren adaptación a sistemas protegidos en altitud (Velázquez-Martí et al., 2017).

En cultivos de naranjilla, se recomienda realizar un despunte temprano para inducir la ramificación basal, así como podas de conducción durante el primer año para evitar desequilibrios de crecimiento vertical, facilitando el manejo fitosanitario y la recolección de frutos (Vargas et al., 2020).

2.5. Reflexión del capítulo

El establecimiento de un huerto frutal va más allá de una simple acción agrícola: representa una decisión estratégica que define el futuro del cultivo. Este capítulo ha demostrado cómo cada etapa desde la propagación del material vegetal hasta las prácticas de poda y conducción, debe integrarse bajo criterios científicos y técnicos, pero también con un profundo entendimiento del entorno y de las realidades del productor.

En contextos como el ecuatoriano, donde la diversidad agroecológica es tan amplia como las realidades sociales del campo, el manejo agronómico de los frutales debe adaptarse a las condiciones locales sin perder de vista la

eficiencia, la sostenibilidad y la resiliencia del sistema productivo. La correcta aplicación de estas prácticas no solo mejora el rendimiento, sino que también fortalece la autonomía técnica de quienes trabajan la tierra.

Este capítulo no solo ha entregado herramientas prácticas; también ha puesto en evidencia el valor de una agricultura planificada, consciente y con visión de largo plazo. La calidad del fruto empieza mucho antes de su cosecha: nace en la semilla, en el injerto, en el cuidado del vivero, en el trazo del terreno y en cada poda o tutor bien aplicado. Entenderlo es dar un paso firme hacia una fruticultura más profesional, sostenible y comprometida con el desarrollo rural del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Burgess, A. J., Correa Cano, M. E., & Parkes, B. (2022). The deployment of intercropping and agroforestry as adaptation to climate change. *Crop and Environment*, 1, 145-160. <https://doi.org/10.1016/j.crope.2022.05.001>
- Caicedo, C., Chávez, E., Tinoco, L., Pulleman, M., & Rebolledo, M. C. (2024). Agroforestry systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(1), 195. <https://doi.org/10.3390/f15010195>
- Caranqui-Aldaz, J. M., Romero-Saltos, H., Hernández, F., & Martínez, R. (2022). Reproductive phenology of *Vaccinium floribundum* Kunth (Ericaceae) and codification according to the BBCH scale based on evidence from the volcano Chimborazo paramo (Ecuador). *Scientia Horticulturae*, 303, 111207. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2022.111207>
- Dhakai Poudel, P., Cowan, M., De Faveri, J., Topp, B., & Alam, M. (2024). Genetic variability in macadamia rootstocks and their effects on early vigor traits of 'HAES 741'. *Scientia Horticulturae*, 338, 113842. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113842>
- Holtz, B. A., Culumber, C. M., Gao, S., Zuber, C., & Thao, T. (2025). Impact of whole orchard recycling on greenhouse gas emissions, soil carbon storage, and almond productivity in a replanted orchard. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 389, 109664. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2025.109664>
- Joshi, T., Sehgal, H., Puri, S., Karnika, Mahapatra, T., Joshi, M., Deepa, P. R., & Sharma, P. K. (2024). ML-based technologies in sustainable agro-food production and beyond: Tapping the (semi) arid landscape for bioactives-based product development. *Journal of Agriculture and Food Research*, 18, 101350. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101350>
- Kushwaha, S. B., Nagesh, C. R., Lele, S. S., Viswanathan, C., Prashant, G. R., Goswami, S., Kumar, R. R., Kunchge, N., Gokhale, J. S., & Vinutha, T. (2025). CRISPR/Cas technology in vegetable crops for improving biotic, abiotic stress and quality traits: Challenges and opportunities. *Scientia Horticulturae*, 341, 113957. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2025.113957>
- Tinoco-Jaramillo, L., Vargas-Tierras, Y., Habibi, N., Caicedo, C., Chanaluisa, A., Paredes-Arcos, F., Viera, W., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2024). Agroforestry systems of cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(1), 195. <https://doi.org/10.3390/f15010195>
- Torres, M. L., Trujillo, D., & Arahana, V. (2010). Cultivo in vitro del mortiño (*Vaccinium floribundum* Kunth). *ACI Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2(2), B9-B15. <https://doi.org/10.18272/aci.v2i2.27>

- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., & Viera, W. (2020, junio). *Manual técnico del cultivo de pitahaya* (Manual Técnico No. 117). INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa Nacional de Fruticultura. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5551>
- Velázquez-Martí, B., Castillo, M., Rodríguez, F., López-Cortés, I., & Alcívar-Bastidas, S. (2017). Systems of pruning on jigacho (*Vasconcellea stipulata* Badillo) under greenhouse conditions. *HortScience*, 52(8), 1060-1064. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI12058-17>
- Viera, W., Viera, A., Martínez, A., Jácome, R., Ayala, G., Sotomayor, A., Galarza, D., & Ron, L. (2017). Factors influencing peach farmer income in the province of Tungurahua, Ecuador. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 17(2), 133-141. <https://doi.org/10.7201/earn.2017.02.06>
- Wang, Q., Luo, L., Zhang, Z., Zhao, Y., & Yu, L. (2024). Cultivating potential: Harnessing plant stem cells for agricultural sustainability. *Molecular Plant*, 17(2), 318-332. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.12.014>

Capítulo 3

Protección Fitosanitaria y MIP

La sanidad vegetal es un componente esencial en la producción frutícola sostenible. Las condiciones tropicales del Ecuador, si bien favorecen una gran diversidad de especies, también crean un entorno propicio para el desarrollo de plagas y enfermedades que afectan la productividad, calidad y competitividad de los cultivos frutales. Frente a este desafío, los productores deben adoptar enfoques estratégicos que no solo controlen los problemas fitosanitarios, sino que lo hagan de manera segura, eficiente y con responsabilidad ambiental.

Este capítulo ofrece una visión integral sobre las principales plagas y enfermedades que afectan a los frutales en el país, comparando métodos de control convencionales y biológicos, y enfatizando la aplicación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) como pilares de una producción frutícola moderna, rentable y sostenible.

Objetivo del capítulo:

- Identificar y controlar plagas y enfermedades en frutales mediante métodos sostenibles.

3.1. Principales plagas y enfermedades en cultivos frutales ecuatorianos

La diversidad agroecológica del Ecuador ha permitido el desarrollo de numerosos cultivos frutales, tanto tradicionales como emergentes. Sin embargo, esta diversidad también favorece la presencia de plagas y enfermedades que comprometen la sanidad de los sistemas productivos. Las pérdidas causadas por estos factores afectan directamente los rendimientos, la calidad de la fruta, la inocuidad alimentaria y los ingresos de los agricultores. A continuación, se describen las principales plagas y enfermedades que afectan a los frutales ecuatorianos, con énfasis en aquellas de mayor incidencia en las regiones Costa, Sierra y Amazonía.

3.1.1. Plagas de importancia económica

a) *Neoleucinodes elegantalis* - Perforador del fruto

Este lepidóptero representa una de las plagas más dañinas en cultivos de solanáceas como naranjilla (*Solanum quitoense*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*) y berenjena (*Solanum melongena*). Las larvas perforan los frutos y provocan daños severos que afectan su comercialización. En Ecuador se ha reportado en regiones andinas y amazónicas, causando pérdidas de hasta el 70 % en ausencia de manejo fitosanitario (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

b) *Ceratitis capitata* - Mosca de la fruta

Afecta una amplia gama de frutales como durazno, guayaba, mango y maracuyá, siendo responsable de la oviposición en frutos maduros, seguida de la eclosión de larvas que destruyen la pulpa. Su presencia compromete las exportaciones y requiere monitoreo con trampas y

controles biológicos, especialmente en la región Costa y Sierra central (Viera et al., 2017).

c) *Dysmicoccus brevipes* - Cochinilla harinosa

Detectada en cultivos de piña, guanábana y papaya, esta cochinilla chupa savia de tallos y frutos, debilitando las plantas y favoreciendo la aparición de fumagina. Las condiciones cálidas y húmedas de la Costa favorecen su proliferación. El control debe integrar enemigos naturales como *Cryptolaemus montrouzieri* y aplicaciones de extractos vegetales (Tan et al., 2023).

d) *Bactrocera carambolae* - Mosca del carambolo

Considerada una amenaza potencial para frutales como maracuyá (*Passiflora edulis*), guayaba (*Psidium guajava*) y cítricos, la mosca del carambolo ha sido reportada en países amazónicos vecinos, lo que representa un riesgo fitosanitario importante para el Ecuador. Aunque su presencia no ha sido confirmada oficialmente en el país, se recomienda mantener vigilancia fitosanitaria activa en zonas fronterizas, especialmente en sistemas agroforestales donde se cultivan especies del género *Passiflora*, dada su alta susceptibilidad y valor económico (Viera et al., 2022).

3.1.2. Enfermedades fúngicas de impacto

a) *Fusarium spp.* - Pudrición del fruto

En papaya (*Carica papaya*), los géneros *Fusarium solani*, *F. oxysporum* y *F. moniliforme* han sido asociados a podredumbre interna y externa de frutos durante la etapa de postcosecha. Se identifican tejidos blandos, micelio blanco y exudado viscoso, especialmente en zonas cálidas y húmedas de la costa ecuatoriana (Tan et al., 2023).

b) *Botrytis cinerea* y *Alternaria alternata* - Pudriciones en durazno

Reportadas en cultivos de durazno (*Prunus persica*) en la provincia de Tungurahua, causan lesiones oscuras, blandas y con micelio grisáceo en el caso de *Botrytis*, o manchas negras secas en el caso de *Alternaria*. El control incluye podas sanitarias, manejo de ventilación en huertos y uso de fungicidas preventivos (Viera et al., 2017).

c) *Phytophthora andina* - Marchitamiento de naranjilla

Identificada como una de las principales enfermedades limitantes en la Amazonía ecuatoriana, causa marchitamiento, clorosis y muerte regresiva de plantas jóvenes de naranjilla. El patógeno se disemina por suelos encharcados y agua de riego. Se recomienda rotación de cultivos y uso de variedades resistentes como las desarrolladas por el INIAP (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

d) *Colletotrichum spp.* - Antracnosis

En maracuyá (*Passiflora edulis*) y babaco (*Vasconcellea x pentagona*), la antracnosis es común en condiciones de alta humedad. Provoca

manchas necróticas hundidas en frutos y hojas, afectando la calidad comercial. El control preventivo incluye podas, drenaje y aplicaciones de biofungicidas (Tan et al., 2023).

Las plagas y enfermedades representan una seria amenaza para la fruticultura ecuatoriana. Un manejo integrado, basado en el monitoreo, uso de variedades tolerantes, manejo ecológico del entorno y control biológico, se presenta como una estrategia eficaz para minimizar las pérdidas. La capacitación técnica y la transferencia de conocimientos a pequeños productores son esenciales para aplicar estas prácticas con éxito (Díaz-Montilla & Kondo, 2024; Tan et al., 2023; Viera et al., 2017).

3.2. Control químico vs biológico

En la fruticultura moderna, el control de plagas y enfermedades debe abordarse con estrategias que no solo aseguren la productividad, sino que también minimicen los riesgos sobre la salud humana, el ambiente y los enemigos naturales. En este contexto, los métodos de control químico y control biológico representan dos enfoques contrastantes, cuya selección y aplicación debe responder a criterios técnicos, ecológicos y económicos. Ambos métodos tienen roles distintos dentro del Manejo Integrado de Plagas (MIP), especialmente en frutales tropicales y subtropicales del Ecuador.

3.2.1 Control químico

El control químico se basa en el uso de insecticidas, fungicidas y acaricidas sintéticos que actúan sobre organismos plaga mediante contacto, ingestión o acción sistémica. Aunque proporciona resultados rápidos, su aplicación indiscriminada puede generar resistencia genética, desequilibrios ecológicos y contaminación ambiental.

En frutales como naranjilla y tomate de árbol, el uso de insecticidas como flubendiamida, emamectina benzoato y spinetoram ha sido común para el manejo del gusano perforador *Neoleucinodes elegantalis*. Estos productos actúan sobre canales de calcio y receptores GABA, inhibiendo la contracción muscular de las larvas. Sin embargo, también afectan organismos benéficos como parasitoides y depredadores naturales, alterando el equilibrio del agroecosistema (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

En frutales como pitahaya, maracuyá y guanábana, los agricultores tienden a recurrir a fungicidas sistémicos como azoxistrobina y carbendazim, o insecticidas piretroides, para enfrentar enfermedades fúngicas poscosecha y plagas como cochinillas, ácaros o barrenadores. No obstante, el uso indiscriminado ha provocado resistencia, afectación a organismos benéficos, residuos en los frutos y problemas ambientales (Armenta et al., 2003).

En cultivos como papaya, pitahaya y banano, se ha observado una fuerte dependencia de fungicidas sintéticos para el manejo de enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum spp.*) y pudriciones causadas por *Fusarium spp.* Estos productos, si bien eficaces, presentan el riesgo de dejar residuos en el fruto, afectar la microbiota del suelo y limitar la exportación por restricciones de residuos máximos permitidos (Tan et al., 2023).

Adicionalmente, investigaciones demostraron que insecticidas convencionales aplicados en sistemas de maíz y frutas reducen de manera significativa la abundancia de enemigos naturales, como crisópidos, coccinélidos y parasitoides, alterando el equilibrio ecológico de los agroecosistemas (Armenta et al., 2003)

Estudios internacionales advierten que el uso prolongado de agroquímicos en sistemas tropicales disminuye la abundancia y diversidad de enemigos naturales como crisópidos, taquínidos e himenópteros parasitoides, comprometiendo la capacidad del sistema para autorregularse (Wyckhuys et al., 2024).

3.2.2. Control biológico

El control biológico se fundamenta en el uso de enemigos naturales (parasitoides, depredadores, entomopatógenos y antagonistas microbianos) que permiten reducir las poblaciones de plagas a niveles no económicos, sin generar efectos colaterales negativos sobre el agroecosistema.

En Ecuador, se ha documentado el uso exitoso de parasitoides autóctonos como *Chelonus insularis*, *Trichogramma pretiosum* y *Lixophaga spp.* en el control del gusano perforador *N. elegantalis* en cultivos de naranjilla. Estos organismos se reproducen localmente, son específicos del hospedero y pueden mantenerse en el tiempo sin nuevas liberaciones si se conservan hábitats adecuados (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

En frutales como papaya, maracuyá y banano, los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* han demostrado eficacia en el control de insectos chupadores, como cochinillas y áfidos, así como de larvas de lepidópteros. Estos microorganismos infectan a sus hospedadores mediante contacto directo con esporas y penetración por la cutícula, provocando su muerte en pocos días (Wyckhuys et al., 2024).

El control biológico no se limita al uso de insectos o hongos; también incluye la aplicación de microorganismos antagonistas del suelo, como *Trichoderma spp.* y bacterias PGPR (rizobacterias promotoras del crecimiento), que ayudan a prevenir enfermedades radiculares como la marchitez por *Fusarium* y *Phytophthora*, muy comunes en sistemas frutales intensivos (Wyckhuys et al., 2024).

En sistemas de cacao, la introducción de microorganismos endófitos, especialmente hongos antagonistas, ha demostrado su eficacia en la protección contra insectos vectores y enfermedades radiculares, lo que representa una innovación prometedora para cultivos perennes tropicales (Bateman et al., 2018).

Tabla 2. Comparación técnica entre control químico y biológico en fruticultura tropical

Característica	Control químico	Control biológico
Rapidez de acción	Alta	Moderada a lenta
Especificidad	Baja (puede afectar organismos benéficos)	Alta (específica para la plaga objetivo)
Costo a largo plazo	Alto, por necesidad de aplicaciones repetidas	Menor, una vez establecida la población de controladores
Impacto ambiental	Alto (residuos, resistencia, contaminación)	Bajo (compatible con la biodiversidad)
Uso en agricultura orgánica	Limitado o no permitido	Aprobado y recomendado
Requiere monitoreo técnico	Sí	Sí

Fuente: Elaboración propia a partir de Díaz-Montilla y Kondo (2024); Tan et al. (2023); Wyckhuys et al. (2024).

El uso exclusivo de productos químicos, aunque eficaz a corto plazo, conlleva serias consecuencias ecológicas y económicas. En cambio, el control biológico, al integrarse en un sistema de MIP, ofrece sostenibilidad, reducción de residuos y conservación de la biodiversidad. La fruticultura del Ecuador, por su diversidad ecológica y exigencias de mercado, debe transitar hacia una estrategia integrada donde el control biológico tenga un rol central, complementado con aplicaciones químicas racionales y basadas en monitoreo técnico.

3.3. Introducción al Manejo Integrado de Plagas (MIP)

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) constituye una estrategia agrícola que busca reducir al mínimo el uso de pesticidas químicos, mediante la integración armónica de técnicas de control biológico, cultural, físico y químico, sustentadas en monitoreo constante y conocimiento profundo del agroecosistema. Esta estrategia es esencial en la fruticultura tropical y subtropical, debido a las condiciones ambientales favorables para el desarrollo de plagas y a las exigencias de mercados que demandan frutas libres de residuos químicos.

El MIP promueve el uso racional de prácticas de control para mantener las poblaciones de plagas por debajo del umbral económico de daño, minimizando el impacto ambiental, los riesgos para la salud y la aparición de resistencias en las poblaciones plaga (Byrne et al., 2025).

3.3.1. Fundamentos y Estrategias del MIP

El MIP se fundamenta en los siguientes componentes clave:

- Prevención: mediante prácticas como la selección de material vegetal sano, rotación de cultivos, y eliminación de restos de cosecha.
- Monitoreo: para evaluar la población plaga y tomar decisiones oportunas.
- Determinación de umbrales de daño económico: que justifiquen la intervención.
- Control biológico: con enemigos naturales adaptados al cultivo y al entorno.
- Uso racional de productos químicos: solo cuando sea necesario, con productos selectivos y compatibles con la fauna benéfica.

Un ejemplo concreto es el uso combinado de la Técnica del Insecto Estéril (SIT) y el parasitoide de huevos *Trichogrammatoidea cryptophlebiae* para el manejo de la polilla falsa del fruto (*Thaumatotibia leucotreta*) en cítricos. Estudios han demostrado que los huevos resultantes de cruces entre insectos estériles y fértiles son viables para el parasitismo, lo que permite un efecto sinérgico entre ambas estrategias (Githae et al., 2024).

3.3.2. Control Biológico como Pilar del MIP

El control biológico ha cobrado importancia como componente esencial del MIP. En frutales como el tomate de árbol y la naranjilla (*Solanum betaceum* y *S. quitoense*), el gusano perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*) ha sido manejado mediante la liberación del parasitoide *Lixophaga puscolulo* y otras especies, con resultados significativos en la reducción del daño sin recurrir a insecticidas de alta toxicidad (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

Además, el uso de hongos entomopatógenos como *Metarhizium rileyi* y *Beauveria bassiana* en fruticultura representa una herramienta efectiva para controlar plagas lepidópteras y hemípteras en condiciones de campo, especialmente en ambientes tropicales con alta humedad (Wyckhuys et al., 2024).

3.3.3. Avances Tecnológicos Aplicados al MIP

La adopción de herramientas digitales ha potenciado la eficiencia del MIP. Tecnologías de agricultura de precisión como sensores remotos, drones, vehículos terrestres no tripulados y modelos de predicción alimentados por algoritmos de aprendizaje automático, permiten monitorear enfermedades y plagas en tiempo real, optimizando las intervenciones fitosanitarias en frutales de alto valor comercial como cítricos y manzanos (Yang et al., 2025).

Estas tecnologías permiten aplicar tratamientos específicos solo donde y cuando se necesitan, lo que reduce el uso de insumos, mejora la eficiencia del manejo de plagas y disminuye los riesgos ambientales y económicos (Yang et al., 2025).

3.3.4. Retos y Perspectivas

Aunque el MIP ha demostrado ser eficaz y sostenible, su implementación enfrenta limitaciones. Entre ellas destacan la falta de capacitación técnica, el acceso limitado a biocontroladores en zonas rurales, y la necesidad de políticas públicas que incentiven su adopción a gran escala (Wyckhuys et al., 2024).

No obstante, la creciente demanda global por alimentos libres de pesticidas, junto con los avances tecnológicos y el conocimiento acumulado en biocontrol, ofrecen una oportunidad única para consolidar al MIP como la base de una fruticultura más resiliente, ecológica y económicamente viable.

3.4. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

Las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) son un conjunto de principios técnicos, éticos y ambientales cuyo objetivo es garantizar la sostenibilidad de la producción agrícola, proteger la salud humana, conservar los recursos naturales y asegurar la calidad e inocuidad de los alimentos. En la fruticultura moderna, las BPA son fundamentales para prevenir la incidencia de plagas y enfermedades, facilitar la implementación del Manejo Integrado de Plagas (MIP) y responder a las exigencias de los mercados nacionales e internacionales.

El enfoque de las BPA permite integrar prácticas como el uso racional del agua y agroquímicos, la conservación de enemigos naturales, la protección del suelo y la biodiversidad, promoviendo una agricultura más resiliente y sostenible (Wyckhuys et al., 2024).

3.4.1. Componentes clave de las BPA en frutales

Entre los principales pilares de las BPA aplicadas a frutales tropicales y subtropicales se destacan:

- Selección del terreno y preparación del suelo: un suelo bien drenado y con buena estructura permite reducir la presión de enfermedades radiculares.
- Uso de material vegetal certificado y adaptado: la utilización de plantas sanas y resistentes contribuye a reducir la incidencia de patógenos.
- Manejo del riego y la fertilización: el exceso de nitrógeno favorece el desarrollo de plagas y enfermedades; su aplicación debe estar basada en análisis de suelo y necesidades del cultivo.
- Control de malezas y cobertura vegetal: la gestión de la vegetación espontánea mediante coberturas vivas o mulch puede servir como refugio para enemigos naturales (Wyckhuys et al., 2024).
- Rotación y manejo de residuos vegetales: la eliminación o compostaje controlado de restos de poda y frutos caídos interrumpe ciclos biológicos de plagas como *Neoleucinodes elegantalis* y *Thaumatotibia leucotreta* (Díaz-Montilla & Kondo, 2024; Githae et al., 2024).

3.4.2. BPA como base del control fitosanitario

Las BPA son herramientas preventivas fundamentales para mantener los niveles poblacionales de plagas y enfermedades por debajo del umbral económico de daño. Su aplicación sistemática permite reducir la necesidad de plaguicidas y favorece la acción de controladores biológicos. En cítricos, por ejemplo, la recolección oportuna de frutos dañados, el control del dosel y el uso de setos vivos han sido claves para reducir la incidencia de la polilla falsa del fruto (*T. leucotreta*) (Githae et al., 2024).

En cultivos de frutales andinos como la naranjilla (*Solanum quitoense*), las BPA que incluyen podas dirigidas, manejo de la sombra y recolección frecuente de frutos infestados han sido determinantes en el manejo del gusano perforador del fruto (*N. elegantalis*) (Díaz-Montilla & Kondo, 2024).

Adicionalmente, las BPA permiten evitar la contaminación del suelo y del agua, reducir la exposición del agricultor a plaguicidas tóxicos, y proteger la biodiversidad funcional del agroecosistema (Wyckhuys et al., 2024).

3.4.3. Beneficios integrales de las BPA

Los beneficios de implementar BPA en sistemas frutales son amplios y abarcan aspectos técnicos, económicos, sociales y ambientales:

- Mayor aceptación en mercados de exportación al cumplir con límites máximos de residuos (LMR).
- Reducción del uso de pesticidas, disminuyendo los costos de producción y el impacto ambiental.
- Mejor desempeño del MIP, al favorecer la presencia de enemigos naturales y prácticas de control biológico (Wyckhuys et al., 2024).
- Producción más segura e inocua, que protege al consumidor final y mejora la imagen del productor.
- Conservación del capital natural (suelo, agua, biodiversidad) que sostiene la productividad a largo plazo.

Como afirman Wyckhuys et al. (2024), el éxito del MIP depende no solo de la presencia de enemigos naturales y la disponibilidad de bioinsumos, sino de un entorno agrícola que mantenga su funcionalidad ecológica a través de buenas prácticas agrícolas.

3.5. Reflexión del capítulo

La sanidad vegetal no es solo un componente técnico de la fruticultura, sino un reflejo de la salud del agroecosistema en su conjunto. Este capítulo ha mostrado que la protección fitosanitaria eficaz requiere algo más que aplicar insumos: implica conocer profundamente las dinámicas ecológicas, las especies involucradas y las consecuencias de cada intervención sobre el equilibrio del sistema productivo.

En un país megadiverso como Ecuador, donde conviven frutales andinos, amazónicos y tropicales, el reto no está únicamente en combatir plagas y enfermedades, sino en hacerlo con inteligencia agronómica, conciencia ambiental y responsabilidad social. Estrategias como el Manejo Integrado de

Plagas (MIP), el uso de controladores biológicos y la aplicación sistemática de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) ofrecen una vía clara hacia una fruticultura más resiliente, rentable y sostenible.

Este capítulo también evidencia que la transición hacia sistemas menos dependientes de agroquímicos no es solo una opción técnica, sino una necesidad ética y comercial. Los mercados, los consumidores y los ecosistemas demandan prácticas más limpias y seguras. Formar técnicos y profesionales que comprendan esta visión, que integren la tecnología con la ecología y que respeten el conocimiento local, es fundamental para avanzar hacia un modelo agrícola verdaderamente sostenible.

La sanidad del frutal empieza mucho antes del ataque de una plaga: comienza con decisiones informadas, con prevención, con observación del entorno y con una actitud proactiva frente al manejo del cultivo. Este enfoque, más que una técnica, es una forma de entender y respetar la vida que habita en los huertos frutales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Armenta, R., Martinez, A. M., Chapman, J. W., Magallanes, R., Goulson, D., Caballero, P., Cave, R. D., Cisneros, J., Valle, J., Castillejos, V., & Penagos, D. I. (2003). Impact of a nucleopolyhedrovirus bioinsecticide and selected synthetic insecticides on the abundance of insect natural enemies on maize in southern Mexico. *Journal of Economic Entomology*, 96(3), 649-661. <https://doi.org/10.1093/jee/96.3.649>
- Bateman, M. L., Day, R. K., Luke, B., Edgington, S., Kuhlmann, U., & Cock, M. J. W. (2018). Assessment of potential biopesticide options for managing fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) in Africa. *Journal of Applied Entomology*, 142(9), 805-819. <https://doi.org/10.1111/jen.12565>
- Byrne, J., Lillywhite, R., Creissen, H., Thorne, F., & Walsh, L. (2025). Quantifying integrated pest management adoption in food horticulture. *Crop Protection*, 191, 107165. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2025.107165>
- Díaz-Montilla, A. E., & Kondo, T. (2024). Biological control of *Neoleucinodes elegantalis* (Guenée) (Lepidoptera: Crambidae). *Biological Control*, 199, 105654. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105654>
- Githae, M. M., Coombes, C. A., Mutamiswa, R., Moore, S. D., & Hill, M. P. (2024). Suitability of false codling moth eggs from different sterile to fertile moth ratios in the sterile insect technique programme, to parasitism by *Trichogrammatoidea cryptophlebiae*. *Crop Protection*, 182, 106744. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2024.106744>
- Tan, G. H., Da Costa, P. V., & Ong, C. A. (2023). Major fungal postharvest diseases of papaya: Current and prospective management. *Crop Protection*, 174, 106399. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106399>
- Viera, W., Viera, A., Martínez, A., Jácome, R., Ayala, G., Sotomayor, A., Galarza, D., & Ron, L. (2017). Factors influencing peach farmer income in the province of Tungurahua, Ecuador. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 17(2), 133-141. <https://doi.org/10.7201/earn.2017.02.06>
- Wyckhuys, K. A. G., Akutse, K. S., Amalin, D. M., Araj, S.-E., Barrera, G., Beltran, M. J. B., Ben Fekih, I., Calatayud, P.-A., Cicero, L., Cokola, M. C., Colmenarez, Y. C., ... Hadi, B. A. R. (2024). Global scientific progress and shortfalls in biological control of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda*. *Biological Control*, 191, 105460. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105460>
- Yang, Y., Mali, P., Arthur, L., Wang, M., Wang, Y., & Liu, Y. (2025). Advanced technologies for precision tree fruit disease management: A review. *Computers and Electronics in Agriculture*, 229, 109704. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109704>

Zambrano, A., Castillo, M., Rodríguez, F., Viera, W., & Vega, A. (2022). Phytochemical composition and antioxidant activity of *Passiflora* spp. germplasm grown in Ecuador. *Plants*, 11(15), 1972. <https://doi.org/10.3390/plants11151972>

Capítulo 4

Cultivos Frutales Representativos del Ecuador

El Ecuador, gracias a su ubicación privilegiada en la zona tropical y a su extraordinaria diversidad ecológica, posee un notable potencial para el desarrollo de la fruticultura. Desde la Costa hasta la Sierra y la Amazonía, sus condiciones agroclimáticas favorecen el cultivo de una amplia variedad de especies frutales que no solo enriquecen la dieta nacional, sino que también desempeñan un papel clave en la economía, la cultura y el bienestar social del país.

Este capítulo presenta los cultivos frutales más representativos del Ecuador, seleccionados por su volumen de producción y su importancia en los mercados locales e internacionales. Se examinarán aspectos técnicos y productivos esenciales, como los requerimientos edafoclimáticos, las variedades más utilizadas, los métodos de propagación, las prácticas de manejo agronómico y los principales problemas fitosanitarios.

El propósito de este contenido es ofrecer una base sólida de conocimientos para promover una fruticultura eficiente, sostenible y contextualizada a las distintas regiones del país, contribuyendo así al fortalecimiento del sector frutícola ecuatoriano. Esta recopilación, estructurada como una herramienta de formación académica, está orientada a estudiantes, técnicos y productores, y busca impulsar una gestión agronómica adaptada, responsable y de alto impacto para el desarrollo rural.

Objetivo:

- Conocer el manejo técnico-productivo de los frutales más importantes del Ecuador.

4.1. Ficha Técnica del Cultivo de Banano (*Musa Sp.*)

Figura 1. Planta de banano (*Musa spp.*) con racimo protegido



Ilustración botánica de una planta de banano (*Musa spp.*), mostrando el racimo en etapa de desarrollo cubierto con funda de protección y la inflorescencia colgante. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.1.1. Nombre común y científico

El banano (*Musa sp.*), perteneciente a la familia Musaceae, es una planta herbácea perenne originaria del sureste asiático, domesticada y mejorada en regiones tropicales por su alta adaptabilidad y valor económico (Vargas Céspedes et al., 2017). En Ecuador, las variedades más cultivadas son del subgrupo Cavendish, como 'Gran Enano', 'Valery' y 'Williams', destinadas principalmente a la exportación por su alta productividad y resistencia a enfermedades comunes (INIAP, 2024).

Además del Cavendish, se cultivan otras variedades adaptadas a condiciones locales como 'Barraganete', 'Curaré Enano' y 'Dominico-Hartón', estas últimas pertenecientes al grupo AAB y usadas para consumo local y agroindustria (INIAP, 2024). Estas variedades muestran una mayor rusticidad y tolerancia a suelos marginales, pendientes pronunciadas y climas variables, lo cual las convierte en opciones viables para sistemas diversificados o zonas menos tecnificadas.

4.1.2. Zonas de producción

La producción nacional de banano se concentra en tres provincias de la región Litoral: El Oro, Guayas y Los Ríos, las cuales abarcan cerca del 92% del área cultivada con este frutal (AGROCALIDAD, 2014). Estas zonas cuentan con condiciones agroecológicas idóneas, como clima cálido-húmedo, suelos fértiles y buena infraestructura logística para exportación (INIAP, 2024).

En El Oro predominan las plantaciones tecnificadas con alta densidad de siembra, mientras que en Los Ríos se combinan suelos aluviales de alta fertilidad con desafíos de drenaje. En Manabí y Esmeraldas, donde también se cultiva banano en menor escala, se enfrentan desafíos adicionales por variabilidad climática, suelos menos profundos y limitaciones logísticas (INIAP, 2024).

4.1.3. Requerimientos agroclimáticos

El banano se desarrolla óptimamente en climas tropicales con temperaturas medias anuales de 22 °C. El crecimiento se ve comprometido a temperaturas inferiores a 14 °C o superiores a 38 °C, lo cual puede inducir estrés hídrico, aborto floral y reducción del rendimiento (Vargas Céspedes et al., 2017). Además, requiere suelos bien drenados, con textura franca a franco-arenosa, pH entre 5.5 y 7, y alta disponibilidad de materia orgánica (AGROCALIDAD, 2014). La precipitación debe oscilar entre 1,800 y 2,500 mm anuales, de forma bien distribuida para evitar anoxia o estrés por sequía (INIAP, 2024).

Debido al impacto del cambio climático, se prevén escenarios con mayor frecuencia de lluvias torrenciales, períodos de sequía prolongada y aumento de la temperatura promedio, lo que afectará la fisiología del cultivo, acelerando ciclos o reduciendo la calidad del racimo (INIAP, 2024). Se recomienda como estrategias de adaptación el uso de variedades tolerantes a estrés hídrico o térmico, establecimiento de drenajes subterráneos y reservorios de agua. empleo de coberturas vegetales vivas o muertas para

reducir evaporación. incorporación de prácticas agroecológicas y diversificación productiva para reducir vulnerabilidad (AGROCALIDAD, 2014).

4.1.4. Labores de cultivo

- Siembra y establecimiento: El material de propagación puede incluir cormos seleccionados, hijos de espada o vitroplantas. La densidad de siembra varía entre 1,600 y 2,000 plantas/ha, dependiendo del arreglo espacial, siendo el sistema hexagonal uno de los más recomendados por su eficiencia (Vargas Céspedes et al., 2017). El uso de domos y drenajes es fundamental para evitar acumulación de agua en el sistema radicular (INIAP, 2024).
- Manejo de la planta: La deshoja consiste en la eliminación de hojas secas o enfermas para reducir la presión de patógenos. La deshija regula la sucesión madre-hijo-nieto, seleccionando el mejor brote lateral y eliminando los improductivos. Además, se realizan labores como desmane (eliminación de manos apicales), desflore, desde de y embolsado de racimos para mejorar la calidad del fruto y protegerlo de plagas y daños físicos (Vargas Céspedes et al., 2017; AGROCALIDAD, 2014).
- Fertilización: Se debe basar en análisis foliar y de suelos. El manejo integrado recomienda fraccionar la dosis de fertilizantes (60-120 g/planta), ajustando según la etapa fenológica del cultivo. Se utilizan fertilizantes orgánicos, foliares y granulados (AGROCALIDAD, 2014).
- Control de malezas: La estrategia combinada incluye chapeo mecánico, uso de coberturas vivas (leguminosas o especies endémicas) y aplicación dirigida de herbicidas selectivos. Esto permite conservar humedad, reducir erosión y evitar competencia por nutrientes (Vargas Céspedes et al., 2017).
- Manejo sanitario: incluye rotación, desinfección de herramientas, control biológico (ej. *Trichoderma harzianum*), y aplicación de fungicidas sistémicos y protectores (AGROCALIDAD, 2014; Vargas Céspedes et al., 2017).

4.1.5. Plagas y enfermedades comunes en Ecuador

A. Plagas:

- Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*): ataca el cormo y debilita la planta, reduciendo productividad.
- Cochinilla (*Pseudococcus elisae*): afecta pseudotallos, pinzotes y frutas.
- Escama blanca (*Diaspis boisduvallii*): provoca daños estéticos en los racimos.
- Nematodos fitoparásitos: principalmente *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae*, que deterioran el sistema radicular y reducen absorción de agua y nutrientes (INIAP, 2024).

B. Enfermedades:

- Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*): reduce la fotosíntesis y afecta calidad de fruta.

- Marchitez (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense*): ataca el sistema vascular, especialmente en variedades susceptibles como Gross Michel.
- Pudrición bacteriana (*Erwinia sp.*): causa necrosis del pseudotallo y caída de plantas.

4.1.6. Rendimiento esperado

En Ecuador, el rendimiento promedio nacional es de aproximadamente 1,700 cajas por hectárea al año, lo que equivale a unas 30-35 toneladas métricas. Este valor es inferior al de países como Costa Rica o Colombia, que alcanzan entre 2,200 y 3,000 cajas/ha/año, lo que evidencia oportunidades de mejora mediante manejo técnico adecuado (INIAP, 2024; Vargas Céspedes et al., 2017).

4.1.7. Usos y valor comercial

El banano es el principal producto de exportación agrícola del país. Ecuador lidera el comercio mundial de banano, con más del 25% de participación global. Genera ingresos que superan los 1,900 millones de dólares anuales, y representa una fuente de empleo para miles de familias rurales, especialmente en las zonas costeras (INIAP, 2024; AGROCALIDAD, 2014).

4.2. Ficha Técnica del Cultivo de Plátano (*Musa AAB*)

Figura 2. Planta de plátano verde (*Musa AAB*) con racimo en desarrollo



Ilustración botánica de una planta de plátano verde o de cocción (*Musa AAB*), mostrando hojas, tallo y un racimo en etapa de desarrollo sin funda de protección, acompañado de la inflorescencia colgante. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.2.1. Nombre común y científico

El plátano (*Musa AAB*), perteneciente a la familia Musaceae, es una planta herbácea de reproducción asexual originaria del sudeste asiático, domesticada en África y América, que forma parte esencial de la dieta, cultura y economía ecuatoriana (Díaz Rivera, 2024). Las variedades más comunes en Ecuador incluyen el Barraganete, de alta calidad para exportación, y otras como Curaré enano, Dominico-Hartón, Maqueño y Popocho, utilizadas en mercados nacionales y sistemas agroforestales por su rusticidad y adaptabilidad a condiciones diversas (Fernández et al., 2024). Estas variedades muestran comportamientos agronómicos diferenciados según la zona de cultivo y pueden responder de forma distinta al estrés climático.

4.2.2. Zonas de producción

Las principales provincias productoras de plátano en Ecuador son Los Ríos, Manabí, Esmeraldas, Guayas y Santo Domingo de los Tsáchilas, donde el cultivo se encuentra tanto en monocultivo intensivo como en sistemas agroforestales asociados con cacao, café, cítricos o cultivos anuales (Fernández et al., 2024).

En Los Ríos y Guayas, predomina la tecnificación con fines comerciales; en cambio, en Manabí y Esmeraldas se combina con cultivos tradicionales y prácticas de diversificación, lo cual mejora la resiliencia del sistema productivo. La Costa y la Amazonía ecuatoriana se destacan por su disponibilidad hídrica y temperaturas constantes, aunque presentan desafíos particulares como enfermedades del suelo y exceso de humedad (Díaz Rivera, 2024).

4.2.3. Requerimientos agroclimáticos

El plátano requiere una temperatura óptima entre 26–27 °C, siendo afectado negativamente cuando las temperaturas bajan de 21 °C o suben de 29 °C, lo cual impacta el ciclo de producción y el llenado del racimo (Díaz Rivera, 2024; Fernández et al., 2024). La precipitación necesaria es de entre 1.500 y 2.500 mm anuales, bien distribuidos; sequías prolongadas reducen el crecimiento de la planta y el llenado de los frutos. En cuanto a altitud, el plátano puede cultivarse desde el nivel del mar hasta 1.350 msnm, siendo ideal establecer plantaciones por debajo de los 1.000 msnm (Díaz Rivera, 2024). Respecto al tipo de suelos, el cultivo prefiere suelos francos a franco-arenosos, profundos (más de 1 metro), bien drenados y con un pH óptimo entre 5,5 y 7,5 (Fernández et al., 2024).

El cambio climático representa una amenaza creciente para las zonas productoras de plátano en el Ecuador. Fenómenos extremos como lluvias intensas, olas de calor y sequías prolongadas están generando desbalances fisiológicos que afectan negativamente la floración, el llenado del racimo, la sanidad del cultivo y la vida útil poscosecha. Estos impactos son especialmente evidentes en regiones de la Costa y Amazonía, donde la variabilidad climática compromete el rendimiento y la calidad del fruto. Para enfrentar estos desafíos, se han propuesto estrategias de adaptación como el uso de variedades tolerantes a condiciones marginales (por ejemplo, Curaré enano o Maqueño), la implementación de coberturas vegetales y acolchados orgánicos

para conservar la humedad del suelo, el uso de riego tecnificado por goteo con aplicaciones semanales de 13 a 22 galones por planta en zonas de déficit hídrico, y la promoción de sistemas agroforestales diversificados que atenúen los efectos térmicos extremos. Además, se destaca la necesidad de fortalecer la asistencia técnica y los sistemas de monitoreo climático predial como medidas clave para mejorar la resiliencia de los sistemas de producción platanera en el contexto del cambio climático (Fernández et al., 2024).

4.2.4. Labores de cultivo

- Siembra: La propagación es exclusivamente asexual mediante colinos, cormos o cebollines. Se seleccionan colinos tipo "espada" (de 0,5-1,0 m de altura y 1-2 kg de peso), sanos y vigorosos, desinfectados antes de la siembra (Fernández et al., 2024).
- Densidad de plantación: Entre 1.100 y 1.500 plantas/ha dependiendo del sistema (asociado o monocultivo) (Fernández et al., 2024).
- Sistema de siembra: Preferentemente en tres bolillos para mayor eficiencia de espacio (Fernández et al., 2024).
- Deshije: Se realiza para conservar un sistema "madre-hija-nieta" y evitar competencia de nutrientes (Díaz Rivera, 2024).
- Deshoje: Eliminación mensual de hojas secas o enfermas, especialmente para controlar Sigatoka negra (Fernández et al., 2024).
- Deschante: Retiro de vástagos muertos adheridos al pseudotallo para evitar refugio de plagas como el picudo negro (Díaz Rivera, 2024).
- Fertilización: Debe basarse en análisis de suelos y tejido foliar. Se recomienda aplicar nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, siguiendo una dosificación fraccionada a los 0, 45, 100 y 150 días después de la siembra (Fernández et al., 2024).
- Demanda nutricional estimada: 220 kg/ha de nitrógeno, 440 kg/ha de potasio, y 110 kg/ha de fósforo (Palencia et al., 2006; Fernández et al., 2024).
- Riego: Es indispensable en zonas de baja precipitación. Se recomienda riego por goteo, aplicando 13 a 22 galones de agua por planta semanalmente en zonas secas (Díaz Rivera, 2024).

4.2.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Picudo negro (*Cosmopolites sordidus*): Ataca el cormo, provocando daños severos y pérdida de productividad. Se controla mediante colinos sanos, trampas y uso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* (Fernández et al., 2024).
- Nematodos (varias especies): Daños al sistema radicular, provocan enanismo y volcamiento. Se manejan con desinfección

de material de siembra y aplicaciones de materia orgánica (Fernández et al., 2024).

B. Enfermedades

- Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*): Causa necrosis foliar, afecta el llenado de frutos. Controlada mediante deshoje fitosanitario, fertilización balanceada y bioestimulantes (Espinoza et al., 2003).
- Marchitez por Fusarium (*Fusarium oxysporum f.sp. cubense* R4T): Letal para el cultivo. Se manejan medidas de exclusión, uso de material sano y bioestimulación del suelo (Dita et al., 2018).
- Bacteriosis (*Ralstonia solanacearum*): Ocasiona marchitez y pudrición interna. Se recomienda la erradicación inmediata de plantas afectadas (Smith, 1993).
- Virosis (CMV y BSV): Provocan deformaciones foliares y reducción del rendimiento. Su manejo incluye control de vectores y uso de material libre de virus (Lockhart y Olszewski, 1993).

4.2.6. Rendimiento esperado

En condiciones óptimas de manejo en Ecuador, el plátano puede rendir entre 5 a 10 toneladas/ha/año (Fernández et al., 2024). Este rendimiento puede variar según manejo agronómico, condiciones edafoclimáticas y presencia de plagas y enfermedades.

4.2.7. Usos y valor comercial

El plátano tiene un altísimo valor comercial en Ecuador, tanto para consumo interno (como tostones, maduros, hervidos) como para exportación en su variedad Barraganete. Además, tiene aplicaciones industriales para la producción de harinas, chips, y derivados alimenticios (Fernández et al., 2024; Díaz Rivera, 2024).

4.3. Ficha Técnica del Cultivo de Mango (*Mangifera indica* L.)

Figura 3. Cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) con frutos en desarrollo



Ilustración botánica de un árbol de mango (*Mangifera indica* L.), mostrando hojas, ramas y frutos en etapa de desarrollo. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.3.1. Nombre común y científico

El mango, cuyo nombre científico es *Mangifera indica* L., pertenece a la familia Anacardiaceae. Es originario de la región comprendida entre India y Myanmar, donde todavía existen poblaciones silvestres. Esta fruta tropical ha sido cultivada por más de 6.000 años y actualmente es uno de los frutales más valorados a nivel mundial por su sabor, versatilidad en el mercado y beneficios nutricionales (Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

4.3.2. Zonas de producción

En Ecuador, las principales zonas productoras se ubican en la Costa, especialmente en las provincias de Guayas (Daule, Samborondón, Naranjal), Manabí (Chone, Portoviejo) y Los Ríos (Vinces, Babahoyo). Estas regiones ofrecen condiciones agroclimáticas idóneas, como suelos profundos y bien drenados, así como una marcada estación seca que favorece la floración y maduración de los frutos. El cultivo se realiza principalmente en sistemas de riego tecnificado o secano mejorado, con orientación tanto al mercado nacional como a la exportación, principalmente hacia EE.UU. y la Unión Europea (Vizcaíno Cabezas et al., 2014; Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

4.3.3. Requerimientos agroclimáticos

El mango requiere temperaturas medias anuales de entre 22 °C y 27 °C. Temperaturas inferiores a 15 °C afectan negativamente su crecimiento y floración, mientras que temperaturas nocturnas frescas (12-20 °C) favorecen una mejor coloración de los frutos (Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024). Necesita entre 700 y 1.500 mm de precipitación anual, idealmente con una estación seca de cuatro a seis meses para inducir la floración (Pedrera et al., 2002). Los suelos deben ser de textura limosa, profundos (mínimo 1 m), bien drenados, y con pH de entre 5,5 y 7,0 (Vizcaíno Cabezas et al., 2014; Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

Las alteraciones climáticas recientes, como períodos de lluvia prolongados o incrementos de temperatura fuera de los rangos óptimos, han causado problemas de floración errática, aumento de enfermedades fúngicas como antracnosis, y reducción del calibre de frutos. Entre las estrategias de adaptación sugeridas están: uso de variedades más tolerantes al estrés hídrico y térmico, modificación de fechas de poda y fertilización para sincronizar con condiciones climáticas locales, instalación de riego por goteo, y el uso de bioestimulantes para mejorar la resiliencia de las plantas (Vizcaíno Cabezas et al., 2014; Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

4.3.4. Labores de cultivo

- Siembra: La siembra se realiza en hoyos de 60 × 60 × 60 cm, incorporando materia orgánica bien descompuesta en el fondo. Se recomienda realizar la plantación en sistemas de marco cuadrado o tresbolillo, con distancias que varían de 9 × 9 m hasta 12 × 12 m, dependiendo de la variedad y las condiciones de manejo (Pedrera et al., 2002; Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

- **Trasplante:** El trasplante de plántulas injertadas se efectúa preferentemente al inicio de la temporada de lluvias para asegurar un mejor establecimiento. Se debe evitar dañar las raíces al momento de sembrar y asegurar un buen contacto entre el sustrato y las raíces (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Poda:** Incluye varias fases: Poda de formación, que va desde temprana edad para formar una copa adecuada que facilite la cosecha y la exposición al sol. Poda de mantenimiento, enfocada a la eliminación de ramas secas, enfermas o mal ubicadas para favorecer la aireación y entrada de luz. Y poda de rejuvenecimiento, realizada en árboles adultos para renovar la capacidad productiva (Clavijo, 2016).
- **Fertilización:** Basada en análisis de suelo y foliar. Se prioriza el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. El nitrógeno se aplica al inicio de la época lluviosa en suelos de secano. Bajo riego, se fracciona la dosis en varias aplicaciones para estimular floración y fructificación (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Manejo de malezas:** Se debe realizar control manual, mecánico o químico (según sistema de producción) para evitar competencia por agua y nutrientes y reducir el riesgo de plagas y enfermedades (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Inducción floral:** En zonas tropicales, puede aplicarse nitrato de potasio (2-4%) para estimular y uniformizar la floración en variedades menos adaptadas a esas condiciones (Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

4.3.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- **Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*):** Causa perforaciones en el fruto, afectando su calidad y comercialización. Se maneja mediante trampas cebadas, recolección de frutos caídos y aplicaciones de cebos proteicos (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Trips (*Frankliniella spp.*):** Dañan flores y frutos jóvenes, provocando cicatrices y deformaciones. El control incluye manejo de coberturas y aplicaciones de insecticidas selectivos cuando se superan los umbrales económicos (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Ácaros (*Tetranychus spp.*):** Se alimentan de la savia foliar, reduciendo la fotosíntesis. Su proliferación se asocia a climas secos. Se recomienda la aplicación de acaricidas y el control biológico mediante enemigos naturales (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- **Hormigas zompopas:** Cortan brotes y flores, reduciendo el potencial productivo. Se maneja mediante control mecánico (eliminación de nidos) y aplicaciones de cebos tóxicos autorizados (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).

B. Enfermedades

- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): Provoca manchas oscuras en hojas, flores y frutos, afectando la calidad comercial. El control incluye podas sanitarias, manejo de humedad y aplicaciones preventivas de fungicidas (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- Fumagina (*Capnodium spp.*): Crece sobre las secreciones azucaradas producidas por insectos chupadores, cubriendo hojas y frutos con un moho negro que reduce la fotosíntesis y la calidad del fruto. Se controla gestionando las plagas asociadas (trips, moscas blancas) y mediante aplicaciones de detergentes agrícolas (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).
- Malformación del mango: Anomalía causada por factores fisiológicos y la acción del hongo *Fusarium mangiferae*, que produce deformaciones en brotes y flores. Su manejo incluye la eliminación de brotes afectados y el uso de material de siembra sano (Vizcaíno Cabezas et al., 2014).

4.3.6. Rendimiento esperado

Con un manejo técnico adecuado, las plantaciones de mango en Ecuador pueden alcanzar rendimientos de 15 a 25 toneladas métricas por hectárea por año, variando según la variedad, las prácticas agronómicas y las condiciones ambientales (Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024; Vizcaíno Cabezas et al., 2014).

4.3.7. Usos y valor comercial

El mango es altamente valorado por su consumo en fresco y su transformación industrial en jugos, néctares, pulpas, frutas deshidratadas, mermeladas, jaleas y helados. La exportación de mango ecuatoriano, principalmente hacia Estados Unidos y Europa, representa una fuente importante de divisas para el sector agrícola del país (Carchi Ramírez y Cedeño Vera, 2024).

4.4. Ficha Técnica del Cultivo de Papaya (*Carica papaya L.*)

Figura 4. Cultivo de papaya (*Carica papaya L.*) con frutos en desarrollo



Ilustración botánica de una planta de papaya (*Carica papaya L.*), mostrando hojas palmeadas, tallo único, sistema radicular y un racimo de frutos en distintas etapas de maduración. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.4.1. Nombre común y científico

La papaya, cuyo nombre científico es *Carica papaya* L., pertenece a la familia Caricaceae. Es originaria de Mesoamérica, especialmente de las regiones tropicales de América Central y el sur de México. A lo largo de los siglos, su cultivo se ha expandido ampliamente en las zonas tropicales y subtropicales del mundo debido a su rápido crecimiento, alta productividad y gran valor nutricional (PNUD-Cuba, 2020). Es una especie de ciclo corto, no leñosa, dioica o hermafrodita, cuya producción está destinada principalmente al consumo fresco y a la industria de alimentos procesados y nutracéuticos.

4.4.2. Zonas de producción

En Ecuador, la papaya se cultiva de forma intensiva en Guayas, Manabí, Los Ríos, El Oro y Esmeraldas, donde el clima cálido y húmedo favorece su desarrollo. En estas provincias se produce en sistemas comerciales de monocultivo y también en sistemas agroforestales diversificados, especialmente en zonas amazónicas como Sucumbíos y Orellana (Villavicencio y Vásquez, 2008). Una limitante común es la saturación del suelo por lluvias intensas, lo cual exige mejorar las prácticas de drenaje y el uso de camas elevadas en zonas vulnerables (AGROCALIDAD, 2015).

4.4.3. Requerimientos agroclimáticos

La papaya crece de manera óptima en climas cálidos, con temperaturas medias entre 21 °C y 33 °C, idealmente alrededor de 25 °C. Temperaturas inferiores a 16 °C afectan la floración y producción de frutos (PNUD-Cuba, 2020). Requiere precipitaciones anuales entre 1.500 y 1.800 mm, preferiblemente bien distribuidas. En caso contrario, es esencial utilizar riego suplementario, preferiblemente por goteo para evitar saturación del suelo (Chemonics International Inc., 2009; Villavicencio y Vásquez, 2008). El suelo debe ser franco o franco-arenoso, profundo (mínimo 1 metro), bien drenado, con un pH entre 6,0 y 7,0. La papaya es muy sensible al anegamiento, por lo que se deben evitar terrenos con problemas de drenaje (AGROCALIDAD, 2015).

En Ecuador se ha observado un aumento de la incidencia de enfermedades fúngicas como antracnosis y pudrición de raíz, debido al incremento en lluvias torrenciales y eventos de corriente de El Niño debido al impacto del cambio climático. Como respuesta, se promueve el uso de cultivares tolerantes, drenaje subterráneo, rotación con cultivos no hospederos y biofertilización para mejorar la resistencia del sistema radicular (AGROCALIDAD, 2015; Chemonics International Inc., 2009).

4.4.4. Labores de cultivo

- Preparación del terreno: Antes de la siembra, el terreno debe estar nivelado y con buen drenaje. Se recomienda realizar subsolado y rastra para mejorar la estructura del suelo (Villavicencio y Vásquez, 2008).
- Siembra: La papaya puede establecerse mediante siembra directa o trasplante de plántulas. Se recomienda un

distanciamiento de 2,20 m x 2,25 m, alcanzando aproximadamente 2.058 plantas por hectárea (Chemonics International Inc., 2009). La siembra debe planificarse al inicio de la temporada de lluvias para aprovechar la disponibilidad natural de agua.

- Trasplante: Las plántulas deben trasplantarse cuando tienen 20 a 30 cm de altura y al menos cuatro hojas verdaderas. Es fundamental evitar el daño de la raíz principal para no afectar el crecimiento de la planta (Chemonics International Inc., 2009).
- Poda: Se eliminan brotes laterales para concentrar el crecimiento en un solo tallo principal. También se recomienda eliminar frutos deformes y flores dañadas para optimizar la energía de la planta (Villavicencio y Vásquez, 2008).
- Fertilización: Se debe realizar un programa de fertirrigación semanal, aplicando nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, además de aplicaciones foliares para corregir deficiencias de micronutrientes como boro (PNUD-Cuba, 2020; Villavicencio y Vásquez, 2008).
- Control de malezas: Se puede utilizar mulch plástico para reducir la competencia por agua y nutrientes. En cultivos sin mulch, se debe realizar deshierba manual o control químico selectivo (AGROCALIDAD, 2015).

4.4.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Salta hojas (*Empoasca papayae* y *E. stevensi*): Provocan deformaciones, clorosis y caída de hojas, afectando el cuajado de frutos. El control se basa en el control de malezas y aplicaciones de insecticidas sistémicos como dimetoato o malatión (Chemonics International Inc., 2009).
- Ácaro araña roja (*Tetranychus* spp.): Se presenta principalmente en épocas secas. Ocasiona manchas amarillas, necrosis foliar y daños en frutos, afectando la calidad comercial. Se recomienda el uso de abamectina o azufre micronizado (Chemonics International Inc., 2009).
- Mosca blanca (*Trialeurodes variabilis*): Promueve la fumagina sobre hojas y frutos, reduciendo la fotosíntesis. El manejo incluye control biológico y aplicaciones de malatión o insecticidas específicos (PNUD-Cuba, 2020).
- Áfidos (*Aphis gossypii* y *Myzus persicae*): Son vectores del virus de la mancha anular. El control debe ser preventivo mediante inspección constante y control químico focalizado (AGROCALIDAD, 2015).
- Mosca de la papaya (*Toxotrypana curvicauda*): Causa caída prematura de frutos mediante la oviposición en ellos. Se recomienda monitoreo y trampeo masivo (PNUD-Cuba, 2020).

B. Enfermedades

- Virus de la Mancha Anular (*Papaya Ringspot Virus*): Produce síntomas de mosaico, anillos necróticos en hojas y frutos deformes, afectando gravemente el rendimiento. El control incluye uso de material sano y eliminación de plantas infectadas (PNUD-Cuba, 2020).
- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): Enfermedad de alta incidencia en épocas lluviosas, que afecta hojas, tallos y frutos. Se controla mediante podas sanitarias y aplicación de fungicidas protectores (Chemonics International Inc., 2009; Villavicencio y Vásquez, 2008).
- Pudrición del tallo y raíces: (*Phytophthora spp.*), debilitando la planta hasta provocar su muerte. Se debe mejorar el drenaje y realizar aplicaciones preventivas de fungicidas sistémicos (PNUD-Cuba, 2020).
- Bunchy Top: Malformación de la planta asociada a infecciones de fitoplasmas. Provoca acortamiento de entrenudos y reducción de la producción. Se recomienda eliminar plantas afectadas para evitar la diseminación (Chemonics International Inc., 2009).

4.4.6. Rendimiento esperado

En condiciones óptimas de manejo, el cultivo de papaya puede rendir entre 80 y 120 toneladas por hectárea por ciclo productivo. El inicio de la cosecha se da alrededor de los 7 a 8 meses después de la siembra, con un pico de producción entre los 11 y 16 meses (Chemonics International Inc., 2009; Villavicencio y Vásquez, 2008).

4.4.7. Usos y valor comercial

La papaya se destina principalmente al consumo fresco, valorada por su alto contenido de vitamina C, provitamina A, potasio, fibra dietética y la enzima digestiva papaína. También se emplea en la industria alimentaria para la elaboración de jugos, néctares y frutas deshidratadas, y en la industria farmacéutica y cosmética por la extracción de papaína. Ecuador destina parte de su producción de papaya a mercados internacionales como Estados Unidos y Europa (PNUD-Cuba, 2020; AGROCALIDAD, 2015; Villavicencio y Vásquez, 2008).

4.5. Ficha Técnica del Cultivo de Piña (*Ananas Comosus* (L.) Merr.)

Figura 5. Cultivo de piña (*Ananas comosus* L.) con fruto en desarrollo

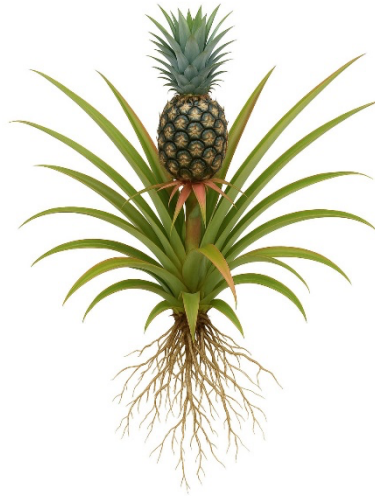


Ilustración botánica de una planta de piña (*Ananas comosus* L.), mostrando hojas en roseta, sistema radicular fibroso y un fruto en etapa de desarrollo con su corona apical característica. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.5.1. Nombre común y científico

La piña, cuyo nombre científico es *Ananas comosus* (L.) Merr., es una planta tropical herbácea perenne que pertenece a la familia Bromeliaceae. Originaria de América del Sur, ha sido domesticada desde tiempos precolombinos y actualmente se cultiva ampliamente en zonas tropicales y subtropicales del mundo. Su importancia radica en su alto valor nutricional, sensorial y funcional, así como en su demanda tanto para consumo fresco como para la agroindustria. En Ecuador, el cultivo de piña ha cobrado gran relevancia por su dinamismo comercial, destacando especialmente la variedad MD2, reconocida por su sabor, firmeza, dulzor y vida poscosecha (AGROCALIDAD, 2012; FAO, 2023).

4.5.2. Zonas de producción

En Ecuador, las principales provincias productoras de piña son Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Los Ríos, Manabí, Esmeraldas y El Oro. El mayor volumen de producción se concentra en Santo Domingo, debido a sus condiciones agroecológicas favorables y a la consolidación de cadenas de comercialización interna y de exportación. La producción es desarrollada tanto por pequeños productores como por medianos y grandes agroempresarios, con creciente orientación hacia la tecnificación y la certificación de Buenas Prácticas Agrícolas (AGROCALIDAD, 2012; FAO, 2023).

4.5.3. Requerimientos agroclimáticos

La piña crece de forma óptima en climas tropicales con temperaturas medias entre 20 °C y 30 °C, siendo el rango ideal de 23 a 24 °C. Temperaturas inferiores a 16 °C detienen su desarrollo y superiores a 30 °C afectan su

fisiología, reduciendo rendimiento y calidad (Neild & Boshell, 1987, citado en AGROCALIDAD, 2012). El cultivo se adapta a altitudes de 350 a 800 msnm. Requiere una precipitación anual entre 1.000 y 1.500 mm, con distribución regular. En zonas con déficit, es indispensable implementar riego, especialmente en etapas iniciales del cultivo (FAO, 2023). Se recomienda sembrar en suelos franco-arenosos, de pH entre 4,5 y 5,5, con buena aireación, drenaje y profundidad mínima de 20 cm. La presencia de suelos compactados o encharcados afecta negativamente el desarrollo radicular y favorece enfermedades (AGROCALIDAD, 2012).

Las alteraciones en los patrones climáticos, como el incremento de temperaturas extremas, la mayor variabilidad en la precipitación y la recurrencia de eventos climáticos intensos (lluvias torrenciales o sequías prolongadas), representan riesgos emergentes para la producción de piña en Ecuador. El estrés hídrico prolongado afecta el crecimiento vegetativo y el tamaño del fruto, mientras que el exceso de humedad favorece enfermedades como la pudrición del corazón y del tallo. Además, el aumento en la temperatura acelera el ciclo del cultivo, disminuyendo el contenido de sólidos solubles y afectando la calidad poscosecha (AGROCALIDAD, 2012). Frente a ello, se recomienda implementar estrategias de adaptación climática, como el uso de coberturas vegetales, riego tecnificado, drenajes mejorados y selección de materiales más resistentes al estrés térmico y a enfermedades radiculares (FAO, 2023).

4.5.4. Labores de cultivo

- Preparación del terreno: El terreno debe ser descompactado mediante subsolado y rastreado para favorecer la aireación del suelo. Se construyen camas elevadas de aproximadamente 60 cm de ancho y 30 cm de alto, con canales de drenaje secundarios y terciarios, especialmente en zonas con pendientes. Es importante mantener la cobertura vegetal para reducir la erosión hídrica (AGROCALIDAD, 2012; FAO, 2023).
- Siembra: Se utiliza material vegetativo tipo puyón, previamente clasificado por tamaño (350–750 g) y desinfectado por inmersión. Se recomienda una densidad de siembra de 60.000 a 65.000 plantas/ha, con espaciamiento entre 28 y 32 cm según variedad y manejo. Se prioriza el uso de lotes uniformes, con etiquetas que permitan trazabilidad (AGROCALIDAD, 2012).
- Fertilización: El cultivo demanda altos niveles de nitrógeno, potasio y magnesio. En un plan convencional, se aplican aproximadamente 900 kg/ha de urea, 1.100 kg/ha de cloruro de potasio y 300 kg/ha de sulfato de magnesio. Las aplicaciones se fraccionan durante el ciclo y se complementan con fertilización foliar cada 15 a 30 días hasta la etapa de fructificación (AGROCALIDAD, 2012).
- Inducción floral y cosecha: La inducción floral se realiza entre las semanas 32 y 37 con etefón líquido o etileno gaseoso más carbón activado. La planta debe pesar entre 1,8 y 2,5 kg. La cosecha se

realiza entre 22 y 24 semanas después de la inducción, evaluando parámetros como grados Brix (mayor a 12), firmeza, color y traslucidez. Se recomienda aplicar reguladores de crecimiento días antes de la cosecha para uniformar la madurez (AGROCALIDAD, 2012; FAO, 2023).

- El Manejo Integrado de Plagas (MIP): se basa en la prevención, el monitoreo con umbrales de acción y el uso racional de agroquímicos (AGROCALIDAD, 2012).

4.5.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Cochinilla (*Dysmicoccus brevipes*): ocasiona deformaciones en frutos y daños en el tallo. Su control implica manejo de malezas, control biológico y uso de productos específicos (AGROCALIDAD, 2012).
- Sinfílicos (*Scutigerella spp.*): atacan raíces y retrasan el crecimiento. El umbral de intervención es 0,3 individuos por planta (AGROCALIDAD, 2012).
- Gallina ciega y barrenadores: afectan tallo y raíces; se controlan mediante cebos localizados y tratamientos al suelo (FAO, 2023).
- Hormigas y moluscos: pueden diseminar cochinillas y provocar daño mecánico; se emplean trampas, barreras y monitoreo constante (AGROCALIDAD, 2012).
- **Enfermedades**
- Pudrición basal o del corazón: causada por hongos como *Phytophthora spp.* o *Fusarium spp.*. Se recomienda evitar exceso de humedad y mejorar drenaje (AGROCALIDAD, 2012).
- Bacteriosis: se manifiesta con exudados en la base del tallo. La prevención incluye uso de material sano y herramientas desinfectadas (AGROCALIDAD, 2012).
- Manchas foliares: aparecen en climas húmedos prolongados y se controlan con prácticas culturales y fungicidas registrados (FAO, 2023).

4.5.6. Rendimiento esperado

El rendimiento del cultivo de piña en Ecuador se estima entre 80 y 100 toneladas por hectárea por ciclo completo, dependiendo del nivel tecnológico, variedad utilizada, condiciones edafoclimáticas y prácticas de manejo. Con asistencia técnica adecuada y planificación eficiente, los rendimientos pueden mantenerse estables y competitivos para el mercado de exportación (FAO, 2023; AGROCALIDAD, 2012).

4.5.7. Usos y valor comercial

La piña se comercializa principalmente como fruta fresca, aunque también tiene fuerte demanda en la agroindustria para jugos, néctares, pulpas, frutas deshidratadas y conservas. La variedad MD2 es especialmente apreciada por su dulzura, baja acidez, buena firmeza y larga vida poscosecha. Ecuador exporta a mercados como Estados Unidos y la Unión Europea, cumpliendo con

estándares de calidad, trazabilidad y Buenas Prácticas Agrícolas (FAO, 2023; AGROCALIDAD, 2012).

4.6. Ficha Técnica del Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *Flavicarpa*)

Figura 6. Cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en sistema de espaldera



Ilustración botánica de una planta de maracuyá (*Passiflora edulis*), mostrando la enredadera trepadora con hojas trilobuladas, flores moradas y blancas características, frutos en diferentes etapas de desarrollo colgando de la planta. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.6.1. Nombre común y científico

La maracuyá, también conocido como fruta de la pasión o parchita, pertenece a la especie *Passiflora edulis* f. *flavicarpa*, de la familia Passifloraceae. Esta planta trepadora, originaria de la región amazónica de Brasil, fue introducida en Ecuador a mediados del siglo XX, adaptándose rápidamente a las condiciones tropicales del país. Su valor reside en su alto contenido de jugo aromático, excelente para la industria de alimentos y bebidas, lo que ha impulsado su expansión como cultivo de exportación (Cañizares y Jaramillo, 2015).

4.6.2. Zonas de producción

En Ecuador, el maracuyá se cultiva principalmente en las provincias de Los Ríos, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Esmeraldas, Guayas y El Oro, ubicadas en la región Costa. Estas zonas presentan condiciones agroclimáticas ideales y acceso logístico a centros de procesamiento y comercialización, lo que favorece la competitividad del cultivo (Cañizares y Jaramillo, 2015; Valarezo et al., 2014).

4.6.3. Requerimientos agroclimáticos

El cultivo de maracuyá se adapta bien desde el nivel del mar hasta los 1.300 msnm, aunque su desarrollo óptimo se da entre 24 °C y 28 °C. Requiere al menos 5 horas diarias de radiación solar para alcanzar una adecuada floración

y formación de frutos. La humedad relativa alta mejora el llenado de pulpa y contenido de jugo. El rango ideal de precipitación anual es de 800 a 1.500 mm, distribuidos a lo largo del año; sin embargo, tolera el riego suplementario en períodos secos. En cuanto a suelos, prefiere textura franca, buen drenaje, pH entre 5,5 y 7,0, sin problemas de salinidad ni encharcamiento, ya que estas condiciones favorecen el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes (Cañizares y Jaramillo, 2015; Valarezo et al., 2014).

La maracuyá es vulnerable a variaciones climáticas extremas como sequías prolongadas, altas temperaturas sostenidas y lluvias intensas. Estos eventos pueden alterar la floración, reducir el cuajado, provocar caída de frutos o intensificar la presencia de enfermedades fúngicas y bacterianas. Por ello, es fundamental implementar sistemas de riego eficiente, drenaje superficial y subterráneo, podas sanitarias oportunas y monitoreo agroclimático para mitigar los impactos del cambio climático en este cultivo (Cañizares y Jaramillo, 2015).

4.6.4. Labores de cultivo

- El establecimiento del cultivo: se realiza con plántulas sanas de 15 a 20 cm de altura, en marcos de plantación que varían entre 2,5 a 4 m entre plantas y 3 a 3,5 m entre hileras, dependiendo del sistema de conducción. Se utilizan espalderas verticales o en forma de "T" para facilitar el guiado y la recolección del fruto.
- Las podas se clasifican en: Poda de formación, que incluye el deschuponado y guiado de la planta hacia el alambre superior; Poda de limpieza, que consiste en eliminar ramas secas, enfermas o entrecruzadas; y Poda de renovación, que se aplica para estimular nuevas guías fructíferas luego del agotamiento productivo.
- La fertilización: debe programarse con base en análisis de suelos, iniciando con aplicaciones balanceadas (ej. 15-15-15) y luego adaptándose a la demanda del cultivo, priorizando nitrógeno, fósforo y potasio, además de calcio y magnesio para mejorar calidad y vida útil del fruto (Cañizares y Jaramillo, 2015; Valarezo et al., 2014).
- Manejo integrado: incluye prácticas culturales (poda, desinfección, control de malezas), control biológico y químico, rotación de ingredientes activos y monitoreo fitosanitario regular (Valarezo et al., 2014; Cañizares y Jaramillo, 2015).

4.6.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Gusano desfoliador (*Dione juno juno*): provoca pérdida de área foliar, afectando la fotosíntesis.
- Chinche patas de hoja (*Leptoglossus zonatus*): causa perforaciones en frutos y caída prematura.
- Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*): oviposita en el fruto, causando daños en la pulpa y pudrición.

- Pulgones (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae*): succionan savia y transmiten virus.
- Ácaros (*Tetranychus spp.*, *Polyphagotarsonemus spp.*): provocan deformación de brotes y clorosis foliar (Cañizares y Jaramillo, 2015).

B. Enfermedades

- Muerte regresiva (*Lasiodyplodia theobromae*): secamiento de ramas desde el ápice hacia abajo.
- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): lesiones en hojas, tallos y frutos, especialmente en épocas húmedas.
- Pudrición seca de raíz (*Fusarium oxysporum f. sp. passiflorae*): marchitez súbita y muerte de plantas.
- Manchas foliares: *Alternaria passiflorae*, *Septoria passiflorae*.
- Verrugosis (*Cladosporium herbarum*): deformaciones rugosas en fruto.
- Bacteriosis (*Xanthomonas campestris pv. passiflorae*): exudado gomoso en tallos.
- Virosis: como el Virus del endurecimiento leñoso del maracuyá (VEFM) y el Virus del mosaico del pepino (VMP).

4.6.6. Rendimiento esperado

En condiciones óptimas de manejo, el cultivo de maracuyá puede alcanzar rendimientos de entre 12 y 20 toneladas por hectárea al año. La floración comienza alrededor del sexto mes después de la siembra, y la primera cosecha se da entre los 8 y 10 meses. El ciclo productivo puede extenderse de 2 a 3 años, según las condiciones del suelo, clima y labores culturales aplicadas (Cañizares y Jaramillo, 2015; Valarezo et al., 2014).

4.6.7. Usos y valor comercial

El maracuyá es apreciado por su sabor ácido-aromático y alto contenido de jugo, destinado principalmente a la industria de jugos, concentrados, néctares, mermeladas, helados y otros derivados. También se utiliza en la industria farmacéutica y cosmética por sus propiedades relajantes y antioxidantes. Ecuador es uno de los principales exportadores mundiales de pulpa de maracuyá, enviando su producción a mercados como Países Bajos, Estados Unidos, Australia y Colombia, con más del 95 % de la producción destinada a la agroindustria (Cañizares y Jaramillo, 2015).

4.7. Ficha Técnica Cultivo de Cítricos (Naranja, mandarina y limón - *Citrus spp.*)

Figura 7. Cultivo de cítricos (*Citrus spp.*) con frutos en desarrollo



Ilustración botánica de un árbol de cítricos (*Citrus spp.*), mostrando copa densa, hojas perennes de color verde brillante y frutos en etapa de maduración distribuidos en toda la planta, algunos caídos alrededor del suelo. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.7.1. Nombre común y científico

Los cítricos comprenden diversas especies del género *Citrus*, entre ellas la naranja (*Citrus sinensis*), la mandarina (*Citrus reticulata*) y el limón (*Citrus limon* y *Citrus latifolia*), todas pertenecientes a la familia Rutaceae. Se trata de árboles frutales perennes de gran longevidad, porte mediano y follaje persistente, ampliamente cultivados en regiones tropicales y subtropicales por su alto valor nutricional, comercial y agroindustrial. En Ecuador, estas especies son fundamentales en la dieta local y en el desarrollo económico de zonas rurales, donde se integran tanto en sistemas tecnificados como en huertos familiares (Valarezo C. et al., 2014; González y Tullo, 2019).

4.7.2. Zonas de producción

En Ecuador, la producción citrícola se localiza principalmente en la región Costa, en provincias como Guayas, Los Ríos, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro y Esmeraldas, donde se combinan condiciones climáticas ideales con infraestructura básica de comercialización. También existen zonas de producción emergente en la región Amazónica (Morona Santiago, Sucumbíos), donde se ha fomentado el cultivo como estrategia de diversificación agrícola (Valarezo C. et al., 2014). El limón sutil tiene mayor vinculación con mercados de exportación, mientras que mandarina y naranja se cultivan para mercados locales, escolares y agroindustriales (UTEPI, 2006).

4.7.3. Requerimientos agroclimáticos

Los cítricos requieren climas cálido-húmedos con temperaturas medias entre 22 y 30 °C, sin grandes fluctuaciones. No toleran heladas, y son sensibles a suelos encharcados y vientos fuertes. La precipitación óptima oscila entre 1.000 y 2.000 mm anuales, con distribución regular, aunque los árboles resisten períodos secos si se emplea riego por goteo o microaspersión (González y Tullo, 2019). El rango altitudinal adecuado es de 0 a 1.200 msnm, con mejor comportamiento bajo los 800 msnm. Los suelos ideales deben ser francos a franco-arenosos, bien drenados, con pH entre 5,5 y 6,5, ricos en materia orgánica y sin capas compactadas. En suelos marginales, se recomienda incorporar enmiendas y abonos orgánicos para mejorar su estructura (Valarezo C. et al., 2014).

El cambio climático se ha convertido en un factor crítico que influye en la estabilidad de los sistemas citrícolas. Las variaciones en temperatura, régimen hídrico y humedad relativa tienen efectos directos sobre la floración, el cuajado de frutos y la aparición de enfermedades en cítricos. Se ha observado que el exceso de humedad, asociado a lluvias intensas, puede aumentar la incidencia de enfermedades como la gomosis (*Phytophthora spp.*) y el cancro cítrico (*Xanthomonas citri*), mientras que las altas temperaturas y períodos secos reducen la formación de azúcares en el fruto y provocan estrés fisiológico en los árboles. Para contrarrestar estos efectos, se promueve el uso de portainjertos tolerantes a suelos encharcados o pobres en materia orgánica, como Citrumelo Swingle o Volkameriana, que favorecen la adaptación en zonas marginales. Asimismo, se recomienda el establecimiento de riego tecnificado (por goteo o microaspersión) como medida de mitigación frente a períodos secos, así como la implementación de cobertura vegetal o acolchados para conservar la humedad del suelo y reducir la erosión. Desde el punto de vista fitosanitario, el cambio climático obliga a reforzar las estrategias preventivas del Manejo Integrado de Plagas (MIP), priorizando el monitoreo constante, las podas sanitarias y la rotación de productos registrados, especialmente en sistemas de producción intensiva. Estas prácticas, combinadas con la fertilización racional basada en análisis de suelo y diagnóstico foliar, forman parte de un enfoque integral para sostener la productividad cítrica en escenarios climáticos cada vez más variables (González y Tullo, 2019; Valarezo et al., 2014).

4.7.4. Labores de cultivo

- La siembra: se realiza con plantas injertadas sobre patrones resistentes a enfermedades del suelo y adaptados a diferentes condiciones edafoclimáticas, como Volkameriana, Citrumelo Swingle o Carrizo. Las plantas deben contar con un sistema radicular bien formado y una altura superior a 30 cm. Los marcos de plantación varían entre 5 × 3 m y 6 × 4 m, según la especie y el tipo de sistema de manejo, con densidades entre 500 y 700 plantas por hectárea (Valarezo C. et al., 2014). La preparación del terreno incluye subsolado, nivelación, formación de camas y

establecimiento de drenajes. En zonas con fuerte pendiente, se sugiere el uso de curvas de nivel o terrazas.

- La poda: es una práctica esencial. La poda de formación se ejecuta durante los primeros dos años para estructurar una copa equilibrada, mientras que la poda de mantenimiento se aplica anualmente para eliminar ramas secas, enfermas, entrecruzadas o sombreadoras. La poda de renovación se realiza en árboles envejecidos para estimular el rebrote y extender la vida útil del huerto. Las herramientas deben desinfectarse para evitar la propagación de enfermedades (González y Tullo, 2019).
- La fertilización: debe basarse en un análisis previo del suelo y diagnóstico foliar. En cítricos, los elementos más importantes son nitrógeno, fósforo y potasio, además de micronutrientes como boro, zinc, calcio y magnesio. Se recomienda realizar aplicaciones fraccionadas: al inicio de la temporada lluviosa, en la etapa de floración, y durante el llenado de frutos. También se puede incorporar materia orgánica, compost, bocashi o estiércol compostado como parte del programa nutricional para mejorar la estructura del suelo y la retención de humedad (González y Tullo, 2019).
- Control de malezas: se realiza mediante deshierba manual o cobertura viva en sistemas agroecológicos. En sistemas convencionales, puede emplearse cobertura plástica o control mecánico, evitando el uso excesivo de herbicidas para no afectar las raíces superficiales.
- Manejo integrado: uso de plantas certificadas, podas sanitarias, trampas, control biológico y rotación de productos permitidos (González y Tullo, 2019).

4.7.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Minador de la hoja (*Phyllocnistis citrella*): daña brotes jóvenes, favorece el ingreso de patógenos.
- Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*): causa daño interno y caída del fruto.
- Ácaros (*Tetranychus spp.*): provocan bronceado y clorosis foliar.
- Pulgones (*Aphis spiraecola*, *Toxoptera citricida*): deforman hojas y transmiten virus.
- Trips (*Frankliniella spp.*): ocasionan manchas y deformaciones en frutos (Valarezo C. et al., 2014; González y Tullo, 2019).

B. Enfermedades

- Huanglongbing (HLB): enfermedad incurable transmitida por el psílido asiático, causa marchitez, clorosis y deformación de frutos.
- Cancro cítrico (*Xanthomonas citri*): lesiones necróticas en hojas, ramas y frutos.
- Gomosis (*Phytophthora spp.*): necrosis del cuello y exudaciones.

- Antracnosis (*Colletotrichum spp.*): manchas negras en ramas y frutos, caída de flores y frutos jóvenes.

4.7.6. Rendimiento esperado

El rendimiento del cultivo de cítricos varía en función de la especie, variedad, manejo agronómico, edad del huerto, condiciones agroclimáticas y acceso a tecnologías. En condiciones adecuadas, el cultivo de naranja puede alcanzar entre 20 y 30 toneladas por hectárea al año, mientras que la mandarina produce en promedio 18 a 25 t/ha/año. El limón Tahití o sutil tiene un rendimiento promedio de 15 a 20 t/ha/año, con cosechas distribuidas durante gran parte del año.

La producción comercial inicia entre los 2 y 3 años después de la siembra, alcanzando el pico productivo entre el cuarto y séptimo año. Con un manejo adecuado, el huerto puede ser productivo hasta por 15 años o más (Valarezo C. et al., 2014; UTEPI, 2006). En sistemas agroecológicos bien manejados, los rendimientos pueden mantenerse estables con menor dependencia de insumos externos, aunque pueden ser ligeramente inferiores en toneladas, compensados por mejores precios y diferenciación de mercado.

4.7.7. Usos y valor comercial

Los cítricos son ampliamente utilizados en consumo en fresco, en la industria alimentaria (jugos, néctares, dulces, mermeladas, cáscaras confitadas), en la industria farmacéutica (extractos, aceites esenciales) y en la cosmética natural.

En Ecuador, el limón sutil tiene una gran demanda en el mercado externo, especialmente hacia Colombia, Estados Unidos y la Unión Europea, destacando por su calidad, color verde intenso, acidez estable y buena vida de poscosecha (UTEPI, 2006). El desarrollo de cadenas de valor con enfoque agroindustrial permite agregar valor a la producción, mediante la transformación del fruto, el uso de subproductos (aceites esenciales, harinas de cáscara), y la vinculación con mercados gourmet o de alimentos funcionales (González y Tullo, 2019).

El valor comercial se incrementa si se aplican Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), certificaciones sanitarias, trazabilidad y estándares de calidad, lo que permite acceder a nichos diferenciados y mayor estabilidad de precios (UTEPI, 2006).

4.8. Ficha Técnica del Cultivo de Aguacate (*Persea Americana Mill.*)

Figura 8. Cultivo de aguacate (*Persea americana Mill.*) con frutos en desarrollo



Ilustración botánica de un árbol de aguacate (*Persea americana Mill.*), mostrando follaje denso, hojas lanceoladas de color verde oscuro y frutos colgando en racimos alrededor de toda la copa. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.8.1. Nombre común y científico

El aguacate (*Persea americana Mill.*) es una especie frutal de la familia Lauraceae, originaria de Mesoamérica. Existen tres razas principales: mexicana, guatemalteca y antillana, además de numerosos híbridos. Su fruta es muy apreciada por su pulpa rica en aceites insaturados y proteínas vegetales, lo que la convierte en un alimento funcional. En Ecuador, se cultivan principalmente materiales híbridos y de la raza guatemalteca, siendo la variedad 'Hass' la más destacada por su valor comercial y adaptabilidad a las condiciones interandinas (León, 1999; MAG, 2014).

4.8.2. Zonas de producción

El aguacate se cultiva en las tres regiones naturales del Ecuador: Costa, Sierra y Amazonía. Las provincias más relevantes en superficie cultivada y rendimiento son Loja, Azuay, Cañar, Pichincha, Imbabura, Tungurahua y Chimborazo en la Sierra, y Manabí, El Oro y Guayas en la Costa. Las zonas de altitud media en los valles interandinos ofrecen condiciones ideales para la producción de variedades como 'Hass', 'Fuerte' y variedades criollas adaptadas, con bajo riesgo de heladas y buen balance de humedad y luminosidad (León, 1999; MAG, 2014).

4.8.3. Requerimientos agroclimáticos

El aguacate se desarrolla bien en altitudes de 1.200 a 2.400 msnm, con temperaturas promedio entre 16 y 26 °C. Es sensible a temperaturas extremas:

valores por debajo de 4 °C pueden causar daños por heladas, y por encima de 33 °C afectan negativamente el cuajado floral. Requiere una precipitación anual entre 1.000 y 1.500 mm, idealmente bien distribuida. En condiciones de déficit hídrico, se recomienda implementar riego por goteo o microaspersión (MAG, 2014). Los suelos ideales son francos o franco-arenosos, bien drenados, con pH entre 5,5 y 6,5, ricos en materia orgánica y sin problemas de compactación ni encharcamiento. La presencia de suelos pesados o con drenaje deficiente favorece el desarrollo de enfermedades como la pudrición de raíces (AGROCALIDAD, 2015).

El aumento en la frecuencia de eventos extremos debido al cambio climático, como sequías prolongadas o lluvias intensas, podría afectar la floración y el desarrollo radicular. Se sugiere considerar estrategias de adaptación como el uso de coberturas vivas, sistemas agroforestales, manejo conservacionista del suelo y selección de patrones más tolerantes.

4.8.4. Labores de cultivo

- Siembra: debe realizarse con plantas injertadas sobre patrones resistentes a *Phytophthora cinnamomi*, seleccionados en función del tipo de suelo, clima y disponibilidad de agua. El marco de plantación recomendado varía de 6 × 6 m a 8 × 8 m, dependiendo de la variedad y el sistema de manejo, lo que permite establecer entre 156 y 278 plantas por hectárea (MAG, 2014).
- Preparación del terreno: debe prepararse con subsolado, nivelación, apertura de hoyos de 50 × 50 × 50 cm y aplicación de materia orgánica. Durante el establecimiento se recomienda protección contra vientos y control de malezas.
- Tipos de poda: La poda de formación se realiza en los primeros años para establecer un esqueleto equilibrado en forma de copa abierta o eje central modificado. La poda de mantenimiento ayuda a controlar el tamaño del árbol, favorecer la penetración de luz y reducir enfermedades. Y la poda de renovación, en árboles adultos, estimula la producción y elimina ramas improductivas. Todas las herramientas deben desinfectarse antes y después de su uso (León, 1999; AGROCALIDAD, 2015).
- Fertilización: debe ajustarse con base en análisis de suelo. Se recomienda aplicar anualmente por planta: Nitrógeno (N): 1-2 kg, Fósforo (P₂O₅) y Potasio (K₂O): 0,5-1 kg. También es indispensable la aplicación de Micronutrientes como son el zinc, boro, magnesio y calcio, especialmente en suelos erosionados o de alta pendiente. En sistemas sostenibles, se recomienda el uso de abonos orgánicos como compost, bocashi y humus de lombriz para mejorar la fertilidad y microbiota del suelo (AGROCALIDAD, 2015).
- Manejo Integrado de plagas (MIP): se basa en un enfoque integrado que combina el uso de material certificado, prácticas sanitarias (poda, desinfección de herramientas), control

biológico (depredadores y parasitoides), trampas y el uso selectivo de productos permitidos (AGROCALIDAD, 2015; MAG, 2014).

4.8.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Ácaro cristalino (*Oligonychus perseae*): provoca bronceado y caída de hojas.
- Trips (*Frankliniella spp.*): afectan flores y frutos pequeños, interfiriendo en la polinización.
- Escamas y cochinillas: se alojan en ramas y frutos, disminuyendo su valor comercial.
- Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*): genera daño interno y pudrición del fruto.
- Roedores y aves frugívoras: afectan frutos en etapa de maduración (MAG, 2014).

B. Enfermedades

- Podredumbre de raíz y cuello (*Phytophthora cinnamomi*): causa marchitamiento, defoliación y muerte regresiva.
- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): genera manchas necróticas en hojas, flores y frutos.
- Mancha negra del fruto (*Cercospora purpurea*): afecta la calidad externa del fruto.
- Verticilosis (*Verticillium dahliae*): enfermedad fúngica vascular que provoca marchitamiento y muerte progresiva.

4.8.6. Rendimiento esperado

El rendimiento del cultivo de aguacate depende de factores como variedad, sistema de manejo, densidad de plantación, edad y condiciones edafoclimáticas. En sistemas bien manejados, variedades como 'Hass' pueden producir entre 8 y 12 toneladas por hectárea por año, alcanzando hasta 15 t/ha/año en condiciones óptimas.

La entrada en producción inicia generalmente en el tercer año, con el pico productivo alcanzado entre los 5 y 8 años. La vida útil comercial de un huerto bien manejado puede extenderse de 15 a 25 años. En huertos tradicionales o con bajos niveles de tecnificación, el rendimiento puede ser inferior a 6 t/ha, por lo que se promueve el uso de Buenas Prácticas Agrícolas, injertos mejorados y asistencia técnica permanente (MAG, 2014; León, 1999).

4.8.7. Usos y valor comercial

El aguacate es un producto altamente versátil con una creciente demanda en el mercado nacional e internacional. Su principal destino es el consumo en fresco, gracias a su sabor suave, textura cremosa y alto valor nutricional, especialmente por su contenido de ácidos grasos insaturados, proteínas vegetales, antioxidantes y vitaminas del complejo B, E y K. La variedad 'Hass'

es la más demandada para exportación, por sus características de conservación, tamaño uniforme, piel rugosa y resistencia al transporte.

Ecuador ha ganado competitividad en mercados como Estados Unidos, Europa y Asia, donde el aguacate 'Hass' ecuatoriano es valorado por coincidir con períodos de baja oferta de países como México y Perú. Además, el aguacate se emplea en la transformación industrial, en la elaboración de guacamole, aceites comestibles, cremas y productos cosméticos, aprovechando sus propiedades antioxidantes, hidratantes y su elevado contenido de vitamina E.

También es utilizado en la cosmética natural y en la fitoterapia por su efecto antiinflamatorio y regenerativo. El valor comercial del aguacate ecuatoriano ha venido incrementándose, impulsado por la diversificación de productos, el uso de Buenas Prácticas Agrícolas, y el posicionamiento estratégico del país en nichos diferenciados con valor agregado (MAG, 2014).

4.9. Ficha Técnica del Cultivo de Uva (*Vitis Vinifera*)

Figura 9. Cultivo de uva (*Vitis vinifera* L.) en parral



Ilustración botánica de una planta de uva (*Vitis vinifera* L.), mostrando el tallo leñoso conducido en espaldera, hojas palmadas de gran tamaño y racimos de frutos colgando en diferentes etapas de desarrollo. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.9.1. Nombre común y científico

La uva, cuyo nombre científico es *Vitis vinifera*, es una especie originaria del Medio Oriente, domesticada desde tiempos del Neolítico y extendida por las civilizaciones griega, romana y egipcia. Ha sido cultivada históricamente para la elaboración de vino, aunque en la actualidad su uso se ha diversificado hacia el consumo en fresco, pasas, jugos, vinagres y productos cosméticos. Existen variedades con y sin semilla, de diversos tamaños, colores y usos industriales o de mesa (MEFCCA, s.f.; SENASA, s.f.).

4.9.2. Zonas de producción

En Ecuador, la uva se ha adaptado a zonas con clima seco subtropical y templado, especialmente en ciertas áreas de la Costa y los valles interandinos, en provincias como Manabí, Loja, Guayas y Pichincha. Las condiciones agroecológicas favorables incluyen buena exposición solar, suelos con buen drenaje, y altitudes que oscilan entre 200 y 1.500 msnm (SENASA, s.f.).

4.9.3. Requerimientos agroclimáticos

El cultivo de uva se desarrolla adecuadamente en climas con temperaturas promedio entre 7 y 24 °C y humedad relativa entre el 70 y 80 %. Las temperaturas óptimas varían según la fase fenológica de la planta: se requieren entre 9 y 10 °C para la apertura de yemas, 18 a 22 °C durante la floración, 22 a 26 °C desde la floración hasta el envero, 20 a 24 °C entre el envero y la maduración, y 18 a 22 °C para la vendimia (SENASA, s.f.; MEFCCA, s.f.).

La vid muestra buen comportamiento en regiones con veranos largos, secos y soleados, e inviernos frescos. Temperaturas inferiores a -2 °C durante la brotación pueden ocasionar daños irreversibles, mientras que temperaturas superiores a 30 °C acompañadas de vientos cálidos y secos generan quemaduras en hojas y racimos, afectando la calidad del fruto. En cuanto al suelo, el cultivo requiere condiciones francas o franco-arcillosas, con textura suelta, profundidad mayor a 50 cm, buen contenido de materia orgánica, pH entre 5,6 y 7,7, y drenaje eficiente para evitar problemas de asfixia radicular y enfermedades fúngicas asociadas a la humedad (SENASA, s.f.; MEFCCA, s.f.).

El efecto debido al cambio climático puede alterar la fenología del cultivo, reduciendo el número de horas de frío o generando golpes de calor en etapas clave. Esto exige estrategias de adaptación como la modificación de fechas de poda y cosecha, el uso de mallas sombra, o la selección de variedades más tolerantes a estrés hídrico o térmico.

4.9.4. Labores de cultivo

- La siembra puede realizarse por estacas o esquejes con más de cuatro yemas, preferentemente entre invierno y primavera. Los hoyos deben medir 25 × 25 × 35 cm, aplicando materia orgánica al fondo cubierta por tierra para evitar el contacto directo de las raíces con fertilizante (SENASA, s.f.). El marco de plantación recomendado es de 3 m entre hileras y 1,5 m entre plantas, ajustable al sistema de conducción (MEFCCA, s.f.).
- El riego por goteo es el más eficiente, con válvulas cada 50 cm. Se recomienda regar semanalmente desde la brotación, ajustando según clima y tipo de suelo (MEFCCA, s.f.).
- La fertilización debe basarse en análisis de suelos. Se recomienda aplicar nitrógeno entre 3 y 5 semanas después de la brotación, así como fósforo y potasio en el desarrollo vegetativo y prefloración. La fertilización foliar se usa para corregir deficiencias y fortalecer la planta en situaciones de estrés (SENASA, s.f.).

- La poda se clasifica en: Formación, para establecer la estructura de la planta en los primeros 2 a 3 años; Mantenimiento, para conservar la arquitectura del cultivo; Rejuvenecimiento, para recuperar plantas envejecidas; y en verde, que incluye aclareo de brotes, deshoje, despunte y desniete para mejorar aireación, iluminación y calidad de los racimos (SENASA, s.f.; Huallanca Calderón, 2012).
- Control de Plagas y enfermedades: se basa en un enfoque integrado que combina el uso de material vegetal certificado, prácticas sanitarias (poda oportuna, desinfección de herramientas), control biológico (depredadores y parasitoides), uso de trampas cromáticas, y aplicación racional de productos aprobados según el ciclo fenológico del cultivo (SENASA, s.f.; Huallanca Calderón, 2012; MEFCCA, s.f.).

4.9.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Cochinilla harinosa (*Pseudococcus spp.*): produce melaza que favorece el desarrollo de fumagina y reduce la fotosíntesis.
- Pulgones (*Aphis spp.*): deforman hojas y racimos, transmiten virus y reducen la calidad comercial del fruto.
- Trips (*Frankliniella spp.*): provocan deformaciones y manchas en granos, interfiriendo en la floración y cuajado.
- Araña roja (*Tetranychus spp.*): provoca clorosis, bronceado foliar y caída prematura de hojas.
- Nematodos (*Meloidogyne spp.*): atacan el sistema radicular, reduciendo el desarrollo y provocando marchitez.
- Filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*): plaga específica de la vid que forma nódulos en raíces y provoca defoliación.
- Avispas y aves frugívoras: afectan racimos maduros, ocasionando pérdidas directas en cosecha (SENASA, s.f.; MEFCCA, s.f.).

B. Enfermedades

- Mildiu (*Plasmopara viticola*): ataca hojas, zarcillos y racimos bajo alta humedad, dejando manchas amarillentas aceitosas.
- Oídio (*Uncinula necator*): genera un polvo blanco sobre hojas, brotes y frutos, disminuyendo la calidad comercial.
- Botrytis o podredumbre gris (*Botrytis cinerea*): coloniza racimos en maduración, especialmente con exceso de humedad.
- Agalla de la corona (*Agrobacterium vitis*): produce tumores en el cuello y raíces de la planta, afectando su vigor.
- Enfermedades de la madera (complejo de hongos): incluyen necrosis interna, pudrición y debilitamiento del tronco.

4.9.6. Rendimiento esperado

El rendimiento del cultivo de uva depende de la variedad, manejo, condiciones edafoclimáticas y sistema de conducción. En condiciones óptimas, puede alcanzar entre 8 y 12 toneladas por hectárea por año. En

Ecuador, se reporta un promedio de hasta 400 quintales por manzana a partir del segundo año productivo. El periodo desde la floración hasta la cosecha oscila entre 30 y 70 días. La cosecha debe ser manual, cuidadosa y preferiblemente en las primeras horas del día para evitar deshidratación y daños mecánicos (MEFCCA, s.f.; SENASA, s.f.).

4.9.7. Usos y valor comercial

La uva se consume fresca o transformada en pasas, vinagres, jugos y vinos. También se usa en cosmética y medicina, por su contenido de antioxidantes como el resveratrol, y nutrientes como fibra, flavonoides, vitaminas y minerales. El valor comercial depende del calibre, contenido de azúcar (°Brix), sanidad, color y vida poscosecha. En refrigeración adecuada, puede conservarse entre 10 y 15 días. En mercados internacionales, variedades premium de uva de mesa pueden alcanzar entre 14 y 16 €/kg, dependiendo de la calidad y presentación (MEFCCA, s.f.; FEGA, s.f.). El desarrollo de cadenas de valor con criterios de trazabilidad, buenas prácticas agrícolas, diferenciación varietal y certificaciones, podría incrementar las oportunidades comerciales de la uva ecuatoriana, especialmente en nichos gourmet o de consumo saludable.

4.10. Ficha Técnica del Cultivo de Pitahaya (*Hylocereus megalanthus*)

Figura 10. Cultivo de pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) con frutos y flores



Ilustración botánica de una planta de pitahaya (*Hylocereus megalanthus*), mostrando tallos succulentos con forma triangular, flores blancas grandes y frutos de color rojo con brácteas verdes en distintas etapas de desarrollo. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.10.1. Nombre común y científico

La pitahaya, también conocida como pitajaya o fruta del dragón, pertenece a la familia Cactaceae y al género *Hylocereus*. La especie *Hylocereus megalanthus* es ampliamente cultivada en Ecuador, destacándose por su

cáscara amarilla espinosa y su pulpa blanca con semillas negras. Esta planta es de hábito epífita, trepador y perenne, con gran adaptación a climas tropicales y suelos de baja fertilidad, siendo valorada tanto por sus propiedades nutricionales como por su rentabilidad en sistemas de producción sostenibles (Vargas et al., 2020; Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).

4.10.2. Zonas de producción

El cantón Palora, en la provincia de Morona Santiago, es reconocido como la principal zona productora de pitahaya en el país, seguido por Tiwintza, Gualaquiza y Sucúa. Estas regiones ofrecen condiciones ideales para el cultivo, incluyendo suelos con buen drenaje, topografía ondulada, adecuada disponibilidad de humedad y temperaturas estables. La variedad *Hylocereus megalanthus*, por sus requerimientos específicos y tolerancia a condiciones de alta humedad, ha sido seleccionada como la más idónea en estos entornos tropicales. Sin embargo, se ha reportado que, en zonas con lluvias excesivas prolongadas o suelos sin drenaje, el cultivo presenta susceptibilidad a enfermedades radiculares, lo que representa un desafío relevante para los productores amazónicos (Vargas et al., 2020). El desarrollo de sistemas de drenaje superficial y subterráneo se ha convertido en una estrategia clave de mitigación en estas zonas.

4.10.3. Requerimientos agroclimáticos

La pitahaya se adapta a climas cálido-subhúmedos a secos, con temperaturas óptimas entre 18 °C y 25 °C, humedad relativa del 70% al 80%, y precipitaciones entre 1.200 y 2.500 mm anuales. Puede desarrollarse en altitudes de 700 a 1.900 msnm, siendo óptimas las zonas entre 900 y 1.200 msnm. Requiere suelos franco-arenosos o franco-arcillosos, con buen contenido de materia orgánica, excelente drenaje y un pH entre 5,5 y 6,5. La presencia de drenaje superficial y subterráneo es esencial para prevenir enfermedades asociadas al exceso de humedad (Vargas et al., 2020; Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).

Sin embargo, el cambio climático ha comenzado a alterar las condiciones tradicionales del cultivo. En zonas productoras como Palora, se ha registrado un incremento en eventos de lluvias intensas y prolongadas que exceden la capacidad de infiltración del suelo, favoreciendo la aparición de enfermedades bacterianas como la pudrición acuosa del cladodio (*Erwinia carotovora*). Por otro lado, las sequías extendidas fuera del patrón estacional afectan la floración y el cuajado de frutos. Como medidas de adaptación, los productores han adoptado el uso de sistemas de riego por goteo programado, manejo de coberturas vivas y ajustes en el calendario de poda para sincronizar los flujos fisiológicos con los cambios climáticos observados (Vargas et al., 2020). Una estrategia a futuro incluye la identificación y selección participativa de clones locales más resistentes a estrés hídrico o encharcamiento.

4.10.4. Labores de cultivo

- La Propagación se realiza por vía vegetativa a través de esquejes de 15 a 20 cm, seleccionados de plantas madre sanas y vigorosas.

Los esquejes deben curarse en sombra por 3 a 4 días antes de su siembra. Se recomienda iniciar en vivero con sustratos sueltos y ricos en materia orgánica, como tierra negra, arena y compost (Vargas et al., 2020).

- La Preparación del terreno y siembra, debe limpiarse, nivelarse y enriquecerse con abonos orgánicos. Los hoyos de siembra deben tener dimensiones de 40 × 40 × 40 cm. El distanciamiento sugerido es de 3 × 3 m o 2 × 4 m, alcanzando densidades de 1.000 a 1.500 plantas/ha. La plantación puede ser directa o mediante trasplante desde vivero (Vargas et al., 2020).
- Para la instalación de tutores y conducción se utilizan tutores vivos o postes de cemento, madera o piedra con estructura superior tipo plato, de entre 1,2 y 1,5 m de altura. Cada tutor puede soportar 3 a 4 plantas. Esta estructura facilita el crecimiento vertical y la distribución de los cladodios, mejorando la aireación, la sanidad y la cosecha (Vargas et al., 2020).
- Poda debe realizarse en temporada seca y con herramientas desinfectadas (Méndez Hernández y Coello Torres, 2016; Vargas et al., 2020). Se distinguen tres tipos de poda: Formación, basada en la eliminación de brotes laterales para guiar un crecimiento vertical hasta el tutor; Sanitaria, en la remoción de tallos enfermos, secos o mal posicionados; y de Producción, para la renovación de brotes agotados para estimular nuevas yemas fértiles.
- El Riego, aunque es una cactácea, la pitahaya responde positivamente al riego controlado. Se recomienda riego por goteo cada 5 a 7 días en época seca. Durante la floración se reduce el riego para evitar el aborto floral, y se incrementa nuevamente durante el llenado del fruto. En suelos pesados, es indispensable evitar encharcamientos (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).
- El plan de fertilización debe basarse en análisis de suelo. En el primer año, se aplican 50 g de nitrógeno y fósforo por planta, aumentando progresivamente hasta 200 g de NPK por planta/año en ciclos posteriores. Se complementa con 5 a 10 kg de abono orgánico por planta al año, incorporados al suelo en 3 o 4 aplicaciones. También se recomienda la aplicación foliar de micronutrientes como zinc y boro, especialmente en etapas de floración y cuajado (Vargas et al., 2020; Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).
- Manejo integrado: incluye selección de esquejes sanos, poda sanitaria, rotación de cultivos, control biológico y uso racional de productos permitidos (Instituto Nacional de Innovación Agraria [INIA], 2020).

4.10.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Pulgones (*Aphis spp.*): afectan brotes y frutos jóvenes, y son vectores de virosis.
- Trips: provocan manchas en frutos y deformación floral.
- Cochinillas: se alojan en axilas y bases de cladodios, debilitando la planta.
- Mosca de la fruta: genera pudrición interna en frutos maduros.
- Roedores (ratas, ratones, conejos): atacan tallos y frutos en desarrollo (Vargas et al., 2020).

B. Enfermedades

- Pudrición acuosa del cladodio (*Erwinia carotovora*, *Pseudomonas spp.*): produce manchas blandas y malolientes.
- Mancha ojo de pescado (*Fusicoccum spp.*): lesiones circulares en tallos.
- Pudrición del tallo (*Phytophthora spp.*): común en suelos mal drenados.
- Virosis: deformación de brotes, reducción de floración, transmitida por insectos vectores.

4.10.6. Rendimiento esperado

En sistemas bien manejados, la pitahaya puede alcanzar 10 a 15 toneladas/ha/año, especialmente a partir del tercer año. Cada planta produce entre 4 y 7 kg por ciclo, con la posibilidad de obtener hasta 3 cosechas anuales, repartidas en 4 a 5 cortes por cosecha. La longevidad del cultivo supera los 15 años, con una vida comercial rentable de al menos 12 años (Vargas et al., 2020).

4.10.7. Usos y valor comercial

El principal destino del fruto es el consumo en fresco, aunque se ha incrementado su uso en jugos, jaleas, confituras, licores y productos cosméticos. Su alto contenido de fibra, vitamina C, calcio, fósforo y antioxidantes como las betalaínas le otorgan propiedades funcionales destacadas.

La pitahaya ecuatoriana tiene excelente aceptación en mercados internacionales como Estados Unidos, la Unión Europea y Asia, debido a su sabor dulce, bajo contenido calórico y buena vida poscosecha (hasta 21 días refrigerada). En finca, el precio varía entre 1,50 y 3,00 USD/kg, con posibilidad de superar estos valores en mercados especializados y bajo esquemas de producción orgánica o certificada (Vargas et al., 2020; INIA, 2020).

No obstante, la variabilidad climática, el acceso limitado a financiamiento para infraestructura de postcosecha y la escasa diferenciación de variedades en el mercado, representan desafíos estructurales que limitan el pleno aprovechamiento del potencial exportador de la pitahaya ecuatoriana. Un fortalecimiento de los clústeres regionales, la asistencia técnica continua y la implementación de estrategias de adaptación climática basadas en ciencia podrían posicionar al Ecuador como líder en producción sustentable de *Hylocereus megalanthus* a nivel mundial.

4.11. Ficha Técnica del Cultivo de Arándano (*Vaccinium Corymbosum*)

Figura 11. Cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum*) con frutos maduros



Ilustración botánica de un arbusto de arándano (*Vaccinium corymbosum*), mostrando ramas múltiples, hojas pequeñas de color verde brillante y racimos de frutos azules en distintas etapas de maduración. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.11.1. Nombre común y científico

El arándano (*Vaccinium corymbosum*), también conocido como blueberry, pertenece a la familia Ericaceae. Es un arbusto leñoso perenne, de hoja caduca o semiperenne, que produce una baya esférica comestible de color azul o violáceo. Su fruto es altamente valorado por su riqueza en antioxidantes, fibra, compuestos fenólicos y vitaminas, lo que lo convierte en un alimento funcional. Existen variedades de arándano alto (highbush), de bajo requerimiento de frío (southern highbush), y de bajo porte (rabbiteye), lo que permite su cultivo en climas templados, subtropicales y tropicales (García Rubio y García González de Lena, s.f.; Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).

4.11.2. Zonas de producción

En Ecuador, el cultivo del arándano se encuentra en proceso de expansión, particularmente en regiones de la Sierra como Pichincha, Imbabura, Loja y Azuay, donde las condiciones agroclimáticas son favorables. Estas zonas presentan altitudes comprendidas entre 1.800 y 2.600 msnm, suelos ácidos y temperaturas moderadas. La Estación Experimental Santa Catalina (INIAP) reporta experiencias de validación del cultivo en sistemas de producción local, con énfasis en variedades como 'Biloxi' y 'Emerald' (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2022).

4.11.3. Requerimientos agroclimáticos

El arándano requiere climas templados con temperaturas medias entre 16 °C y 25 °C. Algunas variedades requieren entre 300 y 1.000 horas frío para una

correcta inducción floral, aunque también existen materiales de bajo requerimiento. Necesita suelos con pH ácido entre 4,5 y 5,5, ricos en materia orgánica, bien aireados, con buena capacidad de retención hídrica y libre de sales y carbonatos. El cultivo es sensible al exceso de humedad en las raíces, por lo que se recomienda establecerlo en camas elevadas o suelos con buen drenaje (García Rubio y García González de Lena, s.f.; Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).

Frente al cambio climático, se ha observado una alteración en las horas frío y mayor incidencia de lluvias fuera de estación, lo cual afecta la floración y la sanidad de los frutos. Se sugiere seleccionar variedades adaptadas a menor requerimiento de frío, implementar techos altos o microtúneles en épocas críticas, y utilizar sistemas de drenaje eficientes para enfrentar precipitaciones intensas (INIAP, 2022).

4.11.4. Labores de cultivo

- La Propagación y establecimiento se realiza mediante plántulas enraizadas provenientes de viveros certificados. La plantación se lleva a campo definitivo cuando las plantas tienen entre 6 y 10 meses de edad, bien desarrolladas y con un sistema radicular activo.
- En la preparación del terreno y siembra, el terreno se prepara con subsolado, nivelación y enmiendas si es necesario. Las plantas se ubican en camas elevadas con distancias de 0,8-1,0 m entre plantas y 2,5-3,0 m entre hileras, según la variedad y el sistema de conducción. Es importante evitar compactaciones que dificulten el drenaje (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).
- El tutorado y manejo de coberturas en cultivos comerciales se recomienda el uso de mulch (paja, viruta o corteza) para conservar la humedad, controlar malezas y mantener la acidez del suelo. El tutorado es opcional, pero facilita la recolección y mejora la distribución de luz en la planta.
- La poda debe realizarse en época seca, posterior a la cosecha (García Rubio y García González de Lena, s.f.). Existe tres tipos recomendadas: Poda de formación, se realiza en los dos primeros años para estructurar la planta; Poda de mantenimiento, elimina ramas débiles o mal posicionadas; y Poda de renovación, realizada en plantas mayores a 5 años, se eliminan ramas viejas para fomentar brotación nueva.
- El Riego es fundamental en todas las etapas, particularmente en floración y llenado del fruto. Se recomienda el riego por goteo, con frecuencia de 2 a 3 veces por semana, evitando encharcamientos. El estrés hídrico reduce el calibre del fruto y la producción total (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).
- La Fertilización debe basarse en análisis de suelo y tejido foliar. Se aplican formulaciones ricas en nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y micronutrientes como boro y zinc. La fertilización debe fraccionarse durante el ciclo y puede complementarse con aplicaciones foliares en floración y fructificación (García Rubio y García González de Lena, s.f.).

- Manejo Integrado: debe basarse en monitoreo constante, control biológico y prácticas culturales preventivas como poda, aireación, limpieza y manejo del riego (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias [INIAP], 2022).

4.11.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*): perfora frutos maduros, generando pérdidas.
- Trips: afectan brotes, flores y frutos en formación.
- Ácaros: causan bronceado foliar y reducción de área fotosintética.
- Pulgones: se concentran en brotes nuevos y transmiten enfermedades virales.
- Aves frugívoras: representan un problema en plantaciones sin cobertura o mallas.

B. Enfermedades:

- Botrytis (*Botrytis cinerea*): aparece en condiciones húmedas, afecta flores y frutos.
- *Phytophthora spp.*: genera pudrición radicular.
- Antracnosis (*Colletotrichum spp.*): provoca manchas oscuras en frutos.
- Cancros: necrosan tallos y reducen la longevidad de la planta.

4.11.6. Rendimiento esperado

El arándano entra en producción comercial a partir del segundo o tercer año. En condiciones óptimas de manejo y dependiendo de la variedad, los rendimientos alcanzan entre 8 y 15 toneladas por hectárea al año. El pico productivo se logra entre el cuarto y sexto año, con una vida útil comercial de hasta 12 años o más (Instituto de Investigaciones Agropecuarias [INIA], 2017).

4.11.7. Usos y valor comercial

El arándano se comercializa principalmente en fresco, aunque también tiene demanda en forma de congelados, deshidratados, jugos, extractos nutracéuticos y cosméticos. Por su alto contenido de antocianinas, flavonoides y vitamina C, es reconocido como un superalimento.

En mercados internacionales como Estados Unidos, Canadá y la Unión Europea, el arándano ecuatoriano empieza a posicionarse como un producto de alta calidad fuera de la ventana comercial de países como Chile o México. Su valor comercial depende del calibre, color, firmeza, contenido de azúcar y presentación, con precios que oscilan entre 3 y 7 USD/kg (García Rubio y García González de Lena, s.f.; INIAP, 2022). Para mejorar su competitividad, se recomienda certificación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), trazabilidad, selección de variedades adaptadas a condiciones locales y estrategias de poscosecha que mantengan la calidad exportable.

4.12. Ficha Técnica del Cultivo de Guanábana (*Annona muricata* L.)

Figura 12. Cultivo de guanábana (*Annona muricata* L.) con frutos en desarrollo



Ilustración botánica de un árbol de guanábana (*Annona muricata* L.), mostrando copa amplia con hojas grandes, enteras y brillantes, junto con frutos verdes de gran tamaño distribuidos en distintas ramas. Imagen generada con IA por el autor (2025).

4.12.1. Nombre común y científico

La guanábana (*Annona muricata* L.), también conocida como graviola o soursop, es un frutal tropical perenne perteneciente a la familia Annonaceae. Su fruto es una baya grande, de cáscara verde espinosa y pulpa blanca, carnosa, dulce y ácida, utilizada tanto para el consumo en fresco como en la elaboración de jugos, postres y productos medicinales. Además, posee propiedades antioxidantes, digestivas y anticancerígenas ampliamente reconocidas (INIAP, 2024; Bonilla, s.f.).

4.12.2. Zonas de producción

En el Ecuador, el cultivo de guanábana se ha consolidado como una alternativa frutícola promisoriosa en zonas de trópico húmedo de la Costa, Amazonía y estribaciones bajas de la Sierra, gracias a su rentabilidad, valor nutricional y creciente demanda nacional e internacional. Según datos del INIAP (2024), las provincias de Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo, Guayas, El Oro, Morona Santiago y Sucumbíos concentran la mayor superficie cultivada por encontrarse entre los 0 y 1.300 msnm, siendo sensible a temperaturas bajas y suelos compactados, con producciones que superan las 10 toneladas por hectárea en sistemas bien manejados. El programa del INIAP ha iniciado procesos de caracterización morfológica y fisiológica de accesiones recolectadas en diferentes provincias, con el objetivo de seleccionar cultivares superiores adaptados a condiciones edafoclimáticas específicas (INIAP, 2024).

Frente a los desafíos derivados del cambio climático, como el incremento de temperaturas extremas, la variabilidad en los patrones de precipitación y la

mayor incidencia de plagas y enfermedades, se promueven estrategias de adaptación agroecológica. Estas incluyen la instalación de barreras vivas y cortinas rompevientos para mitigar el estrés térmico, el uso de mulch orgánico para conservar la humedad del suelo y mejorar su estructura, y el establecimiento de sistemas agroforestales que brinden sombra parcial con especies compatibles como guaba o plátano. Además, se fomenta la implementación de riego tecnificado en épocas secas prolongadas para garantizar la floración y el desarrollo del fruto, así como la selección participativa de plantas madre que han demostrado buen desempeño en condiciones adversas como una vía para fortalecer la resiliencia genética del cultivo. Estas acciones, orientadas desde una visión sostenible e integrada, buscan incrementar la estabilidad productiva y climática del cultivo de guanábana, consolidándolo como una opción estratégica para la seguridad alimentaria, el ingreso rural y la diversificación agrícola en las zonas tropicales del país (INIAP, 2024).

4.12.3. Requerimientos agroclimáticos

La guanábana se adapta bien a climas tropicales húmedos o subhúmedos, con temperaturas óptimas entre 25 y 30 °C, humedad relativa alta y precipitaciones anuales entre 1.000 y 2.500 mm. La altitud adecuada está entre 0 y 1.300 msnm.

Prefiere suelos franco-arenosos a franco-limosos, bien drenados, profundos, ricos en materia orgánica y con un pH entre 5,5 y 6,5. No tolera suelos pesados o encharcados, que propician pudrición de raíces y disminuyen su desarrollo vegetativo (INIAP, 2024; Bonilla, s.f.).

4.12.4. Labores de cultivo

- Propagación: principalmente por semilla, aunque también puede injertarse sobre patrones compatibles. Las semillas se obtienen de frutos maduros, lavadas y secadas, germinando en 15 a 30 días. Las plántulas deben ser trasplantadas a fundas plásticas y criadas en vivero durante 4 a 6 meses, hasta alcanzar una altura de 30-40 cm (Bonilla, s.f.).
- Preparación del terreno y siembra: se debe realizar limpieza del terreno, subsolado y nivelación, así como análisis del suelo para aplicar enmiendas si es necesario. Los hoyos deben medir 40 × 40 × 40 cm y enriquecerse con abono orgánico. La siembra puede realizarse en sistema de marco 6 × 6 m o 5 × 5 m, permitiendo una densidad de 300 a 400 plantas por hectárea (Bonilla, s.f.; INIAP, 2024).
- Fertilización: en el vivero se aplica fertilización líquida con nitrógeno, fósforo y potasio a razón de 0,5 g/litro cada 15 días. En campo, las dosis recomendadas varían entre 150 a 300 g/planta/año de fertilizante completo (NPK), fraccionado en 2 a 3 aplicaciones. Se recomienda complementar con 5-10 kg de compost o estiércol bien descompuesto por planta (Bonilla, s.f.).
- Riego: aunque la guanábana se cultiva en zonas húmedas, en épocas de sequía requiere riegos suplementarios, especialmente en vivero, floración y formación de frutos. Se recomienda riego por gravedad o goteo cada 7 a 10 días, según el tipo de suelo (INIAP, 2024).

- Poda: La poda de formación orienta la planta a 3 o 4 ramas principales abiertas en forma de copa. La poda de mantenimiento elimina ramas secas, enfermas, cruzadas o bajas para mejorar la ventilación y entrada de luz. Se realiza después de la cosecha o en la temporada seca (Bonilla, s.f.).
- Manejo integrado: considera monitoreo constante, eliminación de frutos afectados, uso de trampas para moscas, podas sanitarias y aplicación preventiva de fungicidas o biocontroladores cuando sea necesario (INIAP, 2024).

4.12.5. Plagas y enfermedades comunes

A. Plagas

- Mosca de la fruta (*Anastrepha spp.*): afecta frutos maduros, causando pudrición interna.
- Picudo de la guanábana (*Bephratelloides cubensis*): ataca el fruto en desarrollo, causando perforaciones visibles.
- Chinchas: provocan daño directo por succión de savia en hojas y frutos.
- Escamas y cochinillas: debilitan ramas y provocan defoliación (Bonilla, s.f.; INIAP, 2024).

B. Enfermedades

- Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*): causa manchas negras en hojas y frutos.
- Pudrición radical: asociada a hongos como *Phytophthora* y exceso de humedad.
- Mancha bacteriana: se manifiesta como lesiones oscuras en tallos y hojas.

4.12.6. Rendimiento esperado

La guanábana comienza a producir entre el segundo y tercer año, con rendimientos promedio de 8 a 12 toneladas por hectárea/año en condiciones óptimas de manejo. La vida productiva útil puede extenderse hasta 15 años, aunque el pico de producción se da entre los años 5 y 10 (INIAP, 2024).

4.12.7. Usos y valor comercial

La guanábana tiene alto valor en el mercado nacional e internacional por su sabor exótico y propiedades funcionales. Se consume en fresco, pero también se procesa en jugos, pulpas, helados, yogurt, dulces, infusiones y productos nutracéuticos. Su pulpa tiene propiedades antioxidantes, digestivas y se investiga por su potencial anticancerígeno.

En el mercado ecuatoriano, el precio en finca oscila entre 0,50 y 1,50 USD/kg, dependiendo del calibre, estado sanitario y época. Hay creciente interés en exportaciones hacia Estados Unidos y Europa, donde el producto fresco y transformado está bien valorado (INIAP, 2024).

4.13. Reflexión del capítulo

Estudiar los cultivos frutales representativos del Ecuador es reconocer la riqueza productiva y biológica que distingue al país en el escenario agrícola

regional y global. Cada especie analizada refleja no solo un potencial económico, sino también una historia, un entorno y una cultura agrícola específica que debe ser valorada y gestionada con criterios técnicos y sostenibles.

Este capítulo ha permitido visualizar la diversidad de frutales que se cultivan en las distintas regiones agroecológicas del país, desde el banano en la Costa hasta la uva en la Sierra sur, y cómo cada uno requiere un manejo adaptado a su entorno. Las fichas técnicas no son solo herramientas de consulta, sino instrumentos para la toma de decisiones informadas que permitan mejorar el rendimiento, reducir pérdidas y optimizar recursos.

Más allá de la técnica, comprender las particularidades de cada cultivo es fundamental para fortalecer la identidad agronómica del Ecuador. Los frutales no deben tratarse como productos aislados, sino como parte de sistemas agrícolas complejos, influenciados por factores ecológicos, económicos y sociales. Formar profesionales capaces de articular este conocimiento con innovación y compromiso es clave para avanzar hacia una fruticultura nacional más competitiva y sostenible.

Este capítulo invita a seguir explorando los desafíos y oportunidades que presenta cada especie, siempre con una mirada integral que combine ciencia, experiencia y visión territorial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2014). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para banano* (Resolución DAJ-201413A-0201.0040). <https://www.agrocalidad.gob.ec/>
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2015). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para aguacate* (Resolución Técnica N.º 0031).
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2015). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para papaya* (Resolución Técnica N.º 0049, emitido el 16 de abril de 2015). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2012). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para piña* (Resolución Técnica N.º 0182, R.O. N.º 836 del 22 de noviembre del 2012). Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2020). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para piña*.
- Bonilla, L. (s.f.). *Cultivo de guanábana* (Boletín Técnico N.º 12). Fundación de Desarrollo Agropecuario, Inc. República Dominicana.
- Cañizares, A. E., & Jaramillo, E. E. (2015). *El cultivo del maracuyá en Ecuador*. Universidad Técnica de Machala.
- Carchi Ramírez, M. J., & Cedeño Vera, B. D. (2024). *Guía cultivo de mango*. ESPOL.
- Chemonics International Inc. (2009). *Manual de cultivo de la papaya*. Proyecto de Desarrollo de la Cadena de Valor y Conglomerado Agrícola, MCA/Nicaragua.
- Clavijo, R. (2016). *Manejo de la poda de formación del mango (Mangifera indica L.) durante la etapa de fomento*. Universidad Agraria de La Habana.
- Díaz Rivera, M. (2024). *Manual práctico para el cultivo sustentable del plátano*. Universidad de Puerto Rico.
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, E., & Staver, C. (2018). Fusarium wilt of banana: Current knowledge on epidemiology

and research needs toward sustainable disease management. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1468. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01468>

Espinoza, M., Lara, E., Pico, J., & Guadamud, A. (2003). *Alternativas tecnológicas para el manejo ecológico de los principales problemas fitosanitarios en plátano*. INIAP.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2012). *Análisis de la cadena de valor de piña en Ecuador: Diagnóstico técnico-productivo y comercial*.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2023). *Estrategias de adaptación al cambio climático para la industria de las frutas tropicales: Una guía técnica para productores y exportadores de piña*.

Fernández, F., Pico, J., & Avellán, B. (2024). *Guía para la producción y manejo integrado del cultivo de plátano*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <https://www.iniap.gob.ec/>

Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA). (s.f.). *Manual para el cumplimiento de la condicionalidad: Uva de mesa*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Gobierno de España.

García Rubio, J. C., & García González de Lena, G. (s.f.). *Orientaciones para el cultivo del arándano*. Proyecto de cooperación "Nuevos Horizontes". SERIDA, Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España.

González Segnana, L. R., & Tullo Arguello, C. C. (2019). *Guía técnica del cultivo de cítricos*. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción (FCA-UNA) y Proyecto PPT-Paraguay.

Huerte, M. (2007). *Guía para el cultivo del mango*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.

Huallanca Calderón, D. (2012). *Guía técnica: Asistencia técnica dirigida en instalación y mantenimiento en el cultivo de vid*. Agrobanco, Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM), OAEPS.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2024). *Banano, plátano y otras musáceas*. <https://www.iniap.gob.ec/banano-platano-y-otras-musaceas/>

Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). (2017). *Manual de manejo agronómico del arándano* (Boletín INIA N.º 371).

Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile; INIA - INDAP.
ISBN: 0717-4829.

Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA). (2020). *Guía técnica del cultivo de pitahaya (Hylocereus megalanthus) en la región Amazonas*. Dirección de Desarrollo Tecnológico Agrario, Subdirección de Productos Agrarios, Estación Experimental Agraria Amazonas. ISBN: 978-9972-44-046-5.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2022). *Informe anual 2021: Programa Nacional de Fruticultura*. Estación Experimental Santa Catalina.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). (2024). *Ficha técnica del cultivo de guanábana*. Recuperado el 22 de mayo de 2025 de <https://tecnologia.iniap.gob.ec/guanabana/>

León F., J. (1999). *Manual del cultivo del aguacate (Persea americana) para los valles interandinos del Ecuador*. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE).

Lockhart, B. E. L., & Olszewski, N. E. (1993). Serological and genomic heterogeneity of banana streak badnavirus. En *Breeding banana and plantain for resistance to diseases and pests*.

Méndez Hernández, C., & Coello Torres, Á. (2016). *El cultivo de la pitaya*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural, Área de Agricultura, Ganadería y Pesca, Cabildo de Tenerife. ISBN: 978-84-87340-91-8.

Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). (2014). *Manual de manejo productivo de aguacate (Persea americana Mill.)*. Subsecretaría de Producción Agrícola; Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria, Cooperativa y Asociativa (MEFCCA). (s.f.). *Cultivo de uva*. Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional.

Neild, R. E., & Boshell, H. (1987). *Requerimientos agroclimáticos del cultivo de piña*. En AGROCALIDAD (2020).

Palencia, G., Gómez, R., & Martín, J. (2006). *Manejo sostenible del cultivo de plátano*. CORPOICA.

Pedrera, J., & Infoagro, IIFT. (2002). *Cultivo y comercialización del mango*. Editorial Infoagro.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD-Cuba). (2020). *Instructivo técnico para el cultivo de papaya*.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú (SENASA). (s.f.). *Guía para la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA) para el cultivo de uva*. Ministerio de Agricultura y Riego del Perú.
- Smith, R. (1993). Polyclonal and monoclonal antibody-based enzyme-linked immunosorbent assays for *Ralstonia solanacearum*.
- Unidad Técnica de Estudios para la Industria (UTEPI). (2006). *Lima y limón: Estudio agroindustrial en el Ecuador. Competitividad de la cadena de valor y perspectivas de mercado*. Ministerio de Comercio Exterior, Industrialización, Pesca y Competitividad (MICEP) y Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUUDI).
- Valarezo C., A., Valarezo C., O., Mendoza García, A., Álvarez P., H., & Vásquez C., W. (2014). *El cultivo de maracuyá: Manual técnico para su manejo en el Litoral ecuatoriano* (Manual Técnico N.º 100). INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa Nacional de Fruticultura.
- Valarezo C., A., Valarezo Cely, O., Mendoza García, A., & Álvarez P., H. (2014). *Guía técnica sobre el manejo de los cítricos en el Litoral ecuatoriano* (Manual Técnico N.º 101). INIAP, Estación Experimental Portoviejo, Programa Nacional de Fruticultura.
- Vargas Céspedes, A., Watler, W., Morales, M., & Vignola, R. (2017). *Prácticas efectivas para la reducción de impactos por eventos climáticos en el cultivo de banano en Costa Rica*. CATIE.
- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., & Viera, W. (2020, junio). *Manual técnico del cultivo de pitahaya* (Manual Técnico N.º 117). INIAP, Estación Experimental Central de la Amazonía, Programa Nacional de Fruticultura.
- Villavicencio V., A., & Vásquez C., W. (Eds.). (2008). *Guía técnica de cultivos* (Manual N.º 73). INIAP. <http://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/handle/41000/851>
- Vizcaíno Cabezas, D. A., Betancourt Herrera, R. A., et al. (2014). *Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para mango*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD).

Capítulo 5

Cosecha, Poscosecha y Comercialización

Las etapas finales del proceso frutícola como son cosecha, poscosecha y comercialización, constituyen eslabones críticos que determinan la calidad del producto final, su valor en el mercado y la sostenibilidad económica de los sistemas de producción. En Ecuador, donde la diversidad frutal es amplia y los mercados nacionales e internacionales exigen altos estándares, optimizar estas fases se vuelve indispensable para reducir pérdidas, preservar la inocuidad y satisfacer las exigencias del consumidor.

Este capítulo aborda de manera integral los principales aspectos que inciden en la recolección y manejo de frutos tras la cosecha, desde los indicadores de madurez que definen el momento óptimo de corte, hasta las técnicas de cosecha aplicadas en campo (manuales o mecanizadas), considerando factores fisiológicos, económicos y logísticos. Asimismo, se examinan prácticas clave del manejo poscosecha, como el almacenamiento y transporte, que permiten conservar la calidad y extender la vida útil del producto.

En el ámbito de la comercialización, se analizan canales de venta tradicionales como ferias y mercados locales, así como alternativas de exportación, que implican un mayor nivel de exigencia en términos de presentación, certificación y cumplimiento de normativas sanitarias y estándares internacionales como las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y GlobalG.A.P.

Este contenido tiene como propósito proporcionar a estudiantes, técnicos y productores una guía práctica y actualizada para agregar valor a la producción frutícola, integrando conocimientos técnicos, criterios de calidad y visión de mercado. Se espera que, al fortalecer estas fases finales del proceso, se promueva una fruticultura más rentable, eficiente y competitiva en el contexto ecuatoriano.

Objetivo del capítulo:

- Optimizar las etapas finales del proceso productivo para reducir pérdidas y agregar valor.

5.1. Indicadores de Madurez

En fruticultura, uno de los factores más determinantes para asegurar la calidad comercial, la vida útil poscosecha y el valor nutricional de los frutos es su estado de madurez al momento de la cosecha. Identificar este punto con precisión permite reducir las pérdidas durante la manipulación, el almacenamiento y la comercialización, especialmente en frutas climatéricas y perecibles como banano, mango, tomate, papaya o pitahaya (Cristescu et al., 2013; Wang et al., 2025).

5.1.1. Tipos de madurez

La madurez puede clasificarse en dos categorías fundamentales:

Madurez fisiológica, en la cual el fruto ha completado su desarrollo en la planta y puede continuar su maduración tras la cosecha. Este concepto es clave en frutos climatéricos como el banano, que siguen

produciendo etileno después de la recolección (Cristescu et al., 2013; Wang et al., 2025).

Madurez de consumo o comercial, que hace referencia al punto en el que el fruto alcanza características óptimas de sabor, aroma y textura. Es especialmente relevante en frutos no climatéricos como cítricos o piña, que no mejoran su calidad luego de ser cosechados (Ordoñez Trejo et al., 2023).

5.1.2. Principales indicadores de madurez

A. Indicadores físicos

- El color de la epidermis y la pulpa es uno de los parámetros más usados como referencia visual de madurez. Cambios en la concentración de pigmentos (clorofilas, carotenoides, antocianinas) reflejan el avance del proceso madurativo. Estos cambios pueden cuantificarse de forma objetiva mediante espectroscopía hiperespectral o sistemas de visión computarizada (Seifert et al., 2014; Wang et al., 2025).
- La firmeza del fruto es otro indicador relevante, directamente relacionada con la integridad de la pared celular. Su evaluación mediante penetrómetros o sensores de presión permite determinar el punto crítico entre firmeza aceptable y sobremadurez. Estudios en manzana, durazno y tomate han correlacionado la pérdida de firmeza con la acción de enzimas degradadoras de pectina y celulosa (Zhang et al., 2020; Hasan et al., 2025).
- El peso y el tamaño son considerados de manera complementaria, ya que muchas frutas alcanzan su peso máximo poco antes de iniciar el cambio de color o la pérdida de firmeza, siendo estos parámetros útiles para caracterizar estadios fisiológicos iniciales (Ordoñez Trejo et al., 2023).

B. Indicadores químicos

- El contenido de sólidos solubles totales (SST o °Brix) refleja la concentración de azúcares en la pulpa. En frutas como uva, pitahaya, ciruela o mango, un aumento progresivo en SST indica acumulación de glucosa y fructosa, mejorando el sabor (Lim et al., 2025).
- La acidez titulable (AT), medida como concentración de ácidos orgánicos (como ácido cítrico, málico o tartárico), disminuye con la maduración. La relación SST/AT es uno de los mejores indicadores de madurez de consumo por reflejar el equilibrio entre dulzor y acidez (Hasan et al., 2025).
- En frutas funcionales como la pitahaya roja (*Hylocereus polyrhizus*), la concentración de compuestos fenólicos y antioxidantes (betalaínas, flavonoides, ácido ferúlico) alcanza su máximo cerca del punto de madurez comercial. Estos compuestos no solo son indicadores de calidad nutricional, sino también de estabilidad en poscosecha (Lim et al., 2025).

C. Indicadores fisiológicos

- La producción de etileno es una señal clave en frutos climatéricos, marcando el inicio de la maduración. Su detección con sensores electroquímicos o por cromatografía permite programar cosechas para exportación o almacenamiento prolongado (Cristescu et al., 2013).
- El índice de absorbancia de clorofila (IAD) se ha consolidado como herramienta no destructiva para medir la pérdida de clorofila en la epidermis. Esta técnica ha mostrado buena correlación con la madurez fisiológica en durazno, tomate, manzana y mango (Zhang et al., 2020; Seifert et al., 2014).
- La tasa respiratoria (liberación de CO₂) aumenta con la maduración, especialmente en frutos climatéricos. El seguimiento de este parámetro ayuda a predecir el deterioro acelerado durante la distribución o almacenamiento (Wang et al., 2025).

5.1.3. Avances tecnológicos para la evaluación de madurez

Las tecnologías no destructivas han revolucionado el análisis de madurez en frutas:

- Espectroscopía NIR y HSI permiten evaluar simultáneamente el contenido de clorofila, agua, azúcares y textura, sin dañar el fruto (Wang et al., 2025).
- Visión computarizada mide color y morfología de manera automática, siendo útil para clasificación comercial (Hasan et al., 2025).
- Sensores de etileno y sistemas de monitoreo ambiental integrados en empaques permiten detectar signos de maduración o deterioro durante la cadena de frío (Cristescu et al., 2013).
- Además, el uso precosecha de reguladores hormonales como el metil jasmonato (MeJA) ha mostrado eficacia para mejorar el color, la firmeza, la biosíntesis de compuestos bioactivos y la sincronización del proceso de maduración en frutas como cereza, ciruela, fresa, manzana y pitahaya (Hasan et al., 2025; Ordoñez Trejo et al., 2023).

5.2. Técnicas de Cosecha

La cosecha representa una fase determinante en el ciclo productivo de los cultivos frutales, tanto por su impacto directo en la calidad del producto como por su peso en los costos de producción. La elección del método de cosecha debe considerar factores agronómicos, logísticos y económicos, así como la fisiología del fruto, su destino comercial y el tipo de explotación. En términos generales, se identifican dos enfoques principales: la cosecha manual, de uso extendido en fruticultura de alta calidad, y la cosecha mecánica, con un creciente desarrollo gracias al avance en tecnologías automatizadas y la necesidad de reducir la dependencia de la mano de obra estacional.

5.2.1. Cosecha manual: precisión y adaptabilidad

La cosecha manual es ampliamente utilizada en cultivos frutales destinados al consumo en fresco debido a su capacidad para seleccionar frutos según criterios de madurez, sanidad y tamaño. Esta técnica permite preservar la integridad del producto y minimizar los daños mecánicos, especialmente en frutas de piel delgada como fresa, uva, cereza o durazno. Sin embargo, presenta limitaciones importantes en términos de eficiencia, disponibilidad de mano de obra y costos crecientes (Conejero et al., 2025).

La velocidad de recolección manual varía entre 1 y 2 segundos por fruto en especies como manzana, dependiendo del nivel de entrenamiento del operario, la ergonomía del sistema y las condiciones climáticas. En cultivos no sincronizados, donde la madurez no ocurre de manera uniforme, se requiere una cosecha selectiva en múltiples pasadas, lo cual incrementa la demanda de personal calificado (Tituaña et al., 2024).

Frente a estos retos, se han desarrollado sistemas colaborativos donde plataformas móviles autónomas asisten a los recolectores humanos transportando la fruta cosechada, reduciendo el tiempo de inactividad y el esfuerzo físico. En viñedos, el uso de estas plataformas ha incrementado hasta un 50 % la productividad por operario, sin comprometer la calidad del producto (Conejero et al., 2025).

5.2.2. Cosecha mecánica: eficiencia, innovación y desafíos

La mecanización de la cosecha se ha convertido en una necesidad creciente ante la escasez de mano de obra y el aumento de la superficie cultivada. Los avances recientes en robótica, inteligencia artificial y visión por computadora han permitido el diseño de sistemas automatizados que realizan tareas de recolección de manera precisa, rápida y eficiente.

Entre las principales tecnologías destacan:

- Brazos robóticos multigrado de libertad (DoF) con efectores terminales especializados, como pinzas neumáticas, sistemas de succión o cuchillas de corte adaptables, capaces de realizar cosechas selectivas (Yang et al., 2024; Sytsma et al., 2025).
- Sistemas de detección y localización de frutos mediante cámaras RGB-D, algoritmos de visión computarizada y modelos de aprendizaje profundo como YOLOv8, que permiten identificar el estado de madurez y la posición espacial del fruto con alta precisión (Khan et al., 2024; Ali Khan et al., 2024).
- Mecanismos de adaptación al entorno, como brazos con efectores flexibles o resortes articulados que minimizan el daño al follaje y a los órganos reproductivos durante la operación, especialmente en flores de corte como gerbera o frutos cubiertos por hojas (Sytsma et al., 2025).

Robots de cosecha han alcanzado tasas de éxito superiores al 90 % en cultivos como calabaza, manzana o tomate, logrando identificar, sujetar y trasladar el fruto sin daño significativo (Yang et al., 2024). En hidroponía, se han diseñado

brazos robóticos montados sobre plataformas móviles que realizan la recolección en invernaderos de forma autónoma o semiautónoma (Ali Khan et al., 2024).

En el diseño de estos sistemas, se consideran aspectos como:

- Capacidad de carga y maniobrabilidad de los brazos.
- Precisión de corte y sujeción sin magulladuras.
- Adaptabilidad a diferentes cultivos y estructuras vegetativas.

Un ejemplo innovador es el sistema diseñado para la cosecha de gerbera, el cual integra sensores, algoritmos de corte por debajo del dosel foliar y efectores pasivos que aprovechan las características del tallo para guiar el mecanismo hasta la base sin dañar flores nuevas (Sytsma et al., 2025).

5.2.3. Comparación y perspectivas

Aunque la mecanización aporta eficiencia y escalabilidad, su adopción enfrenta desafíos:

- Costo inicial elevado, especialmente en pequeños y medianos productores.
- Limitaciones en terrenos accidentados o cultivos no uniformes.
- Riesgo de daño en frutos sensibles si no se ajusta correctamente la presión, velocidad y precisión del robot.

Por su parte, la cosecha manual sigue siendo la opción más viable en cultivos de exportación, frutas muy delicadas o sistemas donde el valor por unidad justifica la intervención humana.

El futuro de la cosecha frutícola se orienta hacia modelos híbridos, donde plataformas robotizadas asisten a recolectores humanos, combinando la sensibilidad y criterio del operario con la eficiencia mecánica, especialmente en condiciones climáticas difíciles o cultivos de alta densidad (Conejero et al., 2025; Tituaña et al., 2024).

5.3. Manejo poscosecha

El manejo poscosecha de frutas es esencial para preservar la calidad sensorial, nutricional y comercial del producto, especialmente en un contexto globalizado donde los frutos deben soportar largas distancias de transporte y permanencia en anaquel. La pérdida de calidad durante esta fase puede deberse a factores fisiológicos (senescencia, transpiración, respiración), físicos (golpes, compresión), o microbiológicos (patógenos). Por ello, el diseño de estrategias integradas de almacenamiento y transporte resulta clave para reducir pérdidas y asegurar la sostenibilidad del sistema agroalimentario.

5.3.1. Fundamentos del almacenamiento

La estrategia más ampliamente utilizada es la refrigeración, la cual reduce la tasa de respiración, inhibe la síntesis de etileno y ralentiza el metabolismo celular. En frutos altamente perecibles como arándanos o uvas, el almacenamiento a baja temperatura combinado con atmósferas controladas

ha demostrado ser efectivo para mantener la firmeza, inhibir el crecimiento de patógenos y retrasar el amarillamiento de los tejidos (Trivellini et al., 2025).

En raíces tropicales como la yuca (*Manihot esculenta*), el uso de almacenamiento hipobárico ha permitido reducir el deterioro fisiológico poscosecha. Este método disminuye la disponibilidad de oxígeno y reduce la tasa de respiración, lo que ayuda a preservar el contenido de agua y la estabilidad metabólica, reduciendo así la aparición de especies reactivas de oxígeno (ROS) y la senescencia anticipada del tejido vegetal (Lin et al., 2024).

5.3.2. Tecnologías emergentes para conservación

Diversas tecnologías físicas están siendo integradas al almacenamiento para mejorar la inocuidad y calidad de frutas. Entre estas, destacan los tratamientos por plasma frío, campos eléctricos pulsados y presión hidrostática alta (HHP), capaces de inactivar microorganismos y enzimas sin alterar significativamente las propiedades sensoriales del producto. Por ejemplo, el uso de tratamiento térmico por microondas en uvas de mesa permitió mantener firmeza y reducir la carga microbiana sin dañar la piel del fruto (de Chiara et al., 2023). Estas técnicas, además de ser no térmicas y no invasivas, ofrecen beneficios ambientales por su bajo consumo energético y ausencia de residuos químicos (Sadekla et al., 2025).

Adicionalmente, se han desarrollado recubrimientos poscosecha a base de compuestos naturales, como melatonina o ácido oxálico, que actúan como reguladores del estrés oxidativo, prolongan la frescura del fruto y ofrecen una alternativa a fungicidas sintéticos. En uvas y frutos de hoja, estos tratamientos han logrado mantener los niveles de antioxidantes y citocininas, reduciendo el etileno y retrasando la senescencia (Trivellini et al., 2025).

5.3.3. Transporte y distribución

Durante el transporte, los principales factores que afectan la calidad de los frutos son las fluctuaciones térmicas, los golpes por vibración, la humedad relativa y la deficiente ventilación. Para mitigar estos efectos, se ha propuesto el uso de vehículos refrigerados con sensores integrados que monitorean las condiciones ambientales en tiempo real, así como empaques activos que permiten detectar visualmente cambios críticos mediante indicadores de color u olor (Sadekla et al., 2025).

Asimismo, las plataformas robóticas colaborativas, como las empleadas en viñedos, han mejorado la logística de transporte dentro del predio, permitiendo una recolección más ágil, sin daños físicos por exceso de manipulación y con reducción significativa del esfuerzo humano. Estas plataformas están diseñadas para seguir a los recolectores y llevar automáticamente los frutos a las zonas de preenfriamiento (Conejero et al., 2025).

5.3.4. Bioestimulantes poscosecha: el caso de la melatonina

La melatonina ha demostrado ser una alternativa efectiva para prolongar la vida útil poscosecha de productos hortícolas. En estudios recientes, su aplicación en concentraciones de 100 μM en follaje de *Ruscus hypoglossum* permitió mantener la firmeza, reducir la síntesis de etileno, preservar la clorofila y regular favorablemente el equilibrio hormonal. La melatonina elevó los niveles de citocininas (como el t-ZOG), relacionadas con la longevidad del tejido, y redujo el ácido abscísico (ABA), una hormona vinculada a la senescencia (Trivellini et al., 2025).

Este tipo de tratamiento natural resulta particularmente atractivo como sustituto de reguladores de crecimiento sintéticos, al ser inocuo, biodegradable y compatible con las exigencias actuales del mercado internacional.

5.4. Comercialización: Mercados Locales, Ferias y Exportación

La comercialización de productos frutícolas en Ecuador responde a una estructura dual que combina canales de venta directa en el mercado interno y mecanismos orientados a la exportación. Esta complementariedad permite ampliar el alcance del sector frutícola, beneficiando tanto a pequeños productores como a actores integrados en cadenas globales. A continuación, se examinan sus principales características, desafíos y potencialidades.

5.4.1. Mercados Locales y Ferias Agroecológicas

En el contexto rural ecuatoriano, los mercados locales y las ferias agroecológicas constituyen una vía esencial de comercialización para pequeños y medianos productores. Estos circuitos cortos permiten vínculos directos entre productores y consumidores, reduciendo la intermediación, incrementando los ingresos y promoviendo sistemas agrícolas sostenibles (Contreras Díaz et al., 2017).

Las ferias también desempeñan una función cultural y política, ya que constituyen espacios donde se promueve el consumo responsable, se valoran los saberes tradicionales y se construyen relaciones comunitarias basadas en confianza y reciprocidad, a menudo mediante sistemas participativos de garantía (Intriago et al., 2017). En este marco, la visibilidad de frutas nativas, tradicionalmente excluidas de las cadenas de valor convencionales, es fortalecida como parte de estrategias de defensa territorial y soberanía alimentaria (Macas & Echarry, 2009; Deaconu et al., 2019; Blake et al., 2023).

Desde un enfoque nutricional y socioeconómico, estos espacios también mejoran el acceso a alimentos frescos, diversos y culturalmente relevantes, lo cual impacta positivamente en la seguridad alimentaria de las comunidades urbanas y rurales (Deaconu et al., 2019).

5.4.2. Comercialización para Exportación

El comercio exterior de frutas ecuatorianas ha ganado relevancia en las últimas décadas, con énfasis tanto en cultivos tradicionales como en productos emergentes como mango, pitahaya, aguacate, naranjilla y cacao en sistemas

agroforestales. No obstante, los mercados de exportación presentan exigencias estrictas en términos de trazabilidad, inocuidad y certificaciones, lo que representa una barrera para pequeños productores con limitadas capacidades técnicas y financieras (Charry et al., 2025).

Según evidencia de Ecuador, la inserción en mercados de alto valor requiere no solo altos rendimientos y calidad estandarizada, sino también economías de escala, acceso a tecnología, acompañamiento técnico y subsidios que permitan cubrir los costos asociados al cumplimiento de estándares internacionales (Charry et al., 2025).

Asimismo, se ha documentado un creciente interés de los consumidores internacionales por productos diferenciados, de origen agroecológico o tradicional, lo cual abre posibilidades para frutas nativas con valor nutricional o simbólico, como la tara o el tamarillo. Sin embargo, su inserción efectiva en estos nichos depende de procesos colectivos de organización de la oferta, inversión en infraestructura poscosecha, capacidades empresariales y políticas públicas alineadas a este objetivo (Encalada et al., 2025).

5.4.3. Estrategias Integradas y Desafíos Contextuales

La comercialización frutícola en Ecuador requiere una estrategia integral que articule los canales locales y de exportación, asegurando al mismo tiempo la valorización de atributos nutricionales, ecológicos y culturales de los productos. La inserción de especies nativas en mercados diferenciados no solo contribuye a la conservación de la agrobiodiversidad, sino también al incremento de los ingresos rurales, siempre que se estructuren cadenas de valor éticas, sostenibles y adaptadas al contexto territorial (Encalada et al., 2025).

Además, se hace necesaria una política pública coherente que promueva la bioeconomía local, la soberanía alimentaria y el desarrollo rural. Esto implica fomentar la asociatividad, el acceso a infraestructura, la capacitación técnica y empresarial, así como mecanismos financieros inclusivos (Rodríguez-de-Francisco et al., 2021).

En conclusión, mientras los mercados locales favorecen una comercialización justa y de proximidad, el comercio internacional puede representar una vía de expansión económica. Ambos canales, si se articulan adecuadamente, pueden potenciar una fruticultura resiliente, sostenible y competitiva para el Ecuador.

5.5. Normativas Sanitarias y Certificaciones

5.5.1. Contexto normativo e importancia para la fruticultura ecuatoriana

En la fruticultura moderna, el cumplimiento de normativas sanitarias y la obtención de certificaciones de calidad se ha transformado en un requisito indispensable para la sostenibilidad técnica, económica y ambiental de los sistemas de producción. Estas normativas garantizan no solo la inocuidad alimentaria y la trazabilidad del producto, sino también el acceso a mercados internacionales que exigen altos estándares de control. En Ecuador, la implementación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y la certificación

GlobalG.A.P. han cobrado protagonismo como herramientas para responder a las exigencias sanitarias y comerciales del comercio internacional.

En particular, las restricciones sanitarias sobre los residuos máximos de plaguicidas (Maximum Residue Limits, MRLs) han derivado en la configuración de nuevas barreras no arancelarias. La heterogeneidad en los límites de residuos establecidos por los países importadores puede reducir las exportaciones de frutas frescas. Se ha documentado que una mayor rigurosidad en los MRLs puede disminuir las exportaciones bilaterales hasta en un 8,8 %, y en el caso de las exportaciones desde Estados Unidos hacia la Unión Europea, esta reducción alcanza el 13,8 % (Hejazi et al., 2022).

Estas barreras no solo encarecen el cumplimiento normativo para los exportadores, sino que también implican riesgos significativos para la salud pública cuando no se controlan adecuadamente los residuos de metales pesados como plomo, cadmio o níquel en productos agrícolas, incluidos los frutícolas (Ortiz-Moriano et al., 2024).

5.5.2. Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en Ecuador

El Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Ecuador ha promovido la adopción de las BPA mediante programas de capacitación y certificación dirigidos especialmente a pequeños y medianos productores. Este enfoque busca garantizar la inocuidad del producto y reducir el impacto ambiental de las actividades agrícolas. Las BPA incluyen prácticas como el manejo racional de agroquímicos, la conservación del recurso hídrico y del suelo, el control integrado de plagas, y la higiene en las etapas de cosecha y postcosecha.

Aunque los estudios disponibles se han enfocado principalmente en el manejo higiénico de alimentos en mercados locales, los principios que sustentan estas prácticas son extrapolables al ámbito productivo frutícola. Por ejemplo, se ha identificado que los vendedores que aplican medidas básicas de higiene, como el uso de agua segura, control de residuos y protección contra plagas, ofrecen alimentos más seguros para el consumo, lo cual guarda directa relación con los objetivos de las BPA (Pilamala Rosales et al., 2023).

Además, el Ministerio de Salud Pública ha establecido normas específicas sobre el control sanitario de alimentos, reconociendo los riesgos derivados del manejo inadecuado de los productos alimenticios en toda la cadena agroalimentaria (MSP, 1992; MSP, 2019).

5.5.3. Certificación GlobalG.A.P. y su aplicabilidad

La norma GlobalG.A.P. se presenta como un estándar internacional que integra criterios rigurosos de producción agrícola segura, trazabilidad, bienestar laboral y sostenibilidad ambiental. En el contexto ecuatoriano, esta certificación es especialmente relevante para acceder a mercados de alto valor como la Unión Europea, donde se exige la garantía de prácticas agrícolas controladas y sostenibles.

Si bien no se menciona directamente GlobalG.A.P. en los estudios revisados, trabajos vinculados al comercio internacional de productos agrícolas –como el caso de la floricultura ecuatoriana– muestran que el cumplimiento de

certificaciones internacionales es fundamental para sostener la competitividad del país frente a exigencias de trazabilidad y sostenibilidad (Franze & Ciroth, 2011).

Asimismo, en cadenas agroalimentarias sensibles, como las de productos marinos y cacaoteros, se ha evidenciado que los errores en el etiquetado, la sustitución de especies y la falta de trazabilidad adecuada pueden incrementar el riesgo sanitario por exposición a contaminantes, reforzando la necesidad de sistemas de certificación sólidos desde el origen (Ortiz-Moriano et al., 2024).

5.5.3. Retos para los productores y recomendaciones estratégicas

Para muchos fruticultores ecuatorianos, en particular los de pequeña escala, cumplir con BPA y estándares como GlobalG.A.P. representa un desafío complejo. Los costos de certificación, la limitada asistencia técnica y la falta de infraestructura para análisis y control de residuos dificultan el cumplimiento de estas exigencias. Esta situación amplía las brechas entre productores con acceso a mercados diferenciados y aquellos relegados a canales informales o de bajo valor.

Sin embargo, estas normas no deben verse como una barrera, sino como una oportunidad para mejorar la calidad del producto, reducir las pérdidas por rechazos comerciales y acceder a mejores precios. Para ello, es necesario:

- Establecer políticas públicas que subsidien o cofinancien los procesos de certificación.
- Reforzar programas de extensión agrícola y capacitación técnica en el manejo seguro de insumos.
- Instalar laboratorios regionales de análisis de residuos y contaminantes.
- Promover la asociatividad de productores para certificaciones colectivas y fortalecimiento logístico.

La institucionalización de estos mecanismos contribuirá no solo a mejorar el posicionamiento internacional de la fruticultura ecuatoriana, sino también a proteger la salud del consumidor, fortalecer la seguridad alimentaria nacional y garantizar un comercio agrícola más justo y responsable.

5.6. Reflexión del capítulo

La cosecha, la poscosecha y la comercialización son etapas críticas que determinan el éxito final de todo el proceso frutícola. No basta con producir bien: es necesario saber cuándo y cómo cosechar, cómo conservar la calidad del fruto durante su transporte y, sobre todo, cómo llegar a los mercados adecuados con productos que cumplan estándares cada vez más exigentes. Este capítulo ha demostrado que la calidad no solo se cultiva, también se preserva y se comunica.

En Ecuador, donde muchas frutas recorren distancias considerables desde su punto de producción hasta el consumidor nacional o internacional, las pérdidas poscosecha y la informalidad en la comercialización aún representan desafíos relevantes. Aplicar técnicas adecuadas, cumplir normativas sanitarias y acceder a certificaciones como BPA o GlobalG.A.P. no solo mejora el valor

comercial del producto, sino que también fortalece la confianza de los consumidores y abre puertas a mercados más competitivos.

Al integrar el conocimiento técnico con la realidad productiva del país, este capítulo refuerza la importancia de profesionalizar cada eslabón de la cadena frutícola. Desde el momento de identificar la madurez del fruto hasta negociar su precio en ferias o exportadoras, se requiere una actitud proactiva, informada y ética. Solo así es posible construir sistemas agrícolas que respeten el esfuerzo del productor, respondan a las exigencias del mercado y promuevan una economía rural más justa y sostenible.

Este cierre nos recuerda que una fruta bien comercializada no es solo un producto vendido: es una oportunidad concreta de desarrollo para las familias y comunidades que viven de la fruticultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali Khan, H., Farooq, U., Saleem, S. R., Zhang, X., Chen, Y., & Zhao, L. (2024). Design and development of machine vision robotic arm for vegetable crops in hydroponics. *Smart Agricultural Technology*, 9, 100628. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100628>
- Blake, L. J., Chohan, J. K., & Escobar, M. P. (2023). Agro-extractivism and neoliberal conservation: Campesino territorial defense and agrarian struggles in Boyacá, Colombia. *Journal of Rural Studies*, 102, 103071. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103071>
- Charry, A., Perea, C., Ramírez, K., Zambrano, G., Yovera, F., Santos, A., Jiménez, T., Romero, M., Lundy, M., Quintero, M., & Pulleman, M. (2025). The bittersweet economics of different cacao production systems in Colombia, Ecuador and Peru. *Agricultural Systems*, 224, 104235. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104235>
- Conejero, M. N., Montes, H., Bengochea-Guevara, J. M., Garrido-Rey, L., Andújar, D., & Ribeiro, A. (2025). A collaborative robotic fleet for yield mapping and manual fruit harvesting assistance. *Computers and Electronics in Agriculture*, 235, 110351. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110351>
- Contreras Díaz, J., Chauca, M. P., & Ceballos, S. T. (2017). Circuitos cortos de comercialización agroecológica en el Ecuador. *Idesia (Arica)*, 35(3), 71-80. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292017000300071>
- Cristescu, S. M., Mandon, J., Arslanov, D., De Pessemier, J., Hermans, C., & Harren, F. J. M. (2013). Current methods for detecting ethylene in plants. *Annals of Botany*, 111(3), 347-360. <https://doi.org/10.1093/aob/mcs259>
- De Chiara, M. L. V., Pirozzi, D., Aponte, M., & Romano, R. (2023). Effect of microwave mild heat treatment on postharvest quality of table grapes. *Advances in Horticultural Science*, 37(1), 33-40. <https://doi.org/10.36253/ahsc-13908>
- Deaconu, A., Mercille, G., & Batal, M. (2019). The agroecological farmer's pathways from agriculture to nutrition: A practice-based case from Ecuador's Highlands. *Ecology of Food and Nutrition*, 58(2), 142-165. <https://doi.org/10.1080/03670244.2019.1587510>
- Encalada, D., Castro, L. M., Cabrera, O., Ramón, P., Reyes-Bueno, F., & Paul, C. (2025). Factors influencing the expressed willingness to transition from collection to cultivation of non-timber forest products: The case of *Caesalpinia spinosa* in southern Ecuador. *Forest Policy and Economics*, 170, 103366. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2024.103366>

- Franze, J., & Ciroth, A. (2011). A comparison of cut roses from Ecuador and the Netherlands. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 16(4), 366-379. <https://doi.org/10.1007/s11367-011-0266-x>
- Hasan, M. U., Singh, Z., Shah, H. M. S., Kaur, J., Woodward, A., Afrifa-Yamoah, E., & Vithana, M. D. K. (2025). Preharvest methyl jasmonate application regulates ripening, colour development and improves phytochemical quality of fruits: A review. *Scientia Horticulturae*, 339, 113909. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.113909>
- Hejazi, M., Grant, J. H., & Peterson, E. (2022). Trade impact of maximum residue limits in fresh fruits and vegetables. *Food Policy*, 106, 102203. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2021.102203>
- Intriago, R., Gortaire, R. A., Bravo, E., & O'Connell, C. (2017). Agroecology in Ecuador: Historical processes, achievements, and challenges. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 41(3-4), 311-328. <https://doi.org/10.1080/21683565.2017.1284174>
- Khan, H. A., Saleem, S. R., Farooq, U., Zhang, X., Chen, Y., & Zhao, L. (2024). Design and evaluation of a robotic prototype for gerbera harvesting. *Computers and Electronics in Agriculture*, 228, 109671. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109671>
- Lim, T. W., Lim, R. L. H., Pui, L. P., Tan, C. P., & Ho, C. W. (2025). Red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*), a superfruit rich in betacyanins pigments with antioxidative potential. *Future Foods*, 11, 100562. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100562>
- Lin, L., Luo, X., Yu, H., Wang, Q., Zhang, Z., & Li, K. (2024). The effect of postharvest water migration on metabolism of cassava root by hypobaric storage. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 93, 103609. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2024.103609>
- Macas, B., & Echarry, K. (2009). *Caracterización de mercados locales agroecológicos y sistemas participativos de garantía que se construyen en el Ecuador*. Coordinadora Ecuatoriana de Agroecología.
- Ministerio de Salud Pública. (1992). *Reglamento para el control sanitario de alimentos que se expenden en la vía pública* (Acuerdo No. 14381).
- Ministerio de Salud Pública. (2019). *Subsistema de Vigilancia SIVE-ALERTA: Enfermedades transmitidas por agua y alimentos, Ecuador, SE 1-28*.
- Ordoñez Trejo, E. J., Brizzolara, S., Cardillo, V., Ruperti, B., Bonghi, C., & Tonutti, P. (2023). The impact of PGRs applied in the field on the postharvest behavior of fruit crops. *Scientia Horticulturae*, 318, 112103. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.112103>

- Ortiz-Moriano, M. P., Machado-Schiaffino, G., Garcia-Vázquez, E., & Ardura, A. (2024). Traceability challenges and heavy metal risks in commercial shrimp and prawn. *Food Control*, 157, 110193. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2023.110193>
- Pilamala Rosales, A., Linnemann, A. R., & Luning, P. A. (2023). Food safety knowledge, self-reported hygiene practices, and street food vendors' perceptions of current hygiene facilities and services - An Ecuadorean case. *Food Control*, 144, 109377. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109377>
- Rodríguez-de-Francisco, J. C., del Cairo, C., Ortiz-Gallego, D., Vélez-Triana, J. S., Vergara-Gutiérrez, T., & Hein, J. (2021). Post-conflict transition and REDD+ in Colombia: Challenges to reducing deforestation in the Amazon. *Forest Policy and Economics*, 127, 102450. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102450>
- Sadekla, S., Menapace, L., & Ola, O. (2025). Sustainable postharvest processing technologies for dried food commodities and firm-level adoption: A critical review. *Journal of Stored Products Research*, 113, 102665. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2025.102665>
- Seifert, B., Pflanz, M., & Zude, M. (2014). Spectral shift as advanced index for fruit chlorophyll breakdown. *Food and Bioprocess Technology*, 7(7), 2050-2059. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1218-1>
- Tituaña, L., Gholami, A., He, Z., Xu, Y., Karkee, M., & Ehsani, R. (2024). A small autonomous field robot for strawberry harvesting. *Smart Agricultural Technology*, 8, 100454. <https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100454>
- Trivellini, A., Franzoni, G., Ferrante, A., & Mensuali, A. (2025). Melatonin improves the postharvest life of cut ruscus foliage after a long storage condition. *Postharvest Biology and Technology*, 222, 113419. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2025.113419>
- Wang, Q., He, H., Liu, C., Wang, C., Chen, B., Wang, X., Liu, H., & Zhang, Y. (2025). Insights of freshness phenotype detection for postharvest fruit and vegetables. *Plant Phenomics*, 7, 100042. <https://doi.org/10.1016/j.plaphe.2025.100042>
- Yang, L., Noguchi, T., & Hoshino, Y. (2024). Development of a pumpkin fruits pick-and-place robot using an RGB-D camera and a YOLO based object detection AI model. *Computers and Electronics in Agriculture*, 227, 109625. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.109625>
- Zhang, P., Wei, Y., Xu, F., Wang, H., Chen, M., & Shao, X. (2020). Changes in the chlorophyll absorbance index (IAD) are related to peach fruit maturity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 48(1), 34-46. <https://doi.org/10.1080/01140671.2019.1664598>

Marcos Antonio Espinosa Aguilar es Ingeniero Agrónomo y Economista Agropecuario por la Universidad Técnica de Machala, donde actualmente se desempeña como docente e investigador. Cuenta con una Maestría en Agroecología y Agricultura Sostenibles, un Máster en Iniciativa Empresarial: Análisis y Estrategias, y es Doctor en Ciencias Agrarias y Ambientales por la Universidad de Castilla-La Mancha (España). Con una trayectoria de más de 15 años dedicada a la formación de profesionales en producción agrícola, agronegocios y sostenibilidad, ha liderado procesos educativos orientados al fortalecimiento de capacidades técnicas y comerciales en el sector agropecuario. Su labor combina investigación aplicada, asesoría técnica y compromiso académico, contribuyendo al desarrollo de una fruticultura moderna, contextualizada y sostenible en el Ecuador.

<https://orcid.org/0000-0003-2608-0769>
maespinosa@utmachala.edu.ec

ISBN: 978-9942-53-038-7



Compás
capacitación e investigación