

# El chirimoyo



## *(Annona cherimola* Mill.): producción en los valles interandinos de Ecuador

Wilson Arturo Vásquez Castillo  
Pablo Francisco Viteri Díaz  
William Fernando Viera Arroyo  
Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez  
Paúl Ricardo Mejía Bonilla

Mauricio Andrés Racines Oliva  
Jorge Luis Merino Toro  
Michelle Alejandra Noboa Basantes  
Yamil Everaldo Cartagena Ayala  
María Raquel Meléndez-Jácome



*udla*  
ediciones



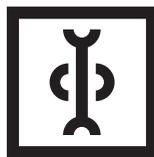






**El chirimoyo  
(*Annona cherimola* Mill.):**

producción en los valles  
interandinos de Ecuador





# **El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.):**

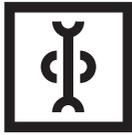
producción en los valles  
interandinos de Ecuador

## **Autores**

Wilson Arturo Vásquez Castillo  
Pablo Francisco Viteri Díaz  
William Fernando Viera Arroyo  
Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez  
Paúl Ricardo Mejía Bonilla  
Mauricio Andrés Racines Oliva  
Jorge Luis Merino Toro  
Michelle Alejandra Noboa Basantes  
Yamil Everaldo Cartagena Ayala  
María Raquel Meléndez-Jácome



**Instituto Nacional de  
Investigaciones Agropecuarias**



eje

La colección *Eje* presenta una serie de conocimientos y saberes fundamentales que permiten al lector sobrepasar diversas etapas para comprender los enunciados y explicaciones técnicas sobre un elemento específico.

**El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.):  
producción en los valles interandinos de Ecuador**

© Wilson Arturo Vásquez Castillo, Pablo Francisco Viteri Díaz,  
William Fernando Viera Arroyo, Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez,  
Paúl Ricardo Mejía Bonilla, Mauricio Andrés Racines Oliva,  
Jorge Luis Merino Toro, Michelle Alejandra Noboa Basantes,  
Yamil Everaldo Cartagena Ayala, María Raquel Meléndez-Jácome

© Universidad de Las Américas  
Facultad de Ciencias de la Salud  
Campus UDLA Park  
Redondel del Ciclista  
Vía a Nayón, s/n  
www.udla.edu.ec  
Facebook: @udlaQuito  
Quito, Ecuador

Primera edición: marzo, 2024

**EDICIÓN**

Susana Salvador Crespo  
Coordinadora UDLA Ediciones

**CUIDADO DE LA EDICIÓN**

Fabrizio Cerón Rivas  
Analista editorial UDLA Ediciones

**CORRECCIÓN DE ESTILO**

Andrea Carrillo Andrade

**DISEÑO DE CUBIERTA**

Fausto Machado Ayala

**DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN**

Fausto Machado Ayala

**EDITORIAL**

UDLA Ediciones

ISBN: 978-9942-779-85-4

Gracias por respetar las leyes del copyright al no reproducir, escanear ni distribuir ninguna parte de esta obra sin la debida autorización. Al hacerlo está respetando a los autores y permitiendo que la UDLA continúe con la difusión del conocimiento. Reservados todos los derechos. El contenido de este libro se encuentra protegido por la ley y es publicado bajo licencia exclusiva mundial.

Antes de su publicación, esta obra fue evaluada bajo la modalidad de revisión por pares anónimos.

Impreso en Quito, Ecuador, 2024

## Presentación

En este libro, *El chirimoyo (Annona cherimola Mill.): producción en los valles interandinos de Ecuador*, se realiza una síntesis del cultivo desde el origen primario por su mayor diversidad genética, las condiciones ambientales y de suelo para su mejor adaptación y el manejo agronómico con las tecnologías desarrolladas a nivel nacional e internacional más recomendadas para la producción en los valles interandinos ecuatorianos. El libro muestra una visión exhaustiva y detallada de cómo cultivar y manejar adecuadamente este frutal subtropical de gran potencial agronómico, por sus cualidades nutricionales, productivas y económicas. La combinación de las investigaciones rigurosas realizadas en el país y la región, más la experiencia desarrollada por los equipos técnicos, han permitido que los autores pongan a consideración de los actores de la industria del cultivo de chirimoya las mejores prácticas agronómicas sostenibles (BPA) para lograr maximizar el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto, considerando la salud de los consumidores y el manejo racional de los recursos para su conservación.

Los autores a través de los capítulos del libro describen las características generales del cultivo. Así, se da a conocer la fisiología de la planta que ha permitido desarrollar diversas tecnologías que posibilitan el manejo agronómico específico del cultivo. De igual manera, se destacan alternativas para el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), así como del manejo de suelos y fertilización del cultivo, que se exponen de manera concreta y clara a lo largo de este documento.

Esta lectura se considera importante para comprender los procesos productivos del chirimoyo y mejorar significativamente las técnicas de manejo de este cultivo, que contribuirán a optimizar la productividad y rentabilidad. Esto debe complementarse con un fuerte trabajo de transferencia de tecnología para lograr la adopción de los productores y evitar que con el paso del tiempo este frutal quede relegado y olvidado por las nuevas generaciones.

## Agradecimientos

A los investigadores y personal técnico administrativo de la Universidad de Las Américas (UDLA), al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias del Ecuador (INIAP), a los INIA de los diferentes países latinoamericanos y al Instituto de Hortofruticultura Subtropical y Mediterránea, la Mayora-España, por sus experiencia, conocimientos e información que resultaron aportes fundamentales para los temas que se abordan en este libro. También a las autoridades de la UDLA e INIAP que apoyaron y facilitaron la concreción de este documento.

A los miembros de la Red Latinoamericana de Frutales Nativos–NATIFRUT, por las contribuciones analíticas y técnicas en el desarrollo de tecnología sobre el cultivo.

A la Comunidad Económica Europea, a través del Proyecto CHERLA, el cual hizo posible la ejecución de investigaciones para el desarrollo de conocimiento y tecnologías, liderado por Iñaki Ormaza.

A los estudiantes de pregrado y posgrado de las universidades de Ecuador, que realizaron sus temas de titulación y cuya información y fotografías fueron utilizadas en esta publicación. A los productores de chirimoya y técnicos de instituciones involucradas en la transferencia de tecnología, quienes contribuyen a la adopción de nuevas tecnologías para mejorar la productividad y calidad de la fruta, para evitar la extinción de esta especie subutilizada, de base genética estrecha y con potencial agroindustrial, que puede mejorar los ingresos y calidad de vida de quienes participan en la cadena de producción.

# Contenidos

<b>Presentación</b>	<b>IX</b>		
<b>Contenidos</b>	<b>XI</b>		
<b>Introducción</b>	<b>13</b>		
<b>Capítulo primero</b>	<b>17</b>		
Ecología del cultivo de chirimoya	17		
Origen y distribución	17		
Características ecológicas	17		
Factores climáticos	17		
Factores edáficos	19		
<b>Capítulo segundo</b>			
Zonas de cultivo, sistemas de producción y caracterización de los productores	<b>21</b>		
Zonas de producción de la chirimoya	21		
Sistemas de producción y manejo tradicional en Ecuador	24		
Características socioeconómicas de los productores de chirimoya en Ecuador	26		
<b>Capítulo tercero</b>			
Características generales de la planta y variedades cultivadas de chirimoya	<b>31</b>		
Características generales	31		
Clasificación taxonómica	31		
Descriptores de la chirimoya	32		
Morfología de la planta	33		
Árbol	33		
Raíz	33		
Tronco y ramas	34		
Hojas	34		
Yemas	35		
Flor	37		
Fruto	39		
Semillas	43		
		Cultivares de chirimoya en Ecuador	44
		Análisis de agrupamientos de accesiones de chirimoya	44
		Cultivares comerciales	48
		<b>Capítulo cuarto</b>	
		<b>Propagación y establecimiento de huertos</b>	<b>57</b>
		Propagación del cultivo	57
		Obtención y preparación de las semillas de plántulas	58
		Formación de semilleros y emergencia de plántulas	58
		Trasplante	59
		Injertación	59
		Manejo de las plantas	60
		Establecimiento del cultivo	61
		Selección del terreno	61
		Preparación del suelo	61
		Plantación	62
		<b>Capítulo quinto</b>	
		<b>Nutrición de la planta</b>	<b>69</b>
		Condiciones de suelo	69
		Nutrición	70
		Funciones de los nutrientes y síntomas de deficiencias nutrimentales	70
		Fertilización	75
		<b>Capítulo sexto</b>	
		<b>Labores Culturales: riego, poda, polinización y control arvenses</b>	<b>83</b>
		Riego del cultivo	83
		Factores que intervienen en la disponibilidad y absorción del agua	
		Efectos del agua	84
		Riego relacionado con fisiología y fenología del chirimoyo	84

Requerimientos de agua del cultivo	85	<b>Capítulo noveno</b>	<b>129</b>
Frecuencia de riego y tiempo de riego	87	<b>Manejo integrado de plagas</b>	
Sistemas de riego	89	Generalidades	129
Calidad del agua de riego	90	Insectos plaga	129
Poda y conducción de las plantas	90	Mosca de la fruta ( <i>Anastrepha fraterculus</i> )	129
Tipos de poda	91	Hormiga ( <i>Monomorium</i> sp.)	132
Polinización del chirimoyo	99	Plateado o minador del chirimoyo	
Polinización natural	99	( <i>Phyllocnistis</i> sp.)	132
Polinización artificial o manual	100	Cochinilla blanca ( <i>Planococcus</i> sp.)	133
Ventajas de la polinización manual	100	Enfermedades al nivel de insectos plaga	133
Desventajas de la polinización manual	100	Antracnosis del fruto ( <i>Colletotrichum</i> sp.)	133
Conocimientos básicos	100	Roya ( <i>Phakopsora</i> sp.)	134
Resultados obtenidos en investigaciones	104	Alternaria ( <i>Alternaria alternata</i> )	134
Viabilidad del polen	106		
Control de arvenses	106	<b>Capítulo décimo</b>	<b>137</b>
<b>Capítulo séptimo</b>		<b>Cosecha, postcosecha y comercialización</b>	<b>137</b>
<b>Manejo de la producción forzada en chirimoya</b>	<b>109</b>	Cosecha	137
Antecedentes	109	Postcosecha	138
Características fisiológicas generales para producción forzada	110	Almacenamiento de la fruta	138
Funcionamiento fenológico de la chirimoya	111	Fisiología de la fruta	139
Problemática de la producción y brotación	111	Problemas en postcosecha	139
Problemática de la producción	111	Técnicas de conservación	140
Problemática de la brotación	111	Cambios físicos-químicos del fruto	140
Manejo de la producción forzada	112	Composición química de la pulpa de chirimoya	143
Concepción	112	Propiedades y beneficios	144
Manipulación del reposo o dormancia (ecodormancia y paradormancia)	112	Industrialización	146
Empleo de cultivares precoces	112	Comercialización	146
Condiciones ambientales para manipulación de las plantas	113		
Resultados de investigación	113	<b>Glosario</b>	<b>151</b>
Defoliación e inducción de la brotación	113	<b>Reseñas profesionales</b>	<b>155</b>
Producción de fruta fuera de época	115	<b>Índice de figuras</b>	<b>158</b>
Conclusiones	115	<b>Índice de tablas</b>	<b>162</b>
Recomendaciones para aplicación del defoliante e inductor de brotación	116	<b>Referencias</b>	<b>165</b>
<b>Capítulo octavo</b>			
<b>Fruticultura moderna: manejo de plantaciones de alta densidad</b>	<b>119</b>		
Generalidades	119		
Factores que influyen en la densidad de plantación	119		
Resultados en el manejo de la alta densidad y sistemas de conducción	120		
Experiencia chilena	120		
Experiencia ecuatoriana	122		

## Introducción

La chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) ha sido considerada como la más fina de las anonas. Su origen, aceptado por la comunidad científica hasta hace poco, se ubica entre el sur de Ecuador y el norte de Perú, gracias a su diversidad genética y a restos arqueológicos encontrados, sobre todo en Perú. Esta especie formaba parte de los denominados cultivos perdidos de los incas y era muy conocida entre las poblaciones indígenas de América Latina.

Estudios recientes de distribución de la diversidad de la especie en el Neotrópico —mediante el uso de marcadores moleculares y sistemas de información geográfica— evidencian que la diversidad genética más alta estuvo presente en las muestras colectadas en Centroamérica (en países como Honduras y Guatemala). Esta gran variabilidad se presenta en los orígenes de cada especie; por lo tanto, ahora es considerada el centro de origen primario de la chirimoya, y Sudamérica sería un centro secundario de diversidad.

La chirimoya es un importante cultivo en Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela, países en los que se encuentran huertos pequeños o pocas plantas para su aprovechamiento doméstico. Fuera de estas zonas geográficas, únicamente en Chile, España y Estados Unidos hay plantaciones de chirimoyas comerciales.

Aunque este cultivo ha sido considerado por muchos autores como una fruta con gran futuro para la comercialización, debido a sus cualidades organolépticas, nutricionales, farmacéuticas y alto potencial económico, no ha podido establecerse en

Ecuador como un cultivo comercial a nivel nacional o de exportación. Lamentablemente, el manejo del chirimoyo para que sea económicamente rentable es complejo, ya que se requieren conocimientos de producción frutícola forzada, mediante el uso de defoliantes e inductores de brotación, sistemas de poda, polinización manual y control de mosca de la fruta, lo cual ha limitado mucho la gestión técnica del cultivo.

Adicionalmente, el cultivo comercial de la chirimoya se ha visto limitado por factores como la falta de valoración y promoción del cultivo; incipiente caracterización y selección de germoplasma de calidad, concentración de la producción y escaso desarrollo de técnicas de cultivo, conservación y uso agroindustrial. Estos impiden el incremento de rendimientos, la calidad de las cosechas, y la adición de valor agregado apropiados.

Ecuador necesita diversificar sus cultivos y producción para mejorar su capacidad competitiva y acceder a nichos de mercado que demandan frutas no tradicionales como la chirimoya. Por ello, son necesarias políticas estatales y proyectos que promuevan y apoyen su cultivo y comercialización, para incrementar el ingreso de divisas y fuentes de empleo. Con este fin, se requiere del desarrollo y difusión de tecnologías para el manejo integrado del cultivo, de tal forma que se contribuya a incrementar la superficie cultivada, los rendimientos, los volúmenes de producción y la calidad de la fruta.

Frente a la situación actual de estancamiento, e incluso ante la reducción tanto del área como

de la producción de la chirimoya a nivel nacional, es necesario impulsar nuevamente su cultivo. Conscientes de esta realidad, la Universidad de Las Américas (UDLA) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), a través del Programa de Fruticultura (EESC), ponen a consideración de profesionales, estudiantes y productores del sector agrícola esta publicación sobre el cultivo del chirimoyo para que sea una guía de consulta para el manejo tecnológico de este importante frutal.

El presente documento es una compilación realizada en Ecuador por varias instituciones tanto públicas como privadas, ejecutadas a través del financiamiento de proyectos nacionales e internacionales durante los últimos 20 años. En su ejecución participaron estudiantes de pregrado y posgrado de varias universidades del país.

El presente libro está conformado por diez capítulos organizados de manera cronológica. El capítulo uno aborda la ecología del cultivo del chirimoyo, su origen y requerimientos edafoclimáticos. El capítulo segundo abarca los requerimientos del clima y suelo del chirimoyo; también considera los sistemas de producción, la caracterización de los productores respecto al manejo del cultivo y sus limitantes. Además, se detallan estadísticas de los países productores en el mundo respecto a producción, superficie y exportación. El capítulo tercero describe la taxonomía de la planta, su hábito de crecimiento y morfología, así como también hace un estudio de las estructuras reproductivas (flor), la fecundación hasta llegar a la madurez y la fisiología el fruto, describiendo sus características físicas. Adicionalmente, se realiza una descripción física y química de los cultivares más importantes en el país y se finaliza con la fenología reproductiva de esta especie. El capítulo cuarto trata sobre las formas de propagación para la producción de plantas de calidad y se señalan las consideraciones para el establecimiento de huertos comerciales en los valles interandinos del país, partiendo de la preparación del terreno y las distancias de plantación. El capítulo quinto se enfoca en la nutrición de la planta en función de los requerimientos del cultivo y la fertilidad del suelo. Para esto se considera la

edad de la planta y su fenología. Se detallan las deficiencias nutricionales de los macro y micronutrientes en las hojas, tallos y frutos del chirimoyo. Se explica cómo realizar un muestreo de suelo que sea representativo previo a enviarlo a los laboratorios para los análisis físicos y químicos. Esto se complementa con los análisis nutricionales de las hojas. El capítulo sexto aborda algunas prácticas de manejo de la planta, como las podas, considerando el desarrollo de la planta y su edad. Trata de las modalidades de riego y el manejo de las arveneses, en las que se considera mantener cobertura vegetal como una alternativa ecológica, que favorece la visita de insectos polinizadores. También, se detallan los tipos de polinización (la natural y la asistida, realizada por las personas). La producción forzada en la chirimoya se aborda en el capítulo séptimo, técnica desarrollada en el país, considerando las condiciones climáticas existentes, permitiendo manejarla como una planta caducifolia, y tener producción todo el año, adelantándola o retrasándola. El capítulo octavo describe los estudios realizados en el país para el establecimiento y manejo de huertos de alta densidad, considerando las distancias de plantación y podas. El capítulo noveno aborda las principales plagas que afectan a la fruta y la planta de chirimoya, con base en el manejo integrado de las plagas. Para esto, se describe plaga, época y órgano que ataca, así como las formas de control, tomando en consideración proteger la salud de los consumidores, los trabajadores y el ambiente. Finalmente, el capítulo décimo describe las prácticas que se deben tener en cuenta para la cosecha, como detectar que la fruta esté lista (características físicas y químicas), el manejo postcosecha para la comercialización de la fruta en fresco, la composición química del fruto y sus compuestos nutricionales. Adicionalmente, se dan algunos ejemplos para la industrialización del fruto y formas de consumo y se describe cómo comercializar la fruta en Ecuador.

Los autores esperamos que esta publicación sea un aporte para los productores de chirimoya y todas las personas involucradas en la industria de esta fruta. Pese a tener gran potencial y demanda en el mercado nacional e internacional, esta no se ha podido desarrollar tecnológicamente en el país.



# 1

---



<sup>1</sup> Las fotografías sin la fuente en la figura corresponden a los autores.

# Capítulo primero

## Ecología del cultivo de chirimoya

### Origen y distribución

En un principio y, de acuerdo con estudios de varios autores, la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) es originaria de América, probablemente de las vertientes de los valles interandinos del sur de Ecuador y norte de Perú (Pinto *et al.*, 2005; Guirado *et al.*, 2003; Van Damme y Scheldeman, 1999). Sin embargo, investigaciones recientes han mostrado que el origen de la chirimoya es la región Mesoamericana, en donde se encuentra aún en estado silvestre (Larranaga *et al.*, 2017).

La chirimoya se define como un cultivo perdido de los incas. Esto se debe al reducido aprovechamiento y atención en los lugares de origen. La chirimoya se ha logrado extender por todo el mundo, comenzando por las montañas andinas de México, Estados Unidos y Centroamérica. En Europa, ingresó a través de España, desde donde se distribuyó a Portugal, Italia, Francia y Argelia. En el sur de América, se distribuyó a Chile, Argentina y Bolivia (Guirado *et al.*, 2003; Pinto *et al.*, 2005; Rodríguez, 2013).

La chirimoya es un frutal que requiere condiciones subtropicales, lo que lo convierte en uno de los cultivos con una participación mundial relativamente baja. Se encuentra de manera comercial en Ecuador, España (Málaga y Granada), Perú, Estados Unidos, Portugal, Bolivia, Chile y Colombia. Sin embargo, se conoce que, en países como Egipto, Sri Lanka, Brasil, Sudáfrica, Australia, Israel, Filipinas e India, se cultivan híbridos de la chirimoya junto con anona (*Annona squamosa*), debido a las altas

precipitaciones acompañadas de clima cálido (Guirado *et al.*, 2003; Bonaventure, 1999, p. 32; González, 2013).

En Ecuador, se ha logrado distribuir en los valles pertenecientes a la Sierra, en donde se pueden encontrar cultivos comerciales en las provincias de Azuay, Pichincha, Loja e Imbabura. En la región Costa, la guanábana (*Annona muricata*) y anona (*Annona squamosa*) son cultivados de manera constante (Yáñez, 2018; Farré *et al.*, 1999).

El nombre *chirimoya* proviene de la lengua quechua; tiene dos traducciones: seno frío (moyuseno, chirifrío) y semilla fría (moyasemilla, chirifrío) (Popenoe, 1934; Atiencia, 2010).

### Características ecológicas

A nivel mundial, la chirimoya es cultivada en latitudes comprendidas entre los 37 ° norte y 37 ° sur; es decir, en zonas subtropicales con bajas y medianas precipitaciones (Bonaventure, 1999, p. 32). En Ecuador, las características necesarias para el óptimo desarrollo de la chirimoya corresponden a la zona de vida bosque seco montano bajo (bsMB), en donde se encuentran los valles interandinos, principalmente (Cañadas, 1983, p. 210).

### Factores climáticos

De acuerdo con su origen, la chirimoya se adapta mejor a climas subtropicales secos, en donde no existan heladas. En condiciones tropicales, existe

la posibilidad de ser cultivada en áreas donde las temperaturas y precipitaciones no sean excesivamente altas (Rodríguez, 2013). Los factores climáticos que influyen en el desarrollo del cultivo son:

### **Altitud**

La chirimoya en forma silvestre o comercial se desarrolla en los valles subtropicales, en altitudes desde los 700 m s. n. m., presentando un mejor desarrollo entre 1 200 a 2 000 m s. n. m. (IPGRI, 2002; Yaguana, 2018); sin embargo, en Ecuador pueden encontrarse plantaciones hasta 2 400 m s. n. m. (Yaguana, 2018).

### **Temperatura**

En términos generales, en los valles interandinos templados de Ecuador, donde se cultiva la chirimoya, las temperaturas medias fluctúan entre 16 °C y 17 °C, con máximas y mínimas medias de 24 °C y 12 °C, respectivamente (Proexant, 1993; Rodríguez, 2013). En zonas con temperaturas promedio más altas, los ciclos de flor a cosecha se acortan, se acelera el crecimiento de los frutos y se incrementa el contenido de azúcar de los frutos (UCV, 1999). Estas temperaturas facilitan que las plantas puedan mantenerse en continua actividad, lo que permite que se puedan aplicar las tecnologías de producción forzada para manipularlas (Viteri *et al.*, 2005).

El árbol de la chirimoya es una planta muy sensible a temperaturas extremas; por esto, a las inferiores a -2 °C existe la posibilidad de que ocurran daños considerables tanto en hojas como en frutos y tallos. Por el contrario, cuando las temperaturas alcanzan los 33 °C, la calidad del polen y la receptividad de los pistilos disminuyen considerablemente, afectando los procesos de polinización y fecundación. Con temperaturas medias máximas de 29 °C, se reduce el cuajado de frutos y se acentúa la caída de frutos recién formados; además, se pueden producir quemaduras de hojas y frutos muy expuestos al sol (Guirado *et al.*, 2003; Bonilla, 2018).

En Ecuador, durante la época de verano en los valles interandinos (junio-agosto), las altas temperaturas contribuyen a la maduración de los órganos

de la planta, ramillas, yemas, hojas y frutos; además, logran acelerar la caída y senescencia de las hojas, facilitando posteriormente la brotación de las yemas, cuando se inician las lluvias (Viteri *et al.*, 2005; Bonilla, 2018).

### **Precipitación**

Para el correcto crecimiento y desarrollo del cultivo de la chirimoya es necesario un óptimo nivel de lluvia que fluctúe entre 675 y 1 000 mm anuales. El registro de precipitación en los valles interandinos fluctúa entre 400 y 1 000 mm, entre los meses de octubre a mayo. De igual manera, se puede utilizar agua de riego con el fin de completar las necesidades hídricas de las plantas (Bonilla, 2018).

En algunos países, la chirimoya se cultiva en zonas subtropicales con precipitaciones cercanas a los 1 700 mm, lo cual puede afectar el cuajado de frutos cuando se presentan en plena floración, e incrementar la presencia de enfermedades (Nakasone y Paull, 1998; Elizalde, 2018).

La manipulación de las plantas para reducir la dormancia o reposo de las yemas y obtener cosechas en diferentes épocas se facilita en áreas de bajas precipitaciones. En estas condiciones, los tejidos y órganos maduran más rápido y los ciclos fenológicos se acortan; además, se facilita la aplicación y mejora el efecto de los defoliantes e inductores de brotación (Viteri *et al.*, 2005, Vanegas, 2014). El estrés hídrico antes de la floración puede incrementar la producción de flores (NRC, 1989).

### **Humedad relativa**

En lo referente a la humedad relativa, en las zonas de los valles interandinos, fluctúa entre 50 y 85 %, teniendo promedios mensuales cercanos al 80 %. Las humedades relativas altas permiten favorecer los procesos de receptividad estigmática y germinación del grano de polen, que incrementa el amarre de fruta. Sin embargo, una humedad relativa alta puede incentivar la presencia de enfermedades como la antracnosis en hojas y frutos (Nakasone y Paull, 1998; Rodríguez, 2013).

En zonas con baja humedad relativa o ambiental, se pueden afectar varios procesos fisiológicos relacionados con la polinización y fecundación de las flores. En estas condiciones se reduce la receptibilidad de los estigmas y la calidad del grano de polen; además, se favorece la presencia de insectos plaga y ácaros. La mayor densidad de plantas, riegos más frecuentes en las épocas críticas y el apoyo de sistemas de riego de microaspersión pueden mejorar los porcentajes de humedad relativa en las zonas de producción más secas (UCV, 1999).

### **Vientos**

Los vientos en las zonas de cultivo deben ser moderados, ya que, si son muy fuertes, pueden distorsionar la forma de crecimiento de las copas de los árboles, romper ramas e, incluso, tumbar árboles (Morales, 2015). Las épocas de floración y cuajamiento de frutos pueden provocar la caída de flores y frutos recién formados. Vientos fuertes, igualmente, pueden afectar los procesos de polinización y fecundación al desecar los estigmas por reducción de la humedad relativa. Por esto, en áreas propensas a vientos fuertes, se deberán establecer cortinas rompe vientos naturales o artificiales previo al establecimiento del cultivo (UCV, 1999; Bellotto y Manica, 1994; Guerrero, 2012). En la época de verano, estos vientos fuertes ayudan a la caída de las hojas maduras, lo cual permite descubrir las yemas y mejorar su brotación (Viteri *et al.*, 2011; Atiencia, 2010).

### **Fotoperiodo (horas luz)**

No ha sido reportada información sobre alguna respuesta de este frutal al fotoperiodo en las zonas de cultivo (Nakasone and Paull, 1998). En Europa, su producción es estacional y la exposición a mayor intensidad de luz en cierto momento del año promueve el desarrollo de frutas con muy buenas características.

### **Factores edáficos**

A continuación, se discutirán los factores que afectan el crecimiento y desarrollo del cultivo de chirimoya.

### **Textura**

El chirimoyo se logra adaptar a una amplia gama de suelos. Los mejores son los arcillo-arenosos o franco arenosos, con buen drenaje, aireados, con una cantidad entre 1.7 a 2.7 % de materia orgánica y buenos niveles de nitrógeno y potasio (UCV, 1999; Farré *et al.*, 1999; Bonilla, 2018).

### **Profundidad**

El sistema radicular del árbol de chirimoya es superficial y muy ramificado; se pueden presentar entre 2 y 3 pisos de raíces en niveles, llegando a ser poco profundas. Además, tiene entre 3 y 6 raíces pivotantes, en suelos favorables pueden profundizar mucho más (UCV, 1999). En suelos que sean franco-arenosos, el sistema radicular se desarrolla a diferentes profundidades. El 98 % de todas las raíces se logran desarrollar a una profundidad de 40 cm y el 2 % restante a una profundidad entre 80-90 cm (Moreno, 1987).

### **pH**

En cuanto a la acidez del suelo, el chirimoyo crece idóneamente en suelos con pH que van de 6.0 a 8.5, por lo que se consideran como los más adecuados los ligeramente ácidos (6.5) a ligeramente alcalinos (7.5) (Pinto *et al.*, 2005; Guirado *et al.*, 2003; Duchi, 2017).

# 2



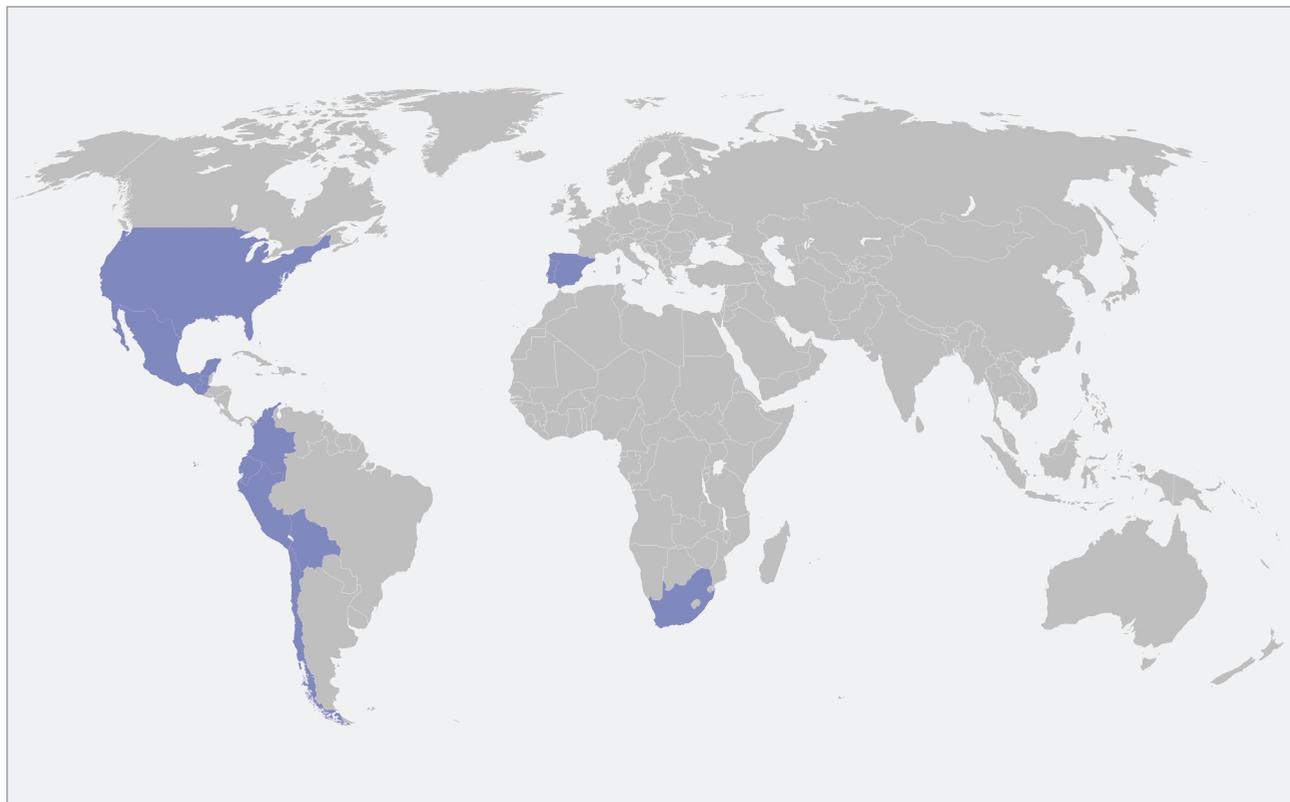
## Capítulo segundo

### Zonas de cultivo, sistemas de producción y caracterización de los productores

#### Zonas de producción de la chirimoya

La producción de la chirimoya se encuentra establecida en muchos países, que la han considerado como una fruta con un potencial importante de ingresos económicos, por lo que su cultivo se ha visto incrementado en los últimos años. La Figura 1 muestra un mapa de distribución de la fruta a nivel mundial.

**Figura 1.** Distribución del cultivo de chirimoya en el mundo



Fuente: Mata (2009).

A nivel mundial, el cultivo comercial de chirimoya se ha desarrollado principalmente en España, Chile y Perú. En estos países que han generado y adaptado tecnologías se ha logrado sistematizar la producción de esta fruta, que es comercializada en los mercados de Europa, principalmente, y, en menor escala, en Estados Unidos y Japón (Pérez *et al.*, 2006; Pinto *et al.*, 2005).

Por un lado, en el continente europeo, Díaz Robledo (2004) menciona que la chirimoya es una fruta que representa la flora tropical de España, ya que produce 20 000 toneladas en 3 600 hectáreas de cultivo y se la considera como “la obra maestra de la naturaleza”. Asimismo, este fruto también se encuentra en Italia —específicamente en la zona de Calabria— en donde a 2014 se reporta la implementación de manera comercial de 10 productores, los cuales cosechan 100 000 kilos de chirimoya en 15 hectáreas entre orgánicos y convencionales (Fresh Plaza, 2014).

Por otro lado, en el continente americano, de acuerdo con la FAO (2015), California es el único estado en América del Norte que produce este fruto: 1 000 toneladas en 120 hectáreas, destinadas tanto para mercado local como de exportación. En América del Sur, Chile es el mayor productor, ya que cuenta con más de 1 000 hectáreas de cultivo de chirimoya, destinadas principalmente al mercado de exportación. Propal S.A. es una de las empresas más importantes en Chile; acopia el 85 % de la producción para ser exportado, creando el consumo de chirimoya en Japón, Taiwán y Hong Kong, lo cual representa alta rentabilidad y buenas características socioeconómicas de los productores de chirimoya. Adicionalmente, en Perú lo producen, pero en menor cantidad, específicamente en los departamentos de Lima, Piura y Cajamarca; además, en la zona de Huaura, los productores se dedican al cultivo de chirimoya orgánica y, en Colombia, la producción se centra en las zonas de Antioquía, Cundinamarca Nariño y (Hernández, 2010; Delgado, 2005, p. 19).

La Tabla 1 recopila los reportes a 2005 de los principales países productores de la fruta.

**Tabla 1.** Principales países productores de chirimoya 2005

País	Superficie (ha)
España	3 000
Perú	1 800
Chile	1 336
Bolivia	1 100
Ecuador	700
Australia	500
Estados Unidos	120
Portugal	85
Israel	50
México	31
Italia	30

Fuente: Pinto *et al.* (2005); Guirado *et al.* (2005).

La Tabla 2 muestra datos de 2013 con respecto a las superficies de producción y productividad por hectárea en los 5 mayores productores de esta fruta:

**Tabla 2.** Principales países productores de chirimoya

	España	Italia	Estados Unidos	Chile	Perú
Zona de producción	Andalucía	Reggio Calabria	California	Coquimbo y Valparaíso	Piura, Lima Cajamarca
Superficie plantada (ha)	3 000	24	120	1 000	3 223
Producción (t)	40 000	100	1 000	25 000	20 000
Exportación	10-15 %	-	-	95 %	1 %

Fuente: Granada Hoy (2014), Fresh Plaza (2014), Hernández (2010), Kobashigawa (2018).

En Ecuador, la chirimoya se cultiva principalmente en las provincias que cuentan con un clima semi-húmedo y seco, con una altitud que va desde los 1 500 hasta los 2 600 m s. n. Según Venegas *et al.* (2016), la chirimoya no había conseguido posicionarse en este país de manera importante, ya que no se ha fomentado su cultivo. Esto se debe a que existe una escasa creación de tecnología local para tener chirimoyas de buena calidad; sin embargo, a la fecha, esta perspectiva ha ido cambiando y la inversión en estudios sobre variedades mejoradas y métodos de producción intensiva han ido en ascenso, liderados principalmente por el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Las principales zonas donde la chirimoya se produce y puede desarrollarse son, en la provincia del Carchi: Mira; en Imbabura: Ibarra, Atuntaqui, Chaltura Cotacachi, Urcuquí, Tumbabiro, El Chota;

en Pichincha: Tumbaco, San Rafael, Puéllaro, Peruchico, Guayllabamba, San José de Minas, Alchipichí, Atahualpa; Tungurahua: Ambato, Baños, Los Andes y Patate; en Bolívar: Echandía; en Azuay: Cuenca, Girón, Gualaceo, Paute, Santa Isabel y, finalmente, en Loja se encuentra creciendo en forma silvestre en Loja, Calvas, Catamayo, Espíndola, Gonzanamá, Macará, Zozoranga, Zapotillo, Vilcabamba y Malacatos (INIAP, 2008, p. 84).

De acuerdo con las estadísticas, se estima una superficie cosechada de 372 ha, de las que se obtuvieron 1 057 toneladas, con un rendimiento promedio de 2 841 kg/ha (MAGAP, 2019). En la Tabla 3 se presenta una estadística de producción en provincias de Ecuador reportadas por el Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP) en 2010.

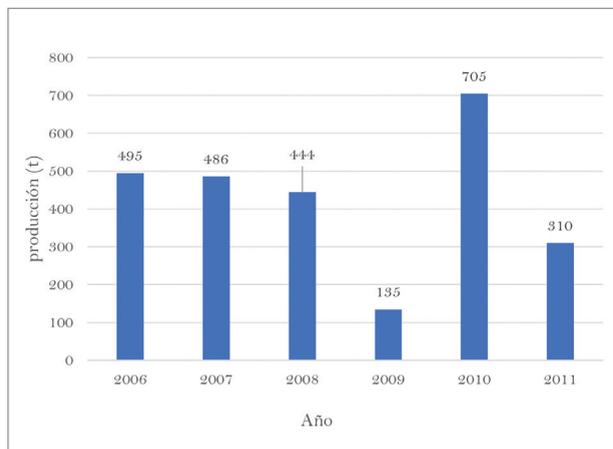
**Tabla 3.** Estadísticas de producción de chirimoya en Ecuador

Provincia	Superficie plantada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Producción t	Venta t
	71	68	41	24
Imbabura	30	28	39	25
Loja	140	97	270	186
Pichincha	291	274	277	257
Total	532	467	627	492

Fuente: MAGAP (2010).

Rodríguez (2013) presenta la evolución de la producción de chirimoya en Ecuador entre 2006 y 2011. Como se observa en la Figura 2, ha ido creciendo considerablemente.

**Figura 2.** Producción de chirimoya en Ecuador expresada en toneladas

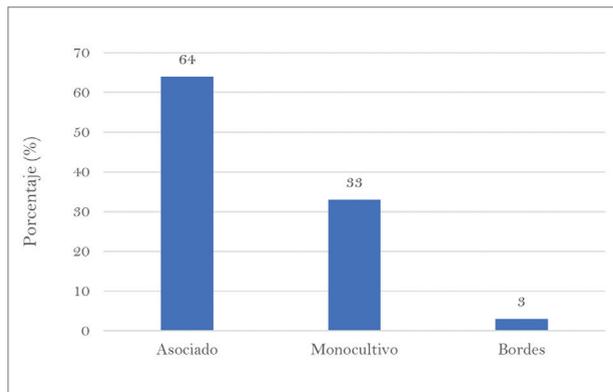


Fuente: Rodríguez (2013).

## Sistemas de producción y manejo tradicional en Ecuador

Sylva (2008) indica que, en Pichincha, el cultivo de chirimoya se encuentra establecido principalmente en asociación con cultivos de ciclo corto y perenne en el 64 % de las fincas, mientras que en el 33 % está manejado como monocultivo, y solo el 3 % restante se emplea como bordes de los huertos. Según los productores, la chirimoya se asocia con hortalizas, fréjol y maíz, entre los de ciclo corto; y con cítricos y aguacate, en los perennes. Esto se debe a que la producción de chirimoya sola no es suficiente para obtener beneficios económicos que permita a los productores satisfacer sus necesidades, por lo que se debe complementar con otros productos.

**Figura 3.** Sistemas de producción de chirimoya en Pichincha



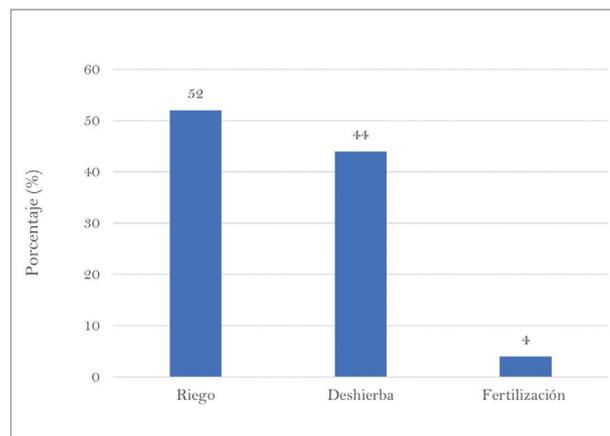
Fuente: Sylva (2008).

Las distancias de plantación de los huertos más frecuentes en orden son 8 x 8 m, 7 x 7 m y 6 x 6 m, que representan densidades de 156, 204 y 277 plantas/ha respectivamente, consideradas bajas. Influyen de manera directa en la productividad.

El 36.67 % de los productores se dedican al manejo del cultivo de chirimoya, sin descuidar otros cultivos complementarios, siete días; el 26.67 %, 6 días y entre 1-5 días el 36.66 %.

Las labores culturales a las que los productores dedican mayor tiempo en los huertos son riego (54.16 %) y deshierba (42.51 %), mientras que la fertilización la realizan únicamente el 3.33 %. Las labores de poda, polinización, entre otras son poco utilizadas, debido a la escasa difusión de las nuevas tecnologías e interés de innovación de los productores (Sylva, 2008).

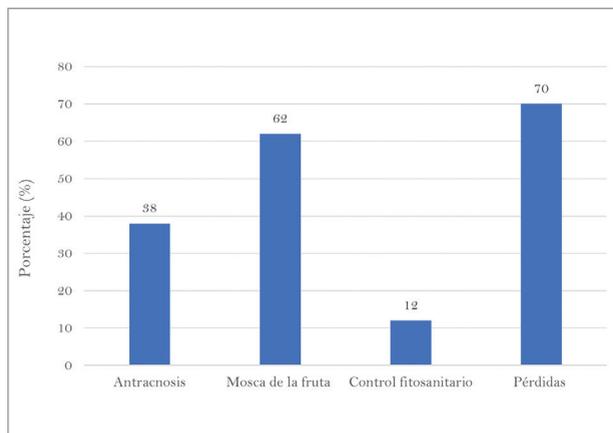
**Figura 4.** Labores culturales frecuentes en chirimoya



Fuente: Sylva (2008).

El daño causado por los insectos-plagas y enfermedades es alto. La mancha negra es una de las principales enfermedades que afecta al cultivo con el 38 %, mientras que la mosca de la fruta afecta en un 62 %. Únicamente el 13.3 % de los agricultores realizan algún control fitosanitario, por lo que el 70 % de los productores de chirimoya tiene pérdidas a causa de estas plagas.

**Figura 5.** Principales plagas del cultivo, porcentaje de control y pérdidas



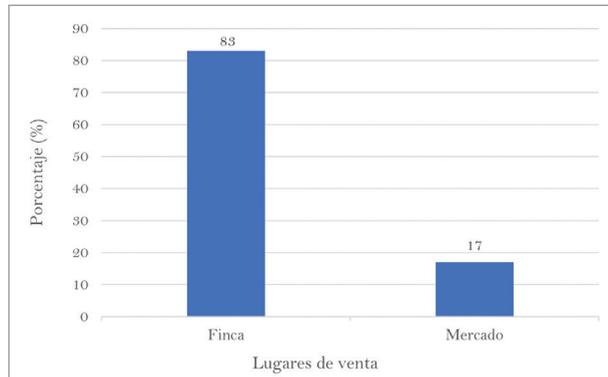
Fuente: Sylva (2008).

En cuanto a la cosecha de la fruta, se realiza tomando como parámetro de la madurez fisiológica, el cambio de verde a verde amarillento y la pérdida del brillo de la fruta. La experiencia de los productores facilita el reconocimiento del punto de cosecha. En general, la recolección de la fruta no es fácil debido a la altura de los árboles por falta de poda; además, se requiere mayor tiempo para esta labor y, en muchas ocasiones, se provoca daño a la fruta por los golpes sufridos.

En el caso ecuatoriano, debido a la ubicación geográfica y el clima de las diferentes localidades del callejón interandino, el 59.47 % de la producción de fruta se cosecha, entre enero y marzo; entre abril y junio, el 20.37 % y entre octubre y diciembre, el 20.16 %. Esto es una gran ventaja que se debe aprovechar, ya que no es posible en otras latitudes.

Es común que esta fruta sufra una intensa manipulación e inadecuado manejo hasta llegar al lugar de expendio. Por supuesto, esto contribuye al deterioro de su calidad. Ahora bien, el productor comercializa la fruta cosechada principalmente en la finca (83 %), vendiendo a los intermediarios, y solo el 17 % de los productores lo hace en los mercados de manera directa (Figura 6).

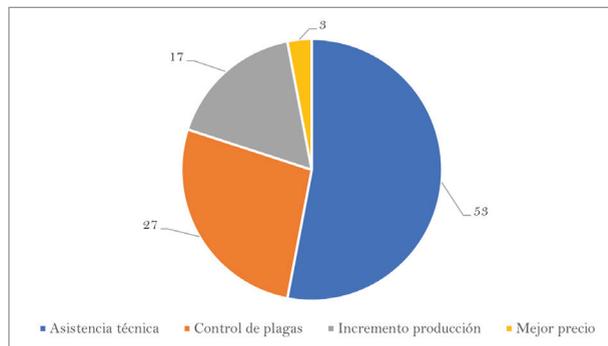
**Figura 6.** Lugar de venta de la producción de fruta de chirimoya por parte de los productores



Fuente: Sylva (2008).

En vista de la problemática del manejo del cultivo de chirimoya, los productores están interesados en recibir asistencia técnica permanente (53 %), que les permita conocer y aplicar las nuevas tecnologías para el manejo del cultivo. Adicionalmente, es de su interés recibir apoyo para el control de plagas (27 %), aumento de la producción (17 %) y mejora del precio de la fruta (3 %), como se resume en la Figura 7.

**Figura 7.** Principales requerimientos de los productores



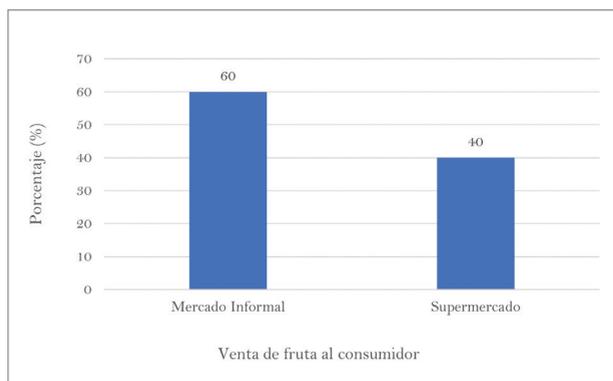
Fuente: Sylva (2008).

En Bolivia, entre el 70 % y 80 % de la producción de fruta es destinada a los mercados y supermercados de las grandes ciudades. El resto, para el autoconsumo y mercados locales (PROINPA, 2010).

Según Venegas *et al.* (2016), el cultivo de chirimoya tiene la limitante de la producción, ya que solo se la puede cosechar una vez al año en cada zona de cultivo; lo que conlleva a tener largos periodos entre cosechas y esto da como resultado baja rentabilidad debido a los bajos precios de venta del productor.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Guerrero (2012), en Ecuador, el 85 % de los productores de chirimoya siembran esta fruta asociada a otro cultivo —como el babaco, limón, mandarina y aguacate— y el 15 % de los fruticultores la siembran sin asociación de ningún otro frutal. Asimismo, señala que el 60 % de la producción de chirimoya es vendida a los comerciantes de las zonas y el 40 % se destina a supermercados (Figura 8).

**Figura 8.** Venta de producción de chirimoya al consumidor en Ecuador



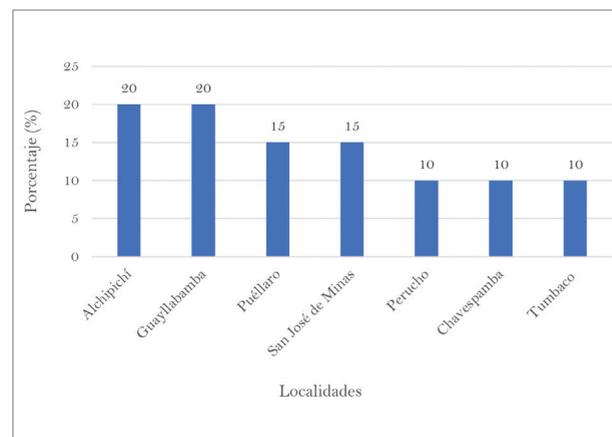
Fuente: Guerrero (2012).

## Características socioeconómicas de los productores de chirimoya en Ecuador

Del estudio realizado por Sylva (2008) sobre la cadena productiva de la chirimoya en la provincia de Pichincha, durante el período 2001-2005, se desprende que el origen de la producción de esta fruta corresponde a San José de Minas en 31 %; Guayllabamba, Puéllaro, Perucho y Chavespamba participan con el 13 % cada uno; Alchipichí y Atahualpa con el 10 y 7 %, respectivamente. En general, los productores entregan la fruta a los comerciantes mayoristas para su venta posterior a minoristas y consumidores.

Sin embargo, cuatro años más tarde, según el estudio de Guerrero (2012), la producción de chirimoya en las parroquias pertenecientes al cantón Quito corresponden al 20 % en las parroquias de Alchipichí y Guayllabamba, el 15 % en la parroquia de Puéllaro y San José de Minas, mientras que el 10 % restante a las parroquias de Perucho, Chavespamba y Tumbaco (Figura 9).

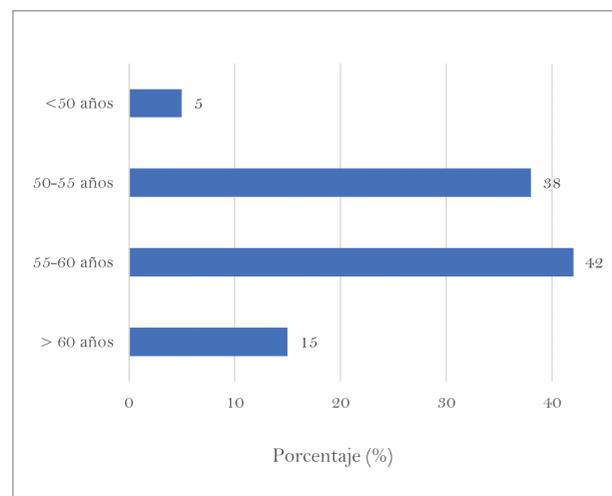
**Figura 9.** Producción de chirimoya en las parroquias del cantón Quito



Fuente: Guerrero (2012).

La edad promedio de los productores de chirimoya de la provincia de Pichincha es superior a los 50 años. Este es un factor importante a considerar, ya que limita la adopción de nuevas tecnologías generadas, debido al empleo de prácticas de manejo tradicionales muy arraigadas, como se muestra en la Figura 10 (Sylva, 2008).

**Figura 10.** Edad promedio de los productores de chirimoya – Pichincha

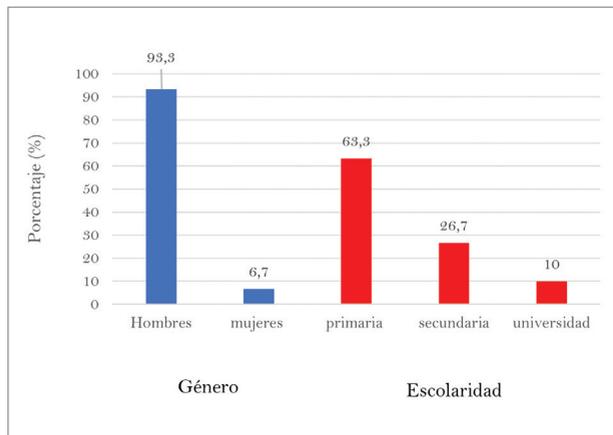


Fuente: Sylva (2008).

Sylva (2008) muestra que el 93.33 % de los productores pertenece al género masculino y apenas el 6.67 % al femenino. Respecto a la escolaridad de los productores, se determinó que el 63.33 % tiene instrucción primaria; el 26.67 %, instrucción

secundaria y solo el 10 %, instrucción superior; esta información permitirá diseñar mejor las estrategias y formas de transferencia de las nuevas tecnologías (Figura 11).

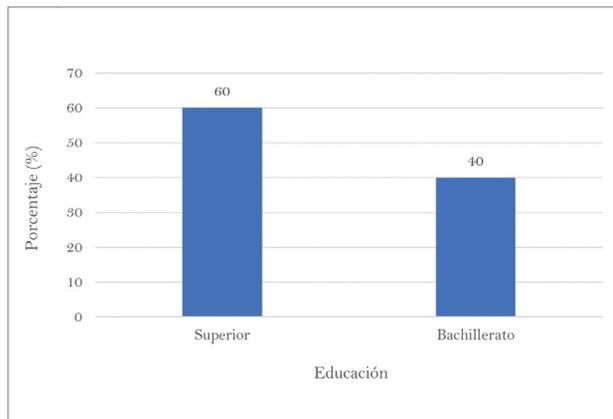
**Figura 11.** Género y escolaridad de productores y comerciantes de chirimoya en 2008



Fuente: Sylva (2008).

Cuatro años más tarde, según el estudio de Guerrero (2012), las estadísticas cambian, ya que el 60 % de las personas que se dedican al cultivo de chirimoya son hombres y el 30 %, mujeres. Su edad promedio es superior a los 42 años y con un nivel de educación superior (60 %) y el 40 % finalizó el bachillerato (Figura 12). El 100 % de los encuestados pertenece a una asociación de productores.

**Figura 12.** Nivel de educación de los productores de chirimoya en la provincia de Pichincha en 2012



Fuente: Guerrero (2012).

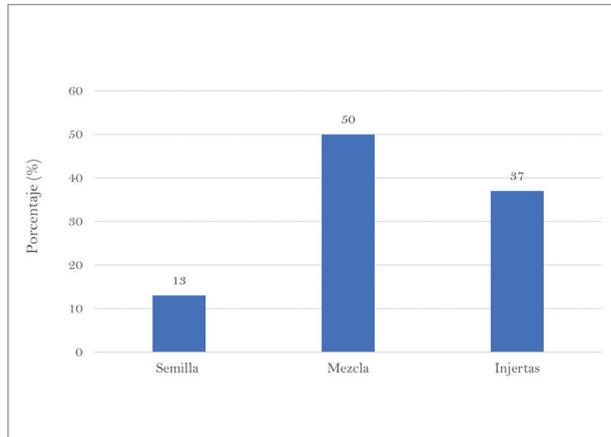
Según PROINPA (2010), en Bolivia —específicamente en la provincia de Huara—, los productores pertenecen a una asociación, llamada PROACHIRKO (Productores Asociados de Chirimoya de Calidad Óptima), en donde se cuida desde la calidad de la semilla de chirimoya hasta su llegada al consumidor final. Se dedican al cultivo de chirimoya orgánica, procuran conservar sus huertos familiares, aunque, con la alta demanda de la fruta, también se ha optado por plantaciones comerciales, que provienen de la injertación.

En el mismo contexto, en un estudio realizado por Agraria.pe (2013), se señala que hay pocas asociaciones de pequeños agricultores en Perú dedicadas a la producción de chirimoya. Esto permite a los intermediarios poner el precio de la fruta y controles de calidad desde su criterio, lo cual dificulta la comercialización, por lo que altas cantidades de chirimoya se quedan en la chacra que la venden a precios bajos.

Sylva (2008) explica que en Ecuador solo el 46.7 % de los productores están asociados dentro de su misma parroquia de manera informal, lo que dificulta que elaboren planes conjuntos con los productores de otros lugares. Generalmente, se reúnen cuando son convocados por una autoridad o técnico de la zona para tratar un tema de interés, y no de manera permanente y planificada. Aunque existen Juntas de Agua, estas no incentivan la participación conjunta y activa de los agricultores en temas de interés general.

En cuanto a la tenencia de la tierra, las fincas son propias desde hace muchos años. En términos generales, tienen entre 50 y 150 árboles productivos por finca, que corresponde al 10 % de árboles del huerto. Para el establecimiento de los huertos de chirimoya, el 50 % ha empleado plantas provenientes de semilla, el 13.30 %, plantas injertadas y el 36.70 % restante de la mezcla de plantas de semilla e injertadas, lo que da lugar a una amplia variabilidad de materiales en las fincas (Figura 13).

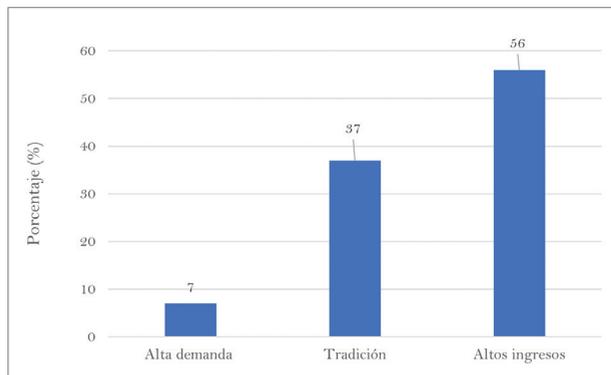
**Figura 13.** Origen de las plantas para el establecimiento del huerto



Fuente: Sylva (2008).

El interés de los productores para mantener el cultivo de chirimoya es del 56.67 %, debido a los ingresos que este representa y a la baja inversión que realizan. No obstante, esta es la razón por la que no tienen mayores intereses en mejorar la producción y se conforman con los resultados obtenidos. El 36.67 % se dedica estrictamente por tradición familiar y el 6.66 % porque la chirimoya es una fruta de fácil comercialización (Figura 14). Es importante anotar que los agricultores hasta 2005 tenían poco conocimiento sobre la existencia de las variedades de chirimoya desarrolladas por el INIAP y las nuevas tecnologías generadas para mejorar la producción, calidad y competitividad de la fruta.

**Figura 14.** Razones de importancia para producir chirimoyas



Fuente: Sylva (2008).

De acuerdo con Mercadona (2021), el costo de producción del kilo de chirimoya en España está en EUR 2.5. Según Kobashigawa (2018), la chirimoya es un fruto nativo de Perú que tiene un gran potencial para ser exportado: sus precios son rentables para los productores, ya que en el mercado local se comercializa en USD 2.50 el kilogramo, en promedio. En contraste, los precios de esta fruta para Ecuador en 2012 para los productores varían entre USD 0.50 Y USD 2.00 el kilo, dependiendo de la época y la calidad. El 80 % de los productores señala que la fruta es comercializada al contado, mientras que el 20 % restante la comercializa a crédito (Guerrero, 2012).



# 3

---



## Capítulo tercero

### Características generales de la planta y variedades cultivadas de chirimoya

#### Características generales

##### Clasificación taxonómica

El género *Annona*, cuyo nombre deriva posiblemente del latín *Annona*: “producción anual”, es el género que le da la denominación a las anonáceas, una familia dicotiledónea, bastante primitiva, que contiene más de 40 géneros y sobre las 500 especies, tema que aún se encuentra en discusión. Son arbustos o árboles pequeños, provenientes principalmente de las regiones tropical y subtropical de América (Pinto *et al.*, 2005; Gardiazabal y Rosenberg, 1993, p. 145).

Un estudio realizado por González (2013) señala que la familia de las anonáceas está conformada por 130 géneros y entre 2 000 y 2 500 especies, de las cuales son cultivadas solamente 3 géneros: *Rollina*, *Asimina* y *Annona*. Esta última es la que presenta frutos con mayor interés comercial como la chirimoya (*Annona cherimola*) y la guanábana (*Annona muricata*).

La chirimoya es la especie originaria y adaptada a condiciones subtropicales, mientras que la gran mayoría de especies restantes se adapta a condiciones tropicales. La clasificación taxonómica del chirimoyo es la siguiente (PROFRUT, 1997).

Tabla 4. Clasificación taxonómica del chirimoyo

Reino:	Vegetal
División:	Fanerógamas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Ranales
Suborden:	Magnolineas
Familia:	Annonaceae
Género:	<i>Annona</i>
Especie:	<i>cherimola</i>
Nombre científico:	<i>Annona cherimola</i> Miller

El nombre común de este frutal varía dependiendo de la región. En países anglosajones es chirimoya; en Perú y Chile se conoce como chirimoyo; en Venezuela se llama chirmoriñón; y en Bolivia, Colombia y Ecuador, chirimoya. Chérimolier (Francia); cherimólia, anona do Chile, cabeça de negro (Portugal), cerimolia (Italia); chirimoyabaum, peruanischer flaschenbaum, flachsbaum en Alemania (Pinto *et al.*, 2005). Otros nombres que se le da son: chirimoya, momora o catuche en España; Anón en Guatemala; chirimoya, annona, cherimoyer, custard apple en países ingleses; llakshamanphal en la India; honumanaphala en Canadá; y noina ostrelia en Tailandia (Pinto, 2005; Gutiérrez, 2011).

Los nombres botánicos sinónimos de la chirimoya son: *A. tripetala* Aiton; *A. pubescens* Salisb (De la Barra, 2008; Gutiérrez, 2011). El número somático (2n) de cromosomas de la chirimoya es de 24, con un número básico haploide (n) de 12 cromosomas (Pinto *et al.*, 2005). De acuerdo con Vega (2013) y González (2013) se reportan también 2n = 14 a 16. En contraste, en un estudio realizado por Pizarro (2014) sobre el cariotipo y el número de cromosomas en chirimoya del banco de germoplasma, se pudo obtener información que determinó las frecuencias de los números cromosómicos de distintas muestras. A partir de estas, se podría pensar que el número diploide de cromosomas de *Annona cherimola* es 2n = 8, siendo este el primer reporte de citogenética de la especie. Los primeros pares son metacéntricos; el segundo y el tercer par son submetacéntricos; y el último, telocéntrico.

## Descriptores de la chirimoya

Según Biodiversity International y CHERLA (2008), los descriptores son un atributo o característica que se evidencia en las accesiones dentro de una recopilación de germoplasma. Son codificados en los

estados de un descriptor y se dividen en cualitativos y cuantitativos.

En Ecuador, estudios de variabilidad de la especie se han realizado en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, donde se mantiene una colección de germoplasma de chirimoya con 42 accesiones (Andrade, 2009, p. 100), mientras que en las colecciones de España y Perú se han recolectado 309 y 340 accesiones respectivamente (Yaguana, 2018; Hermoso *et al.*, 1999).

De acuerdo con Biodiversity International y Cherla (2008), los descriptores para la caracterización de las accesiones de chirimoya se deben emplear a partir del segundo año posterior a la siembra en el campo; al quinto, cuando ya es una planta adulta; y al octavo año, cuando es una planta madura en la etapa de plena fructificación. Para los descriptores de colores se usa el código de *Royal Horticultural Society*. Las observaciones se hacen en árboles que se han desarrollado de buena manera y sin poda.

En la Tabla 5 se enlistan los descriptores mínimos altamente discriminantes para el chirimoyo.

**Tabla 5.** Lista de descriptores mínimos altamente discriminantes para el chirimoyo

Número del descriptor*	Nombre del descriptor
7.2.1	Forma de la lámina foliar o limbo
7.2.4	Longitud de la lámina foliar
7.2.5	Anchura de la lámina foliar
7.3.6	Longitud del pétalo
7.3.7	Anchura del pétalo
7.4.6	Peso del fruto maduro
7.4.10	Tipo de exocarpo
7.4.11	Peso del exocarpo
7.4.16	Peso de todas las semillas frescas por fruto
7.4.17	Número de semillas
7.4.23	Contenido de sólidos solubles en la pulpa
7.4.24	Acidez titulable
7.5.5	Desprendimiento de la semilla de su epitelio

\*La numeración corresponde al número de descriptor del manual.

Fuente: Biodiversity International y Cherla (2008).

## Morfología de la planta

### Árbol

El chirimoyo es un árbol de copa redondeada, con abundante producción de ramas y hojas que puede alcanzar de forma natural alturas entre 5 y 8 metros, si no se realiza ninguna intervención de poda (Figura 15 A y B), lo que dificulta su manejo. De acuerdo con Andino (2014), el árbol de chirimoya es de tamaño medio y puede llegar a los 8 metros de altura, tiene un gran follaje en forma de una copa globosa y debe podarse; caso contrario, llega a tener pisos sucesivos.

Según González (2013), es un árbol de crecimiento rápido y semicaduco. Presenta un denso dosel verde oscuro en el follaje (Cuevas, 2011).

**Figura 15.** A: Área foliar mostrando la copa. B: Altura de planta del árbol de chirimoya



El chirimoyo es una planta perenne, tiene un ciclo de desarrollo fisiológico caracterizado por etapas continuas de: crecimiento – madurez – reposo – crecimiento, similar a los árboles de hoja caduca. El período de reposo o latencia de las yemas está controlado por factores externos ambientales y de manejo (ecodormancia) y presencia de hojas (paradormancia), como explica Lang *et al.*, (1987). Bajo las condiciones de Ecuador, el período de reposo se presenta luego de la cosecha, en los meses del periodo seco (junio-agosto), cuando en la planta —por el estrés hídrico y mayores temperaturas— se producen cambios metabólicos que reducen el crecimiento vegetativo, incentivan la maduración de los tejidos y yemas; además, provocan la senescencia y caída de las hojas, que generalmente no es uniforme ni completa (Viteri *et al.*, 2011).

La brotación de las flores es más uniforme en ramillas de bajo vigor, mientras que en los brotes vigorosos la respuesta es vegetativa, pero con menor número de ramas (Universidad Católica de Valparaíso, 1999). Esta planta produce gran cantidad de flores en amplios períodos, pero el cuajado y frutos formados son reducidos debido a características fisiológicas propias. La producción, al igual que la floración y brotación, no es uniforme y se amplía por varios meses. En general, la presencia de hojas, flores y frutos en diferentes estados de crecimiento provoca desorganización y dificultades para el manejo eficiente del árbol (Viteri *et al.*, 2011).

### Raíz

El chirimoyo se caracteriza por tener un sistema radicular superficial y ramificado (Figura 16), por lo que puede originar dos o tres pisos de raíces a diferentes niveles, pero poco profundos (Rodríguez, 2013). Sin embargo, posee de 3 a 6 raíces pivotantes que pueden penetrar en suelos favorables (Moreno, 1987). En suelos franco-arenosos, el 98 % de las raíces se desarrollan en los primeros 40 cm de profundidad y el 2 % restante, entre los 80-90 cm (UCV, 1999).

**Figura 16.** Raíz ramificada del chirimoyo



Fuente: Díaz (2017).

### Tronco y ramas

El tronco es cilíndrico, de corteza gruesa y lisa, gris verdosa, ramificada. Los troncos de los árboles adultos pueden alcanzar diámetros cercanos a los 30 cm (Guirado *et al.*, 2004; Ochse *et al.*, 1972). Las ramas, durante su crecimiento, son verdes y a medida que van madurando se oscurecen tomando colores que oscilan entre el café claro y el gris. Las ramas que se forman inicialmente son largas, vigorosas y erectas (Figura 17 A y B) que, por lo general, presentan brotaciones apicales que dan lugar a la formación de molinillos en cada ciclo de brotación (Viteri *et al.*, 2011). Las ramas pueden tener varios ángulos de inserción ( $15^{\circ}$ -  $130^{\circ}$ ), dependiendo del punto de brotación de las yemas (Guirado *et al.*, 2004).

Las ramas crecen de forma irregular, son densas y suelen inclinarse debido al peso. Para diferenciar a los árboles jóvenes se debe mirar el tronco, ya que tienen largos entrenudos que alcanzan los 20 cm (Barrientos *et al.*, 2004).

**Figura 17.** A: Tallo principal, con sus ramas primarias y secundarias. B: Ramas terciarias verticales y curvadas del chirimoyo



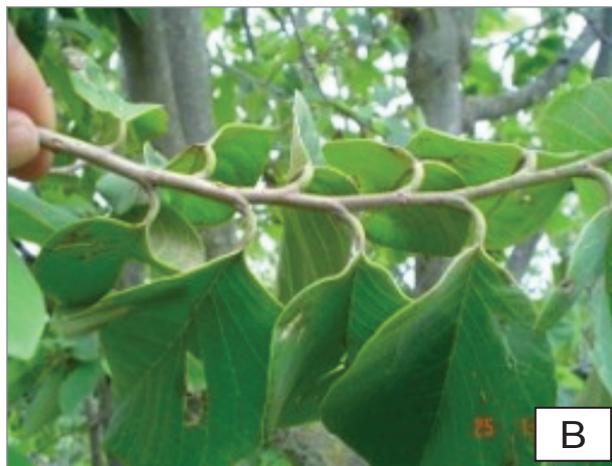
### Hojas

Son simples, enteras, lisas y alternas, de formas ovadas o elípticas; de 10 a 20 cm de largo por 4 a 8 cm de ancho, verde oscuras en la cara superior y verde más claro (Figura 18 A y B) con pubescencias en la cara inferior (González, 2013; PROFUT, 1997). Las nervaduras son pronunciadas

en el envés. El pecíolo de la hoja es hueco en la zona de inserción en el tallo y ramas, que oculta y protege a las yemas que darán lugar a la próxima brotación; por ello, estas últimas no son visibles ni brotan, sino que cuando caen o se sacan las hojas que las cubren (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). Las hojas son caducas; es decir, se desprenden de las ramas una vez que maduran y toman tintes amarillentos característicos (Viteri *et al.*, 2011).

Las hojas del chirimoyo son pecioladas, se ubican en dos filas alternas a lo largo de las ramillas, tienen bordes enteros, el envés es aterciopelado y con la nervadura muy marcada (González *et al.*, 2010; Elizalde, 2018). Por su parte, el pecíolo tiene una longitud que va desde los 6 hasta los 12.5 mm y es levemente pubescente (Barrientos *et al.*, 2004).

**Figura 18.** A: Hojas jóvenes. B: Hojas maduras en las ramas terciarias del árbol de chirimoya



De acuerdo con un estudio realizado por la Revista Colombiana de Química en 2019, las hojas de chirimoya secas contienen compuestos fenólicos y actividad antioxidante, los cuales son beneficiosos para el organismo (Sánchez-Gonzales *et al.*, 2019).

Un promedio total de los polifenoles que tienen los extractos metanólicos de las hojas secas de chirimoya van desde los  $51 \pm 0.88$  mg de catequina eq/g y una capacidad antioxidante en el extracto metanólico de  $381.03 \pm 10.68$  mM Trolox eq/g. Por lo que, según el estudio, se concluye que las hojas de este fruto poseen una buena capacidad antioxidante y un buen contenido de polifenoles totales (Huayhuash *et al.*, 2019).

### Yemas

La actividad de las yemas se inicia con la caída de las hojas (Chandler, 1962, p. 665), que ocurre generalmente en septiembre, después de los meses de verano (junio-agosto) (Viteri *et al.*, 2011).

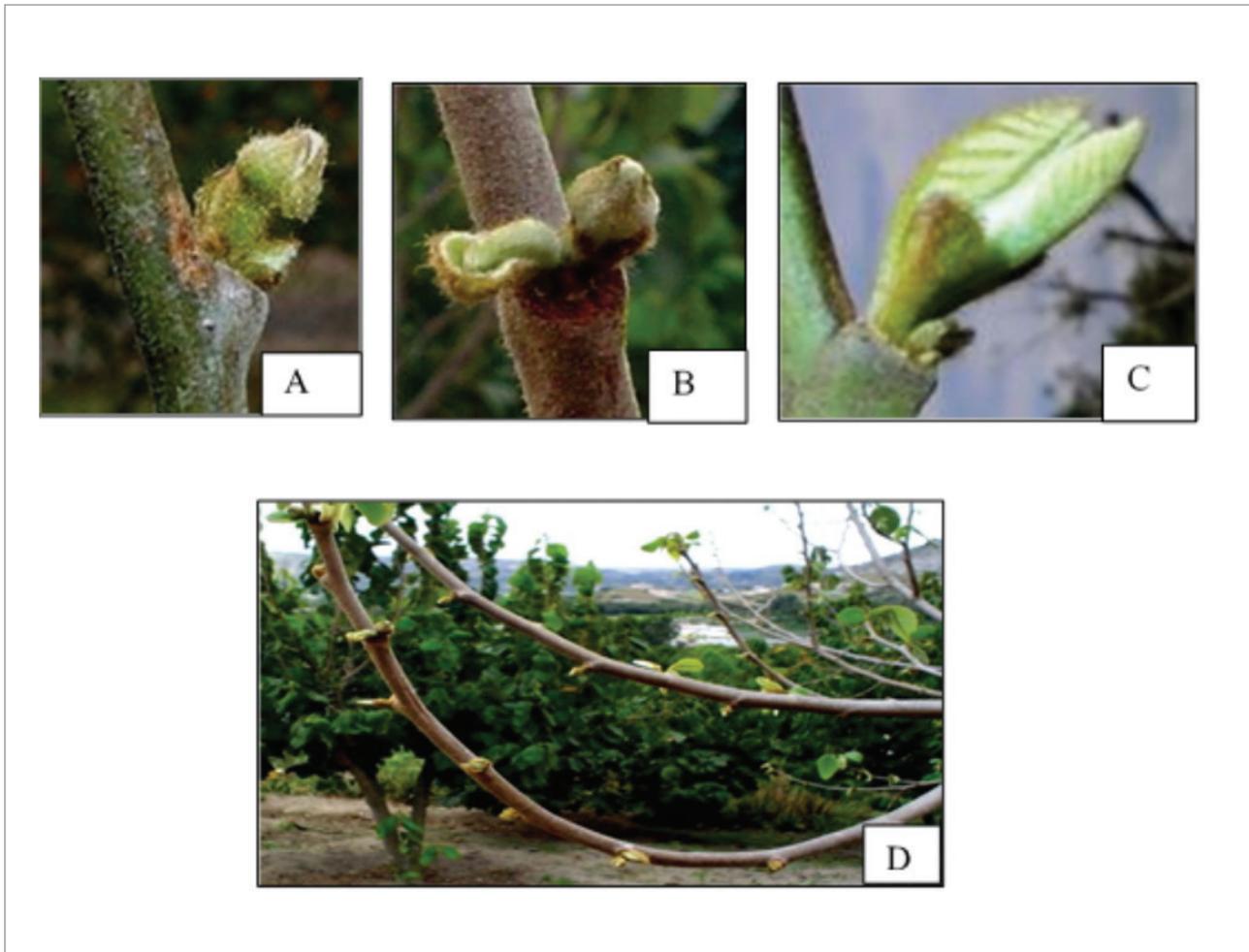
Las yemas son compuestas o multi yemas (3 a 4 ápices); es decir, cada una posee varios puntos de crecimiento que originan brotes que pueden o no ser mixtos. Esto último significa que cada yema puede dar origen a un nuevo brote (vegetativa), un botón floral (floral) o bien a flores y brotes (mixta) (Figura 19 A, B, C y D) (PROFUT, 1997).

Cuando las hojas caen de las ramas, las yemas que están cubiertas por el pecíolo empiezan su crecimiento y tienen la oportunidad de crear máximo cuatro brotes que permanecerán en latencia; si se pierde un brote por algún motivo, pueden salir tres brotes más (Castro, 2007; Yaguana, 2018).

Esta peculiaridad es una oportunidad al dar forma al árbol, porque permite proporcionar cualquier ángulo. Generalmente las yemas son mixtas, con tallos vegetativos y flores (Guirado *et al.*, 2004; Yaguana, 2018).

Existen cuatro tipos de yemas: las yemas de una a tres flores, las formadoras de yemas vegetativas, yemas que acompañan a un brote y, finalmente, las que se fortalecen como formadoras de ramificación nueva (Guerrero, 2012; Martín, 1993).

**Figura 19.** Tipos de yema. A y B: Yemas florales. C: Yema vegetativa. D: Yemas mixtas en las ramas del chirimoyo



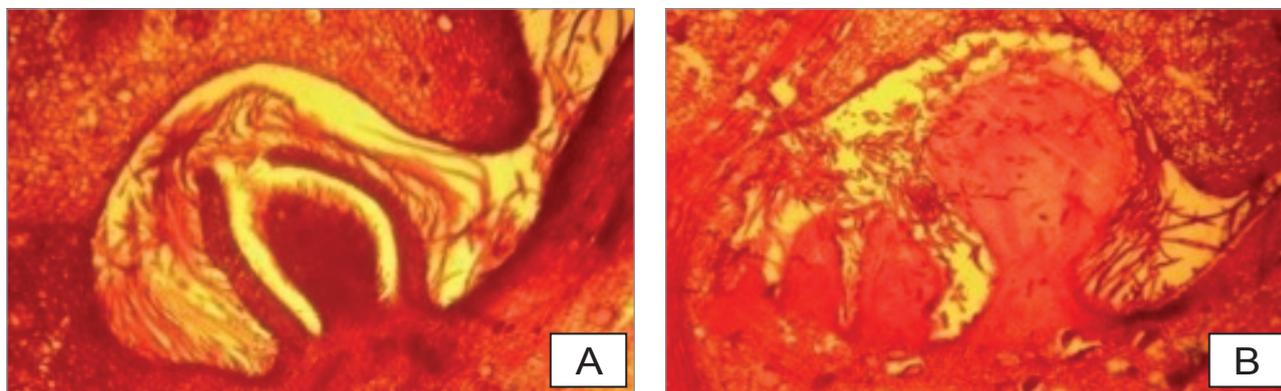
Las yemas vegetativas se pueden reconocer por su forma aguzada; las florales, por el aplanamiento del ápice. Cada yema compuesta tiene la posibilidad de emitir cuatro brotes, los que están en latencia, o sea, si por cualquier motivo se pierde un brote, del mismo punto o yema puede nacer un segundo o tercero y aun un cuarto brote. Pero hay una notoria diferencia en la amplitud del ángulo de inserción que tendrá cada brote que se origine de estos cuatro puntos de crecimiento con respecto a la dirección de la rama de la que nacen, pudiendo alcanzar ángulos de 15 a 130° (Gardiazabal y Rosenberg, 1993, p. 145).

En estudios realizados en Chile y Ecuador sobre la diferenciación de yemas, se evidencia que cuando

la planta cesa su crecimiento vegetativo, ya se observa material diferenciado en los sectores apical y medio de las ramillas (Gualoto, 2008; UCV, 1999). Esta información es importante, ya que si las yemas tienen formadas las flores previo a la caída de hojas, que se produce durante el verano, podríamos manipular las yemas para obtener floraciones anticipadas y cosechas fuera de época (Viteri *et al.*, 2011).

De acuerdo con Vidal y Ruiz (2014), los meristemas que se encuentran en las ramillas frágiles y muy débiles aparecen más rápido. Esto los diferencia de los que están en los brotes vigorosos —como es el caso de la poda de rejuvenecimiento que presenta tocones vigorosos (Figura 20 A y B).

**Figura 20.** Meristemos con diferenciación floral a 4.5 (A) y 5.5 meses después del apareamiento de la yema floral (B)



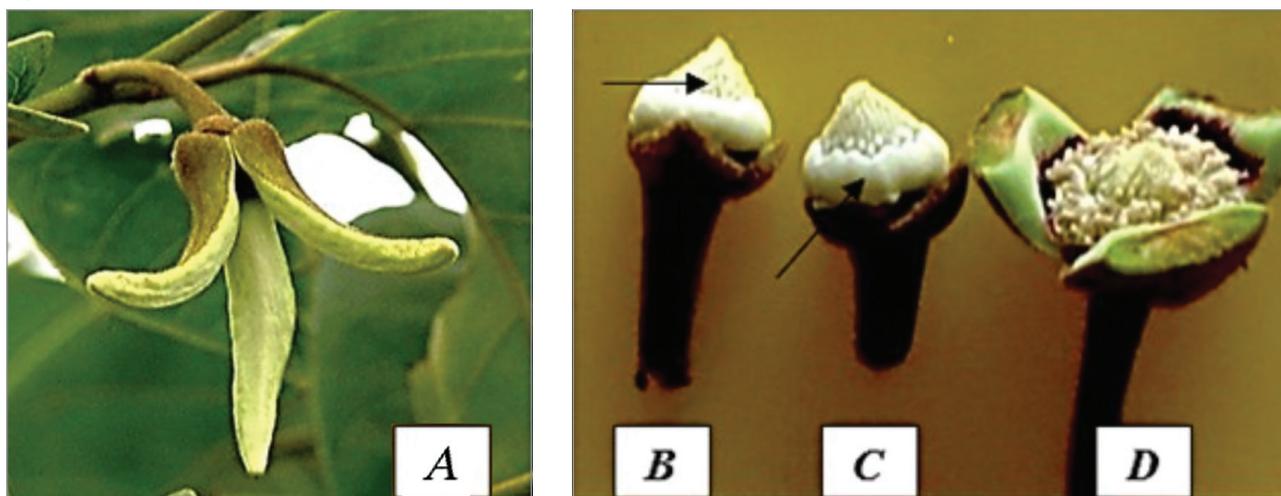
Fuente: Gualoto (2008).

### Flor

La flor es fragante, hermafrodita, y tiene los estambres y pistilos agrupados en una pirámide de tres caras (Figura 21 A, B y C). Rodeando la base de la pirámide se encuentra la masa de estambres, los cuales son blancos durante el estado hembra y, crema claro durante el macho (Soria *et al.*, 1991).

Las flores del chirimoyo, presentadas en la Figura 21, son crema, blancas o amarillas verdosas y aromáticas. Están conformadas por tres pétalos externos de 1 a 3 cm de largo; en su interior, tienen pétalos rudimentarios, además son solitarias (Duchi, 2017; Tacán, 2007).

**Figura 21.** Estados fenológicos de la flor. A: En estado hembra. B: Estructuras reproductivas femeninas. C: Estructuras reproductivas masculinas. D: Estado macho, con los estambres libres



Fuente: INIAP (2023).

Desde que brota, la flor permanece cerrada durante aproximadamente treinta días (Farré *et al.*, 1999). Consta de tres sépalos triangulares de unos 5 mm de largo y 2 series de pétalos, insertos en un receptáculo ancho (PROFUT, 1997).

Las flores del chirimoyo brotan a partir del segundo al tercer año de la plantación, dependiendo de las condiciones de la región: la floración se verá intensificada en una determinada época del año, cuando se la puede observar escalonada por medio del

crecimiento de nuevas ramas. Las flores pueden crecer solitariamente o en grupos de dos a tres, con un pedúnculo curvo y pequeño. De acuerdo con el número de carpelos que se han fecundado en la flor, se puede establecer la forma y el tamaño del fruto (Duchi, 2017; Tacán, 2007).

La corola está formada por seis pétalos que están unidos a la base, tres de los cuales se encuentran atrofiados. Los pétalos desarrollados son carnosos y gruesos, aguzado-alargados y de forma piramidal alargada, con una cavidad basal interna que sirve de alojamiento a los órganos de la reproducción. Están unidos entre sí en la base y se insertan por medio de un rodete en el tálamo (Moreno, 1987).

En el centro de la flor se encuentran los pistilos, sobre el receptáculo. Cada pistilo presenta solo un óvulo. El estilo es corto y el estigma contiene papilas mediante las cuales el polen es recibido. Cuando la flor se encuentra receptiva, los pistilos se tornan brillantes y se cubren con un fluido viscoso, acompañado por un olor característico. Según diversos autores, esta secreción favorecería la germinación de los granos de polen. Cada pistilo está formado por un carpelo; cuando es fecundado el óvulo que contienen, se sueldan entre sí mediante un tejido conectivo, dando origen al fruto. Se encuentran de 70 a 100 carpelos en los cultivares mejorados y de 150 a 300 en los de poco valor comercial (UCV, 1999).

El cáliz tiene tres sépalos verde oscuros, con forma triangular y de tamaño pequeño. La corola está compuesta por seis pétalos preparados en dos verticilos; los tres pétalos externos bien formados son de 2.5 a 4 cm de largo, son carnosos y triangulares. En cambio, los tres pétalos internos son rudimentarios, con una forma ovalada o en escama (González *et al.*, 2007; Yaguana, 2018).

Al tálamo se une un anillo de estambres que, en el periodo de desarrollo, forma una masa compacta y blanca que se encuentra oprimida por los pétalos. Los estambres son carnosos, aplanados y de filamento corto sobre los cuales se ubican las anteras. En la madurez, los estambres son libres, de color crema a café. Hay entre 150 a 200 en cada flor.

Cada antera contiene una gran cantidad de polen. El polen maduro es trinucleado y es liberado como tétradas (Figura 22 A y B). Esta es una característica de la familia a la cual pertenece el chirimoyo. La presencia de tétradas en el estigma aparece como una consecuencia de la falta de capacidad germinativa del polen. El efecto de la temperatura influye en el desarrollo de los tubos polínicos. Así, a temperaturas bajas, el crecimiento del tubo polínico se detiene y permanece corto; en cambio, entre los 20 °C y 25 °C, el desarrollo del tubo polínico es bueno (UCV, 1999).

**Figura 22.** A: Granos de polen en tétradas. B: Germinación grano de polen mostrando el tubo polínico



Fuente: Atiencía (2010).

Como todas las anonáceas, la chirimoya tiene flores protogíneas y dicogámicas, lo cual quiere decir que al inicio maduran las estructuras femeninas y luego las masculinas (Duchi, 2017; Tacán, 2007).

De acuerdo con González (2013), la parte masculina de la flor tiene de 150 a 200 estambres en forma helicoidal, bien pegados sobre el receptáculo, creando una masa blanca y espesa, abrumada por los pétalos. En cambio, la parte femenina tiene de 100 a 200 carpelos, solamente con un óvulo, el cual se encuentra en forma de espiral y configura un cono tupido; en sus extremos se hallan los estigmas y estilos.

Según Vidal (2006), cuando los óvulos se fecundan, se desarrolla el fruto compuesto o sincarpo. Esto ocurre porque se fusionaron los carpelos en torno a un receptáculo con forma cónica alargada y carnoso. Cuando existe una inadecuada polinización y solamente se fecundan pocos óvulos de forma irregular, los frutos que se desarrollan son deformes y asimétricos.

Toro (2007) señala que el completo ciclo de la flor de la chirimoya hembra-macho tiene una duración aproximada de dos días. A continuación, se describe sus etapas:

**Flor cerrada:** Mientras la flor está creciendo, puede estar de 10 a 15 días cerrada.

**Flor en estado prehembra:** En esta etapa, la flor ya es receptiva. Las puntas de los pétalos empiezan a abrirse, pero todavía no hay apertura de la masa estigmática al exterior. La flor puede ser polinizada si es que los pétalos llegan a separarse, ya que así el polen podrá alcanzar los estigmas. La flor puede estar en este estado de 5 a 20 horas.

**Flor en estado hembra:** Los pétalos están muy separados, es así como los insectos pequeños pueden polinizarla. La apertura de los pétalos generalmente ocurre a las 13 horas y dura de 26 a 28 horas aproximadamente. Los estigmas son recibidores hasta las 23 horas, ya que al día siguiente se origina el cambio a estado macho.

**Flor en estado macho:** Los pétalos de la flor del chirimoyo están abiertos en su totalidad, los estambres están libres y las anteras dehiscentes emiten el polen.

**Flor seca:** Los pétalos empiezan a secarse, ya que pierden humedad, ya sea que la flor esté polinizada o no. Posteriormente, la flor termina cayéndose si no ha cuajado; caso contrario, el pedicelo de la flor se mantiene activo.

**Flor cuajada:** El tamaño del receptáculo va creciendo hasta formar el fruto del chirimoyo.

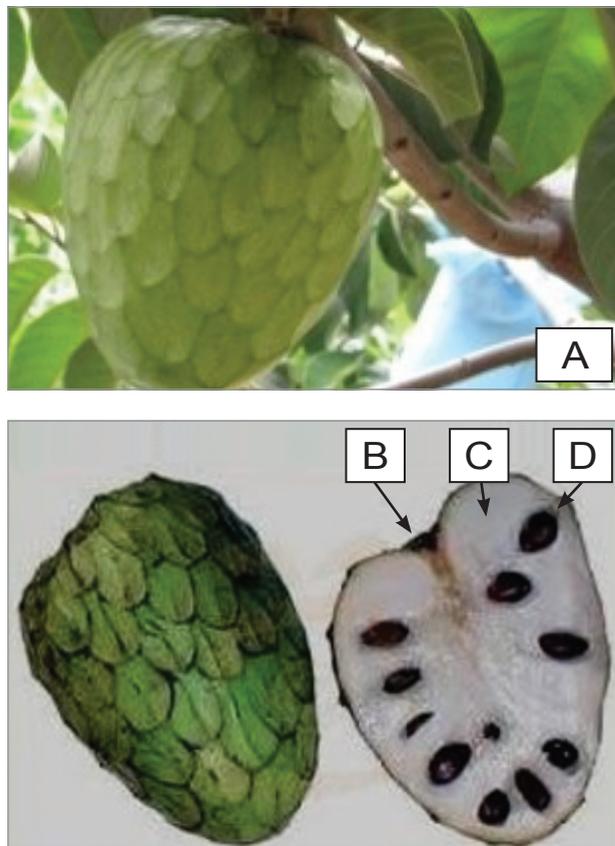
## Fruto

El fruto del chirimoyo es un sincarpo verde oscuro; cuando madura adquiere un color verde claro (Andrade, 2009, p. 100; Duchi, 2017). Es un fruto compuesto, formado por la unión de los pistilos con el receptáculo, del tipo de los denominados sincárpicos. No se abre en la madurez y tiene pulpa blanquecina, semillas oscuras y exocarpo verde oscuro (Figura 23. A, B, C y D). Si el óvulo no es fertilizado, el carpelo correspondiente tiende a no desarrollarse, con lo que el fruto se deforma. Por lo tanto, para asegurar un fruto grande y bien formado, todos o la mayoría de los pistilos deberán ser polinizados y fecundados (CORFO, 1989).

Según Castro (2007), el fruto tiene los carpelos dispuestos en espiral, lo que le otorga una forma primitiva. Los carpelos se juntan cuando ya ha pasado la fructificación; los segmentos de pulpa tienen una semilla negra en forma de judía. Los frutos tienen forma de corazón con longitud de 10 y 25 cm, 15 cm de ancho y con un peso de 250 a 800 g (Yaguana, 2018; Guirado *et al.*, 2004; Van Damme, 1999).

Todos o casi todos los carpelos contienen una semilla relativamente dura. Si el óvulo no es fertilizado, el carpelo correspondiente tiende a no desarrollarse y la superficie del fruto presenta una depresión. Cada carpelo, de los que puede haber 100 o hasta 200 por fruto, contiene un óvulo simple, aun cuando es posible encontrar dos óvulos desarrollándose en un solo carpelo. En todo caso, esta última situación es poco frecuente (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). En la Figura 23 se presenta el fruto de manera natural en el árbol y su forma de la parte externa e interna.

**Figura 23.** A: fruto de chirimoyo; mostrando el exocarpo (B), la pulpa (C) y las semillas (D)



Fuente: INIAP (2023).

El color del fruto varía entre verde claro y oscuro. Hay un viraje de color, en algunos cultivares, a un tono amarillo hacia la madurez (Ramos, 1987). El fruto del chirimoyo al alcanzar su madurez tienden a ser verde cremoso o pálido, pero cuando la piel toma un color oscuro, marrón o negro, se considera que están muy maduros (Barrientos *et al.*, 2004; Yaguana, 2018).

La piel, gruesa o delgada, puede ser suave, con marcas que tienen un parecido a huellas dactilares, o estar revestidas por protuberancias con forma redondeada que quedan de las flores (Toro, 2007; Yaguana, 2018).

### Crecimiento del fruto

Ensayos realizados por Pávez (1985) en la zona de La Cruz (Chile) en quince cultivares le permitieron determinar que las curvas de crecimiento del fruto,

con base en los diámetros ecuatorial y polar, a partir de los 71 días después de polinizados, se ajustan a un modelo de curva doble sigmoidea. Para todas las variedades se apreció que tanto el diámetro ecuatorial como el polar manifestaron dicha tendencia en el crecimiento, comprobándose correlaciones muy altas (alrededor de 0.98) entre ambos diámetros.

La primera etapa de desarrollo del fruto se caracteriza por presentar una alta tasa de crecimiento; sin embargo, su duración varía en los diferentes cultivares. La segunda etapa se caracteriza por ser de reducido o escaso crecimiento; en ella se produce una rápida expansión del embrión de las semillas, lo cual reduce el desarrollo del mesocarpo. Además, esta etapa corresponde a la época invernal y puede que las condiciones climáticas jueguen un rol importante en el ritmo de desarrollo: se ha observado que, con inviernos suaves y cálidos, hay un adelanto de casi un mes en la maduración de los frutos de un mismo clon (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

En todas las variedades, luego de esta etapa lenta, se observó una tercera, de rápido desarrollo de los frutos, que se refleja en ambos diámetros. Al igual que los frutos de aguacate, las chirimoyas tienden a continuar su crecimiento mientras permanezcan en el árbol (UCV, 1999).

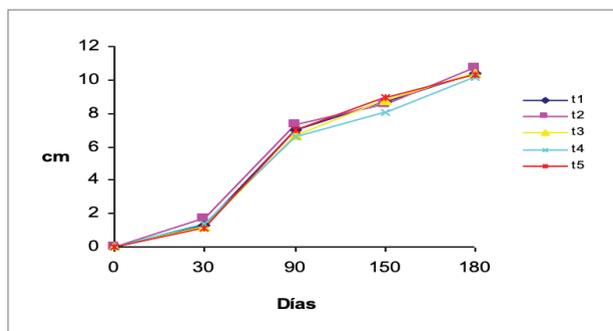
El crecimiento del fruto inicia después de la brotación floral y vegetativa. La presencia de flores en su máxima expresión dura un mes aproximadamente, mientras que el amarre de los frutos empieza un mes después, logrando en 4 a 6 meses alcanzar la madurez fisiológica (Rosell *et al.*, 1997; Morales, 2015).

El fruto tiene residuos de sépalos y pétalos cuando está recién amarrado; posee escamas carpelares en forma convexa y restos de estigma; además, el color de la epidermis del fruto es verde con tonalidades blancas que se tornan bronceadas. Una vez que ya haya pasado la polinización, en los frutos se evidencian cuatro estados morfológicos significativos: el primer estado ocurre en las tres primeras semanas, cuando el fruto tiene 30 mm de longitud y está recién cuajado o amarrado; el segundo estado se produce a las ocho semanas, cuando tiene

60 mm de longitud y está verde; el tercer estado se da a las quince semanas, cuando el fruto mide 70 mm y está en envero; finalmente el cuarto estado se produce a las dieciocho semanas cuando el fruto mide 100 mm de longitud o más y está maduro (González *et al.*, 2010; Morales, 2015).

Bajo las condiciones de Tumbaco (Ecuador), Herrera (2006) señala que, para cinco genotipos evaluados en su investigación, tanto para el diámetro como para la longitud del fruto, la curva de crecimiento es una doble sigmoidea, lo cual viene a ratificar y confirmar lo encontrado por Pávez (1985). Esta curva característica del crecimiento de los frutos de chirimoya presenta tres fases muy marcadas. En un primer período, se observa una alta tasa de crecimiento de los 30 a los 90 días, la que se reduce gradualmente dando origen a un segundo período más lento; este se puede explicar porque se está originando el crecimiento de la semilla (90 a 150 días); posteriormente, se vuelve a incrementar la velocidad de crecimiento, generando así el tercer período (de los 150 a los 180 días), el cual vuelve a decrecer, aunque sin estabilizarse hacia la cosecha (Figura 24). El crecimiento del fruto puede estar sujeto a cambios por la presencia de condiciones ambientales diferentes.

**Figura 24.** Curva de crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de cinco cultivares de chirimoya



Nota: t1, t2, t3, t4 y t5 corresponden a los cinco ecotipos evaluados: San José de Minas, MAG - Tumbaco, Loja, Fabulosa y Paute, respectivamente.

Fuente: INIAP (2006).

El diámetro alcanzado por los cinco cultivares evaluados (Herrera, 2006) fue en promedio mayor a los 10 cm. El cultivar T61 MAG - Tumbaco fue el de mayor diámetro, con 10.73 cm, y F3 Fabulosa, con

10.16 cm, el de menor diámetro (Tabla 6). Los altos valores de los calibres obtenidos son efecto de la polinización manual realizada en las flores.

**Tabla 6.** Diámetro del fruto de cinco cultivares de chirimoya en Tumbaco

Cultivares	Diámetro del fruto (cm)
San José de Minas	10.39
MAG-Tumbaco	10.72
Loja	10.36
Fabulosa	10.16
Paute	10.30

Fuente: Herrera (2006).

### Tipo de piel o exocarpo del fruto

De acuerdo con Cuevas y González (2011), las formas de la piel del fruto se clasifican por el grado de irregularidad de la piel en la superficie. Se conocen numerosos cultivares de chirimoya, la mayoría seleccionados en regiones templadas. La forma de los carpelos en su exterior constituye un carácter constante que permite reconocer los cultivares, conociéndose cinco formas principales (Biodiversity International y CHERLA, 2008; Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

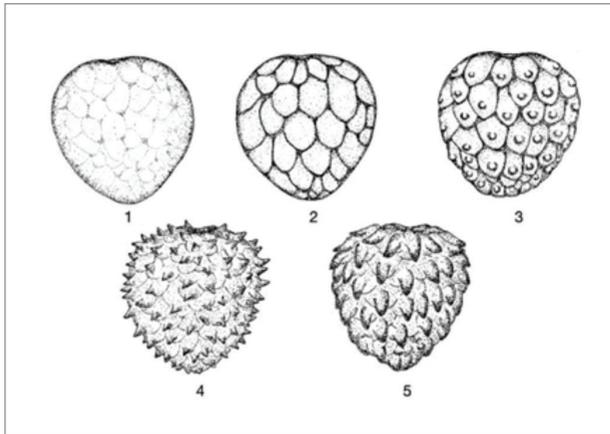
Se debe mencionar que existen formas de exocarpo de chirimoya; esto depende de la variedad de la cual se está haciendo referencia. En la Tabla 7 y Figura 25 se recoge esta información.

**Tabla 7.** Tipo de exocarpo de la chirimoya

Código	Formas de la piel	Exocarpo
1	Laevis	Lisa
2	Impresa	Depresiones suaves
3	Umbonata	Pequeñas protuberancias
4	Tuberculata	Medias protuberancias
5	Mamillata	Largas protuberancias
99	Otro tipo	Detallar en el descriptor 7.6
		Notas

Fuente: Biodiversity International y CHERLA (2008).

**Figura 25.** Tipo de exocarpo



Fuente: Biodiversity International y CHERLA (2008).

**Lisa:** frutos que tienen la piel lisa, ya que los bordes de los carpelos permanecen fundidos y no son muy aparentes, como se muestra en la Figura 26. Se la conoce también como *Laevis*; no tiene obstáculos ni pelos (Cuevas y González, 2011).

**Figura 26.** Forma lisa



Fuente: Herrera (2006).

**Impresa:** El fruto presenta depresiones suaves en la piel, semejando placas que originan figuras con relieve. Así, tienen huellas dactilares en la piel (Cuevas y González, 2011). Poseen forma acorazonada y, a veces, algo arrañonada (Figura 27).

Presentan mucha fertilidad, ya que se desarrollan rápido; además, son frutos grandes, por lo que es una de las variedades más apetecidas, porque la pulpa es jugosa y dulce; además, tienen pocas semillas (Rodríguez, 2013).

**Figura 27.** Forma impresa



Fuente: Herrera (2006).

**Umbonata:** Son frutos que durante su crecimiento presentan protuberancias marcadas, que se atenúan al madurar, manteniéndolas pequeñas al final (Figura 28). Tiene la piel gruesa, con protuberancias redondeadas en la superficie (Cuevas y González, 2011).

**Figura 28.** Forma umbonata



Fuente: Herrera (2006).

**Tuberculata:** Estos frutos presentan piel reticulada con numerosos carpelos y protuberancias medias (algo menos que los mamilados). Forma algo semejante a una piña (Figura 29).

La piel tiene protuberancias cónicas y verrugas con puntas (Cuevas y González, 2011). Dichas protuberancias son bien marcadas y se van perdiendo al madurar; esto ayuda a dar la forma redondeada a este tipo de fruto; los carpelos son pequeños (Rodríguez, 2013).

Figura 29. Forma tuberculata



Fuente: Herrera (2006).

Mamillata: Son frutos que poseen una cubierta fuertemente reticulada y con protuberancias largas, que finalmente presentan en la piel marcas y tetillas.

Figura 30. Forma mamillata



Fuente: Herrera (2006).

Se la conoce también como tetillata; tiene protuberancias con forma de pezón y es carnuda (Cuevas y González, 2011). Tiene piel lisa en la parte distal y media, y en piel con marcas en la parte basal (Rodríguez, 2013).

### Semillas

La semilla es dicotiledónea, de forma oval y un poco achatada longitudinalmente. Su forma depende en parte del número total de semillas que contiene el fruto (Ramos, 1987). Su largo promedio

es 1.5 a 2.0 cm y el ancho, de 1.0 cm (Pinto *et al.*, 2005). Cuando están maduras, adquieren coloraciones que varían del café oscuro al negro y cuando son frescas son negras (Figura 31 A y B).

En cuanto al tiempo de almacenamiento de las semillas, existen autores como Gardiazabal y Rosenberg (1993) y Guirado *et al.* (2004) que señalan que estas no pierden su poder germinativo hasta por tres años, si se las mantiene en un ambiente seco y fresco. Por el contrario, Hernández (1983), citado por Pinto *et al.* (2005), considera únicamente 50 a 60 días para el almacenamiento.

De acuerdo con Rodríguez (2013), las semillas de la chirimoya son ovaladas y planas, existen negras y otras de color castaño claro. Se puede distinguir cuando la fruta está tierna, ya que las semillas tendrán un color amarillo en la superficie; en cambio, cuando la fruta esté madura, serán marrones a negras.

Las semillas poseen una cubierta dura, la cual encierra una masa de endospermo ruminado; esta ocupa la mayor parte de la cavidad y tiene un embrión muy pequeño (Huayllani, 2011).

Figura 31. A: semillas frescas. B: Semillas maduras



Fuente: Herrera (2006).

## Cultivares de chirimoya en Ecuador

De acuerdo con UPOV (2011), los cultivares son un conjunto de plantas de un solo taxón botánico del rango más bajo conocido. Estos, con independencia de si responden o no plenamente a las condiciones para la concesión de un derecho de obtentor, también se pueden definir como la expresión de los caracteres resultantes de un cierto genotipo. Existen varios tipos de cultivares:

- Líneas puras
- De polinización abierta híbridos
- Clonales sintéticos multilíneas compuestos

El estudio de la colección fue desarrollado en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), por medio del Departamento de Recursos Fitogenéticos (DENAREF) y el Departamento Nacional de Biotecnología (DNB), con la colaboración del Programa de Fruticultura. Se evaluó la variabilidad genética en 126 accesiones de la colección de chirimoya conservadas en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP-Ecuador. Para ello, se realizó la caracterización morfoagronómica y molecular mediante la técnica microsátélites. La variabilidad fenotípica fue determinada mediante 65 descriptores morfoagronómicos (33 cualitativos y 32 cuantitativos). El resultado del agrupamiento jerárquico de Ward identificó tres grupos principales de accesiones y cinco morfotipos. El análisis multivariado permitió determinar diez descriptores cualitativos altamente discriminantes y ocho cuantitativos discriminantes para separar estos grupos de accesiones (Andrade, 2009).

Con la utilización del software Excel Microsatellite Toolkit se identificaron 17 duplicados en la colección de chirimoya, los cuales variaron entre dos y once accesiones idénticas. A partir de estos datos, se realizó la asignación del código (ECU) a los genotipos conservados en la colección de chirimoya (Andrade, 2009).

## Análisis de agrupamientos de accesiones de chirimoya

El análisis de agrupamiento jerárquico de Ward formó tres grupos de entradas. Dentro de ellos se identificaron cinco morfotipos. A continuación, se detallan las características de cada grupo y sus respectivos morfotipos.

### Grupos

El primer grupo está formado por 27 cultivares, que provienen de España (1), Estados Unidos (2) y Ecuador (24), donde se identificó un morfotipo (M1). Los cultivares del morfotipo 1 se caracterizan por presentar en la mayoría de las accesiones la forma del fruto cordiforme y tiene resistencia a la abrasión.

El segundo grupo está formado por 40 entradas que provienen de Estados Unidos (6), España (5), Perú (1) y Ecuador (26). Los cultivares del morfotipo (M2) presentan formas de fruto redonda, achatada, cordiforme y cónico largo; mientras, el morfotipo (M3) solo presenta las formas de fruto cordiforme y cónico largo. La posición del ápice del fruto en el M2, en su mayoría, es asimétrica, a diferencia de M3 donde es central. La textura de la pulpa en algunas accesiones del M2 es cremosa, mientras que en el M3 se presenta granular.

El tercer grupo está conformado por 30 cultivares provenientes de Estados Unidos (2), Chile (5), Costa Rica (1) y Ecuador (22), donde se identificaron dos morfotipos (M4 y M5). El grupo 3 se caracteriza por el verde oscuro de las ramas jóvenes y frutos resistentes a la abrasión. El morfotipo (M4) presenta color verde oscuro en ramas jóvenes en la mayoría de las accesiones, mientras que el M5 tiene un 50 % de sus accesiones verde oscuras y verde claras, respectivamente. El M4 presenta hojas jóvenes verde oscuras en la mayoría de sus accesiones, mientras que el M5 posee accesiones con hojas jóvenes verde claras. Las accesiones en el (M4) no tienen uniformidad de fruto, a diferencia del M5.

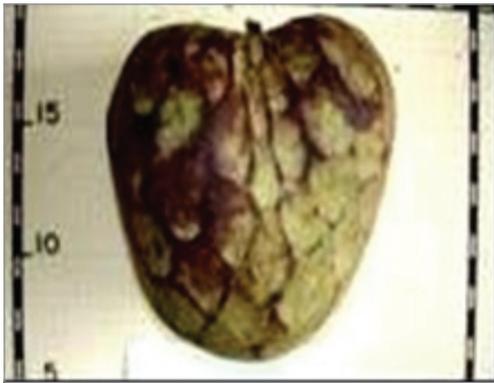
El detalle de los caracteres cualitativos y cuantitativos evaluados en los tres grupos se presenta en la Tabla 8.

**Tabla 8.** Características morfoagronómicas de los grupos 1, 2 y 3, morfotipo 1, 2, 3, 4 y 5

Morfotipo	Accesiones	Descriptor cualitativo	Estado	Descriptor cuantitativo	Estado
1	(Ch122, Ch96, Ch84, Ch72, Ch99, Ch102, Ch114, Ch8, Ch100, Ch107, Ch30, Ch12, Ch62, Ch6, Ch115, Ch23, Ch103, Ch53, Ch63, Ch85, Ch112, Ch86, Ch113, Ch29, Ch34, Ch35, Ch24).	Color de la rama joven	Verde oscuro	% de flores (en la rama del año)	51.76 %
		Forma del ápice de la lámina foliar	Agudo e intermedio	Número de semillas	33
		Color de las hojas jóvenes	Verde claro y verde oscuro	Contenido de sólidos solubles	22.28 °Brix
		Forma de fruto	Redonda, achatada y cordiforme	Acidez titulable	0.41 meq/100 g
		Uniformidad en el tamaño del fruto	Irregular	Rendimiento	22.42 kg/árbol
		Posición del ápice del fruto	Central y asimétrico		
		Color de la epidermis	Verde, verde amarillo y marrón		
		Resistencia a la abrasión	Resistente		
		Textura de la pulpa	Acuoso, cremoso granular y zonas duras		
	Fibra en la pulpa	Irregular			
2	(Ch3, Ch55, Ch13, Ch68, Ch38, Ch56, Ch52, Ch11, Ch40, Ch73, Ch42, Ch1, Ch4, Ch2, Ch125, Ch39, Ch49, Ch51, Ch61, Ch28, Ch71, Ch17, Ch19, Ch20, Ch118, Ch18, Ch89, Ch83, Ch5).	Color de la rama joven	Verde claro y verde oscuro	% de flores (en la rama del año)	47.61 %
		Forma del ápice de la lámina foliar	Agudo e intermedio	Número de semillas	29
		Color de las hojas jóvenes	Verde claro y verde oscuro	Contenido de sólidos solubles	21.97 °Brix
		Forma de fruto	Redonda, achatada, cordiforme y cónico largo	Acidez titulable	0.3 meq/100 g

Morfotipo	Accesiones	Descriptor cualitativo	Estado	Descriptor cuantitativo	Estado
3	(Ch14, Ch59, Ch74, Ch120, Ch37, Ch50, Ch80, Ch105, Ch25, Ch121, Ch48).	Posición del ápice del fruto	Central y asimétrico		
		Uniformidad en el tamaño de fruto	Irregular	Rendimiento	15.42 kg/árbol
		Color de la epidermis	Verde, verde claro y verde oscuro		
		Resistencia a la abrasión	Irregular		
		Textura de la pulpa	Acuoso, cremoso y granular		
		Fibra en la pulpa	Irregular		
4	(Ch32, Ch43, Ch117, Ch27, Ch60, Ch98, Ch116, Ch26, Ch70, Ch88, Ch79, Ch90, Ch82, Ch126, Ch97, Ch16, Ch76, Ch10, Ch22, Ch33).	Color de la rama joven	Verde claro y verde oscuro	% de flores (en la rama del año)	55.96 %
		Forma del ápice de la lámina foliar	Agudo e intermedio	Número de semillas	25
		Color de las hojas jóvenes	Verde claro y verde oscuro	Contenido de sólidos solubles	23.73 °Brix
		Forma de fruto	Redonda, achatada, cordiforme y cónico largo	Acidez titulable	0.31meq/100 g
5	(Ch65, Ch75, Ch69, Ch91, Ch15, Ch77, Ch81, Ch36, Ch21, Ch9)	Uniformidad en el tamaño de fruto	Irregular	Rendimiento	16.90 kg/árbol
		Posición del ápice del fruto	Central y asimétrico		
		Color de la epidermis	Verde claro y verde		
		Resistencia a la abrasión	Irregular		
		Textura de la pulpa	Acuoso, cremoso, granular y zonas duras		
		Fibra en la pulpa	Irregular		

Morfotipo 1



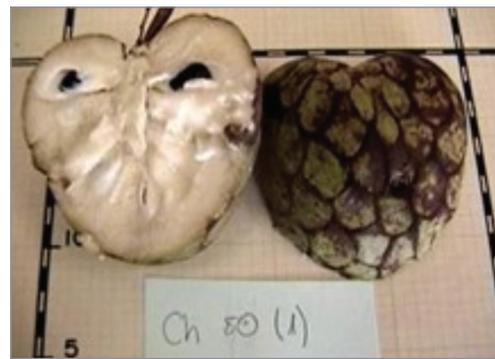
Morfotipo 1



Morfotipo 2



Morfotipo 3



Morfotipo 4



Morfotipo 5



### Características morfoagronómicas de los cultivares

La caracterización morfoagronómica realizada en el presente estudio ha permitido identificar posibles materiales promisorios dentro de la colección de chirimoya. Para ello, se tomaron en consideración descriptores relacionados con producción y características de fruto que demanda el mercado nacional e internacional: tamaño del fruto, peso, oxidación, grados Brix, índice de semilla, tipo de piel, resistencia a la abrasión, textura de la pulpa.

Herrera (2006) ejecutó un estudio que trata el desarrollo vegetativo de chirimoya de los cinco genotipos más significativos de Ecuador. Estos se hallan en la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, en donde también se valoró el rendimiento unitario. Como materiales promisorios se identificaron las siguientes accesiones que pueden ser empleadas en programas de mejoramiento genético: Ch11 (ECU-17514), Ch37 (ECU-17503), Ch50 (ECU.17507), Ch29, Ch99, Ch112 y Ch113 (ECU-17461). Estos materiales presentaron promedios de longitud de fruto de 91.66 mm, diámetro de fruto de 102.1 mm, peso del fruto de 542.08 g, tipo de piel impresa, textura de pulpa cremosa, sin oxidación de pulpa, 22.73 °Brix, índice de semilla de 10.64; 193 días de floración a maduración de fruto, rendimiento de 62.61 kg por árbol y producción regular (Andrade, 2009).

### Cultivares comerciales

En el país no existen huertos establecidos con una sola variedad. La mayoría está formada con plantas propagadas por semillas; en algunos huertos existen plantas injertadas con cultivares que los agricultores han denominado Jaramillo, Chumina, Fabulosa, por sus buenos rendimientos y la calidad de la fruta. Los injertos que se realizan en los huertos son sobre patrón de semilla originario del mismo material que se utiliza como variedad. En otros países también se lo hace por medio de injertos sobre la especie *Annona reticulata*, ya que otorga rendimientos del 90 % (Páliz, 2012; UPOV, 2003).

A los árboles usualmente se los combina con una variedad que es seleccionada por el fruto y el patrón que ha sido escogido por el tamaño del árbol y la adaptación al tipo de suelo. La propagación vegetativa de variedades se hace por injerto (Páliz, 2012).

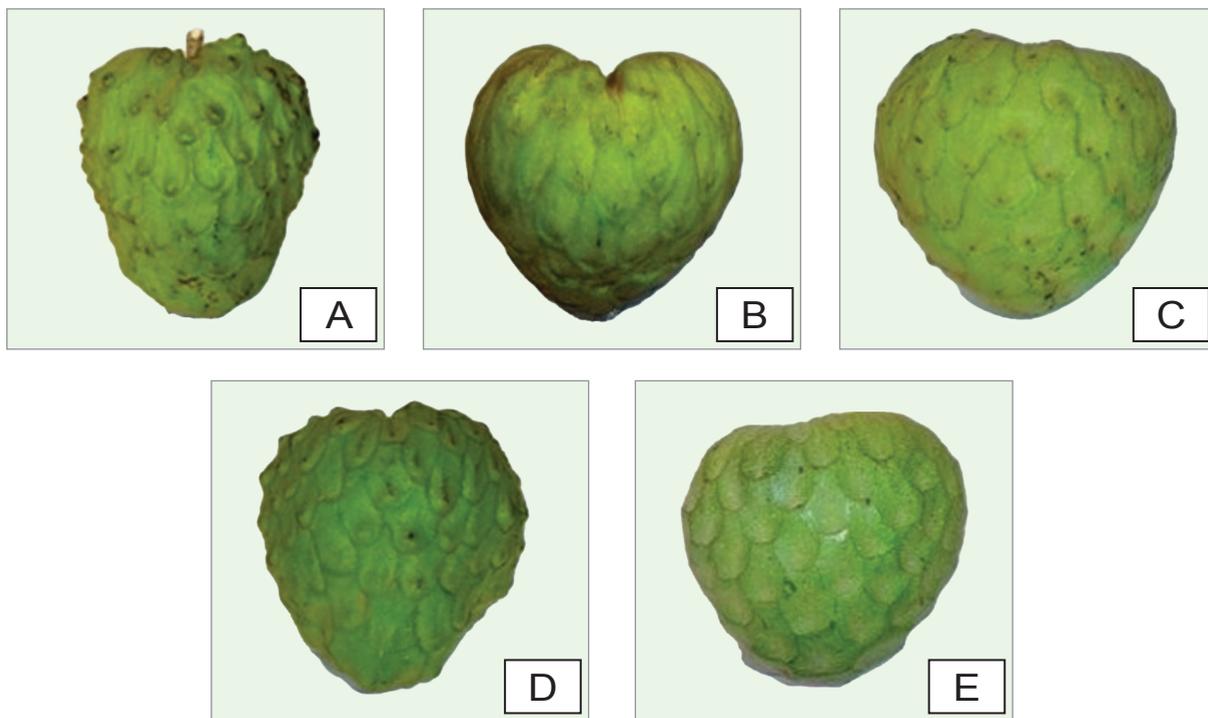
El Programa de Fruticultura junto con la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador (UCE) realizaron un estudio sobre el desarrollo vegetativo, floral y del fruto de cinco genotipos preseleccionados en la provincia de Pichincha; de este estudio se determinaron las características fisicoquímicas de los cinco cultivares: tamaño, porcentaje de cáscara, pulpa y semillas, pH, °Brix, forma del fruto (Tabla 9). Estos cultivares están identificados como San José de Minas, MAG – Tumbaco, Loja, Fabulosa y Paute; se detallan en la Figura 32 A, B, C, D (Herrera, 2006).

**Tabla 9.** Características físicas y químicas del fruto de cinco cultivares de chirimoya

Cultivar	Diámetro (cm)	Longitud (cm)	Pulpa (%)	Cáscara (%)	Semillas (%)	pH	Brix	Forma del fruto
San José de Minas	8.1	8.6	60.1	29.2	10.7	4.6	24.1	Umbonata
MAG-Tumbaco	11.0	11.2	61.5	31.3	7.2	4.2	21.6	Impresa
Loja	7.3	8.6	54.7	39.5	5.8	4.8	26.6	Impresa
Fabulosa	9.4	10.2	65.5	27.4	7.1	4.6	21.8	Umbonata
Paute	8.7	9.4	64.5	27.6	7.9	4.7	24.0	Impresa

Fuente: Herrera (2006).

Figura 32. A. Cultivar San José de Minas. B. Cultivar MAG – Tumbaco. C. Cultivar Loja. D. Cultivar Fabulosa y E. Cultivar Paute



Fuente: Herrera (2006).

Otro de los materiales seleccionados por el INIAP es el clon de chirimoya INIAP Fabulosa 2015; este proviene de la selección de materiales introducidos de la provincia de Loja en 2007 (INIAP, 2008) y que fueron evaluados en dos localidades de la provincia de Azuay (cantones Gualaceo y Guachapala) y en la de Loja (parroquia Vilcabamba) hasta 2015. Se la seleccionó por las bondades que presentó en cuanto a rendimiento y calidad de la fruta, principalmente (INIAP, 2013, p. 7; INIAP, 2014, p. 36).

En la Tabla 10 se presentan los resultados de las características físicas del fruto del clon INIAP Fabulosa 2015 en el estado de madurez de consumo; corresponde al promedio de 138 frutos para el peso, largo y diámetro; en 8 frutos para la firmeza, consistencia, rendimientos, color y el índice de oscurecimiento.

Tabla 10. Características físicas del fruto del clon de chirimoya INIAP Fabulosa 2015

Parámetro	Valor
Peso fruto (g)	491.55 ± 201.10
Largo - L (cm)	10.35 ± 1.97
Diámetro - D (cm)	10.08 ± 1.45
Relación L/D	1.03 ± 0.16
Firmeza (Newton)	4.04 ± 2.03
Consistencia de la pulpa (cm min <sup>-1</sup> )	1.57 ± 0.27

Parámetro	Valor	
Porcentaje de pulpa (g pulpa.100 g <sup>-1</sup> de fruta)	55.87 ± 5.57	
Porcentaje de semillas (g semilla.100g <sup>-1</sup> de fruta)	9.45 ± 3.22	
Porcentaje de cáscara (g cáscara.100g <sup>-1</sup> de fruta)	34.67 ± 3.99	
L (luminosidad)	69.31 ± 3.44	
a (rojo+, verde-)	- 4.93 ± 0.80	
b (amarillo+, azul-)	+ 14.33 ± 2.05	
Incremento índice de oscurecimiento de la pulpa	%	IO*
Índice oscurecimiento 0 minutos	0	17.25
Índice oscurecimiento 10 minutos	13	19.76
Índice oscurecimiento 30 minutos	25	23.01
Índice oscurecimiento 60 minutos	35	26.52

\*IO: Índice de oscurecimiento

Fuente: Brito y Cajas (2015, p. 30).

Los resultados para las características químicas y nutricionales de la pulpa de la fruta de chirimoya en su estado de madurez comestible corresponden al promedio de ocho frutos para los análisis que

se realizaron en fresco como los sólidos solubles, pH, acidez titulable, vitamina C, y tres repeticiones para los otros parámetros que se presentan en la Tabla 11.

**Tabla 11.** Características químicas y nutricionales de la pulpa del clon de chirimoya INIAP Fabulosa 2015

Parámetro	Valor
Sólidos solubles (°Brix)	24.72 ± 5.19
pH (adimensional)	4.55 ± 0.10
Acidez titulable (g.100g <sup>-1</sup> ácido cítrico)	0.49 ± 0.15
Relación de sabor (adimensional)	52.45 ± 14.43
Humedad (g.100g <sup>-1</sup> )	73.45 ± 2.86
Materia seca (g.100g <sup>-1</sup> )	26.55 ± 2.86
Cenizas (g.100g <sup>-1</sup> )	1.08 ± 0.01
Extracto etéreo (g.100g <sup>-1</sup> )	0.18 ± 0.00
Proteína (g.100g <sup>-1</sup> )	0.94 ± 0.01
Fibra (g.100g <sup>-1</sup> )	1.82 ± 0.02

Parámetro	Valor
Carbohidratos totales (g.100g <sup>-1</sup> )	22.53 ± 0.02
Azúcares totales (g.100g <sup>-1</sup> )	15.01 ± 0.30
Azúcares reductores (g.100g <sup>-1</sup> )	6.14 ± 0.08
Vitamina C (mg.100g <sup>-1</sup> )	63.06 ± 13.63
Polifenoles totales (mg g <sup>-1</sup> )	4.61 ± 0.61
Capacidad antioxidante (μmol equivalente Trolox g <sup>-1</sup> )	24.36 ± 3.19
Calcio (μg g <sup>-1</sup> )	1 900 ± 0.01
Magnesio (μg g <sup>-1</sup> )	200 ± 0.00
Fósforo (μg g <sup>-1</sup> )	400 ± 0.01
Potasio (μg g <sup>-1</sup> )	7 500 ± 0.01
Sodio (μg g <sup>-1</sup> )	30 ± 0.00
Hierro (μg g <sup>-1</sup> )	5 ± 0.32
Zinc (μg g <sup>-1</sup> )	2 ± 0.00
Manganeso (μg g <sup>-1</sup> )	1 ± 0.00
Cobre (μg g <sup>-1</sup> )	2 ± 0.64

n = 8 repeticiones

Fuente: Brito *et al.* (2015).

### Rendimiento

En la Tabla 12 se observan los rendimientos alcanzados por los cultivares preseleccionados de chirimoya en la Granja Tumbaco. Se destaca una variación de los materiales en cuanto a peso de la fruta, rendimiento/árbol y rendimiento/ha; se considera una densidad de 500 plantas/ha (distanciamiento de 4 x 5 m) y un manejo técnico del huerto que incluye principalmente prácticas de defoliación, poda, aplicación del inductor de brotación, nutrición, polinización manual y enfundado de la fruta, principalmente.

En general, el peso de la fruta se encuentra dentro de parámetros de aceptación de los mercados, que oscila entre 300 y 500 g (Gardiazabal y Cano, 1999). Los cultivares M4 San José de Minas y T61 MAG - Tumbaco presentan los frutos de mayor peso (560 y 490 g), y los más altos rendimientos (39 - 41 t/ha) que superan de manera considerable los rendimientos nacionales de 2-8 t/ha, e incluso las medias de producción de países exportadores de esta fruta que alcanzan las 10 t/ha. Esto demuestra el potencial de producción que tiene Ecuador, si se aprovecha las condiciones de clima y suelo favorables y se implementa un manejo tecnológico del cultivo.

**Tabla 12.** Peso promedio del fruto (g) y rendimiento (kg/pl) de cinco cultivares de chirimoya (Tumbaco, Pichincha 2006)

Cultivar	Peso del fruto (g)	Rendimiento (kg/árbol)	Rendimiento (t/ha)*
San José de Minas	560.45	84.00	42.00
MAG – Tumbaco	490.40	78.00	39.00
Loja	337.00	37.70	16.85
Fabulosa	469.00	47.00	23.50
Paute	407.27	40.72	20.36

\* 500 plantas/ha.

Fuente: Herrera (2006).

Las evaluaciones del rendimiento del clon INIAP Fabulosa 2015 se realizaron durante el periodo 2013-2014 en fincas de productores de Gullancay-Paute, Estación Experimental del Austro (Bullcay-Gualaceo) y Vilcabamba-Loja. De los resultados obtenidos (Tabla 13), se desprende que sus rendimientos varían entre años y localidades (Vanegas, 2014; Andino, 2014); además, se observa que a medida

que la planta tiene mayor edad es más productiva, debido al mayor volumen de raíces y ramas productivas anuales. Adicionalmente, la producción de la nueva variedad en las tres localidades evaluadas es estadísticamente significativa y más alta que los rendimientos del cultivar local Nallig empleado como testigo y superan ampliamente la media nacional de producción de 5 t ha<sup>-1</sup>.

**Tabla 13.** Rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) anual y promedio del clon INIAP Fabulosa 2015 en tres localidades (2013-2014)

Año	Meses cosecha	Rendimiento t ha <sup>-1</sup>			Rendimiento t ha <sup>-1</sup>
		Gualaceo	Guachapala	Vilcabamba	Cultivar local Nallig
2013	mayo - julio	23.30 <sup>a</sup>	20.55 <sup>b</sup>	18.64 <sup>c</sup>	9.34 <sup>d</sup>
2014	junio - agosto	38.68 <sup>a</sup>	31.63 <sup>b</sup>	26.82 <sup>c</sup>	14.21 <sup>d</sup>
Promedio		30.99 <sup>a</sup>	26.09 <sup>b</sup>	22.73 <sup>c</sup>	11.77 <sup>d</sup>

Fuente: INIAP (2013, 2014).

### Fenología de los cultivares

Las etapas fenológicas de los frutales se ven influenciadas por el cultivar o variedad plantada, condiciones ambientales donde se desarrolla —especialmente la temperatura, y el manejo del cultivo—. En la Tabla 14 se presenta el comportamiento fenológico natural de la chirimoya en la zona productiva de Tumbaco.

La fenología en especies perennes como el chirimoyo sufre cambios relacionados con la edad; esto se ha evidenciado en algunos casos: cuando los árboles tienen varios años de producción se ve disminuida la frecuencia de floración y fructificación dando como resultado un bajo rendimiento del cultivo; es entonces cuando se deben reemplazar los árboles viejos por plantas nuevas (Huayllani, 2011).

**Tabla 14.** Comportamiento fenológico de la chirimoya

Zona de Tumbaco: Altitud	2348 m s. n. m.
Temperatura	17 °C
Precipitación	800 mm
Humedad relativa	75 %
Brotación e inicio de floración	septiembre
Plena floración	octubre - noviembre
Final de la floración	noviembre
Crecimiento y desarrollo	septiembre - abril
Inicio de cosecha	marzo
Final de cosecha	mayo
Dormancia o reposo	junio - agosto

Fuente: Viteri *et al.* (2011).

Así, la brotación e inicio de la floración comienzan en septiembre con las primeras lluvias, alcanzando un mes después, en octubre, la plena floración. Luego, el proceso se extiende hasta noviembre, lo cual demuestra la amplitud de la floración en un lapso de tres meses.

La cosecha se inicia en marzo; es decir, siete meses después del inicio de floración y se extiende hasta mayo, mes en que se reduce el crecimiento y la planta entra en una etapa de reposo o dormancia que coincide con la entrada del verano (junio - agosto). Esta tiene una duración de cuatro meses, tiempo bastante amplio que da lugar a que el ciclo fenológico del cultivo se alargue y pierda competitividad frente a otros frutales más precoces. Esta es la razón por la cual es necesario manipular la etapa de dormancia para acortarla y obtener cosechas en menor tiempo a través de la producción forzada (Viteri *et al.*, 2011).

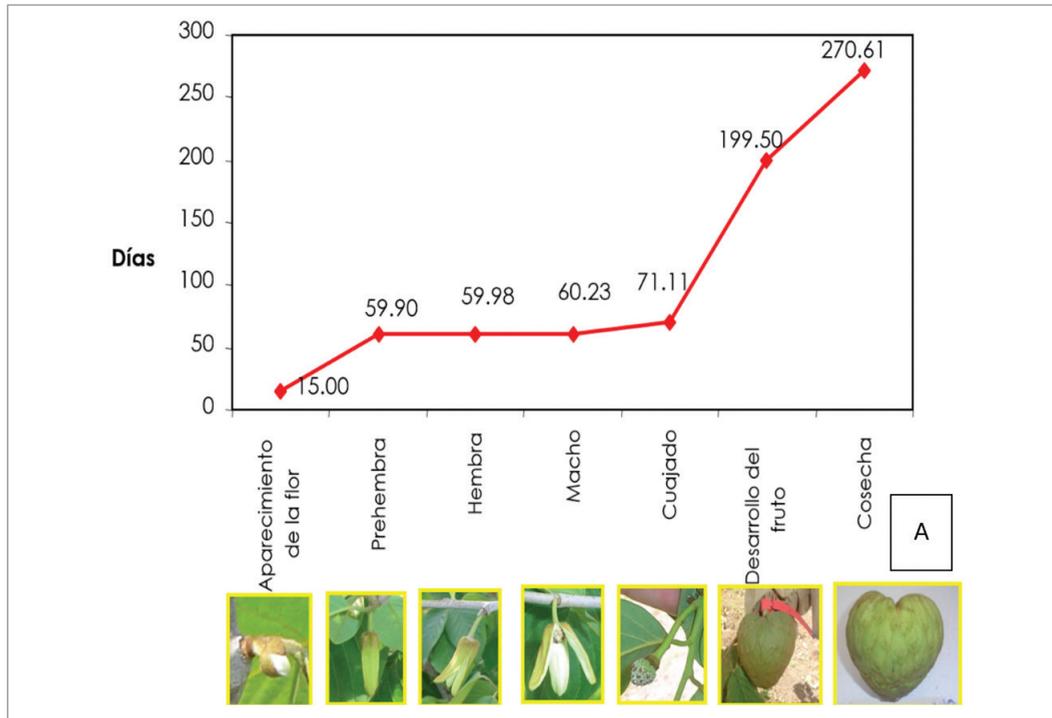
Es importante cumplir con ciertos requerimientos ambientales durante la floración; se recomienda tener la plantación en lugares donde no haya vientos

fuerzes y con temperaturas entre 16-20 °C; esto es propicio para que la *Annona cherimola* tenga una adecuada floración (Ibar, 1986; Elizalde, 2018).

Los cambios climáticos pueden afectar la fenología de las plantas, ya sea a las etapas de floración y producción, como también, las vegetativas; se recomienda que los factores climáticos no sean responsables directamente de sincronizar o desencadenar eventos fenológicos (Prive *et al.*, 1993; Elizalde, 2018).

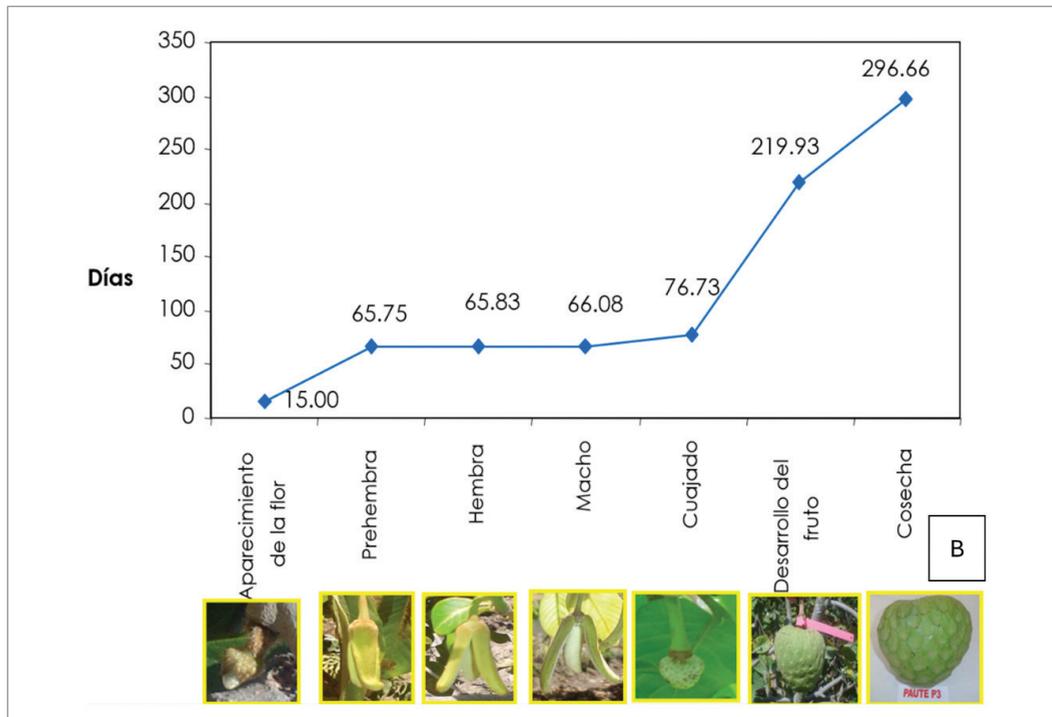
En cuanto al desarrollo fenológico de la flor y del fruto, Herrera (2006) manifiesta que de la evaluación de cinco cultivares de chirimoya en Tumbaco, Ecuador, se observaron diferencias en la duración acumulada desde el apareamiento de la flor hasta la cosecha. Así, el cultivar T61 MAG - Tumbaco presentó la menor duración del ciclo fenológico con 270.61 días (más precoz), mientras que el cultivar P3 Paute tuvo una duración de 296.66 días y fue el más tardío (Figuras 33 y 34).

Figura 33. Ciclo fenológico de la flor y del fruto del cultivar MAG - Tumbaco



Fuente: Herrera (2006).

Figura 34. Ciclo fenológico de la flor y del fruto del cultivar Paute



Fuente: Herrera (2006).

Si consideramos la duración del ciclo fenológico de flor en estado hembra a cosecha, se detectaron diferencias entre los cinco cultivares. El más precoz fue el cultivar MAG - Tumbaco, con 210 días, que

representa una duración de 7 meses, mientras que el cultivar Paute fue el más tardío con 230 días de duración (Tabla 15).

**Tabla 15.** Ciclo fenológico de cinco cultivares de chirimoya

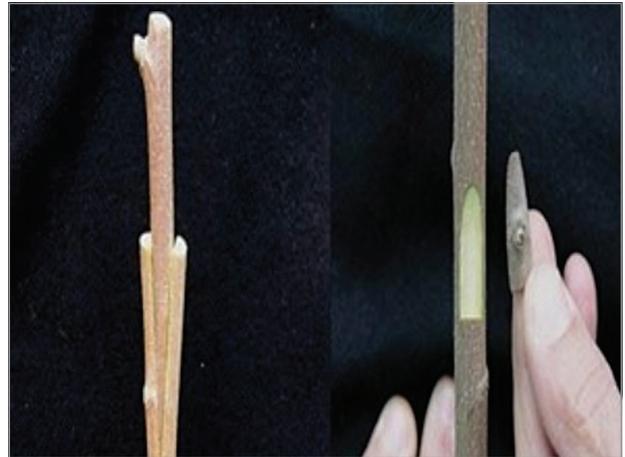
Variedades seleccionadas	Días de floración a cosecha	Meses de floración a cosecha
MAG Tumbaco T61	210	7.0
Fabulosa	217	7.0
San José de Minas	221	7.5
Loja	225	7.5
Paute	230	8.0

Fuente: Herrera (2006).

En el caso del clon INIAP Fabulosa 2015, la duración de la fase de flor a cosecha es de 204 - 215 días, lo que representa aproximadamente 7 meses. Por lo tanto, es material precoz frente a otros que demoran entre 7.5 a 8 meses. En conclusión, conocer la duración de los ciclos fenológicos de los cultivares es importante, ya que permite seleccionar los materiales precoces para integrarlos en el manejo de producción forzada.

# 4

---



## Capítulo cuarto

# Propagación y establecimiento de huertos

### Propagación del cultivo

Para la propagación de plantas de chirimoya se han evaluado varios métodos:

1. Germinación de semilla botánica para la obtención de portainjertos (reproducción sexual)
2. Enraizamiento de estacas (reproducción asexual)
3. Acodos aéreos de ramas (reproducción asexual)

El método de reproducción sexual (semilla botánica) es el más empleado para la producción de portainjertos o patrones, ya que la semilla tiene buenos porcentajes de germinación (60 - 95 %), dependiendo del cultivar que se emplee. Mientras, con los métodos asexuales (estacas y acodos), los porcentajes de enraizamiento, por lo general, son bajos, fluctuando entre el 22 - 35 % en el mejor de los casos (Castillo *et al.*, 1997; Duarte *et al.*, 1974; Bonilla, 2018). Las semillas pueden preservarse por muchos años cuando son almacenadas en humedades relativas bajas y temperaturas de 10 °C (González, 2013); por tanto, es la técnica más empleada.

En Ecuador, un gran porcentaje de los huertos de chirimoya con árboles de más de 20 años provienen de semilla botánica. Esto dio lugar a una gran variabilidad del crecimiento y desarrollo de las plantas y de los frutos, por lo que tardaron muchos años para producir y también son plantas muy altas. Generalmente, las plantas de chirimoya son propagadas con un portainjerto proveniente de semilla botánica, por lo que existe mucha hetero-

geneidad, lo que incide en el manejo del huerto (Delgado, 2005; Núñez, 2019). En contraste, la reproducción asexual tiene ciertas ventajas, como la homogeneidad de crecimiento y desarrollo y el tipo de fruta.

En la actualidad, las plantas utilizadas para el establecimiento de nuevos huertos son injertas, en portainjertos provenientes de semillas botánicas. El material vegetal de chirimoya a injertar es determinado por la demanda del mercado (INIAP, 2008).

### Obtención y preparación de las semillas

Las semillas botánicas deben obtenerse de frutos maduros, con el fin de incrementar los porcentajes de germinación (Malaree, 1977). La mayoría de viveristas emplean semillas de una mezcla de cultivares, lo que ocasiona una variabilidad en la capacidad de germinación (54 - 95 %) y el tiempo de emergencia (45 - 70 días) (INIAP, 2008; Castillo *et al.*, 1997).

Para mejorar los índices de multiplicación de plántulas, se recomienda seleccionar plantas madre para obtener semillas que deben tener las siguientes características: alta producción de fruta (tamaño y cantidad), buena sanidad de la planta y frutos, buen número de semillas por fruta, altas tasas de germinación de manera natural (sin uso de hormonas o escarificación).

La extracción de las semillas se realiza mediante dos técnicas. La primera emplea el lavado directo de la pulpa que cubre las semillas, con el fin de co-

lectar las semillas sin daños mecánicos. La segunda implica la fermentación de las frutas, agregando azúcar en un recipiente con agua y la pulpa con las semillas por al menos dos días; esto facilita el desprendimiento de las semillas.

Una vez obtenidas las semillas de los frutos, se las debe remojar en agua por 24 horas para favorecer su imbibición. Las semillas que floten en este periodo se deben eliminar porque no son viables. Si se quiere reducir los días a la emergencia, se puede sumergir las semillas durante 24 horas en una solución con ácido giberélico ( $AG_3$ ) en concentraciones de 1 000 ppm (Castillo *et al.*, 1997). De la misma manera, González (2013) señala que remojar las semillas de chirimoya por 72 horas antes de la siembra con solución de 1 000 ppm ( $GA_3$ ) tiene efectos positivos en la germinación. Se recomienda, antes de la siembra, tratar las semillas con un fungicida o ceniza (Figura 35), para prevenir el ataque de hongos. La adición de ceniza potencia la germinación, puesto que hay presencia de karrikinas que reducen la latencia.

Figura 35. Semillas de chirimoya con ceniza



Fuente: González (2013).

### Formación de semilleros y emergencia de plántulas

El semillero se realiza en camas altas de germinación, con un sustrato que permita mantener un buen drenaje y anclaje de las plántulas. Para esto, se mezcla con tierra o suelo donde no se haya culti-

vado material inerte que le otorga granulometría y drenaje (pomina) y materia orgánica bien descompuesta (compost) en la proporción 3:1:1 (Figura 36). Las dimensiones de las camas pueden ser de 1.5 m de ancho por 4.0 m de largo.

El sustrato debe ser previamente tratado (Figura 36) empleando diferentes alternativas:

1. Mediante el uso del químico (Dazomet es una de las alternativas) que tiene acción nematocida, fungicida, insecticida, y para el control de arvenses, en dosis de 25 a 30  $g/m^2$  de suelo. Este sustrato tratado debe ser cubierto inmediatamente con plástico durante ocho días y, posteriormente, aireado por 10 - 15 días previo a la siembra.
2. Se puede desinfectar el sustrato con vapor de agua.
3. La solarización permite aprovechar la radiación electromagnética desinfectante. Para esto, se requiere dejar expuesto el sustrato al sol por 20 - 30 días, cubierto con plástico, ya que favorece el incremento de la temperatura.
4. Adición al sustrato de productos biológicos que tengan hongos benéficos, como *Trichoderma spp.*, que se expenden en el mercado.

Figura 36. Preparación del sustrato

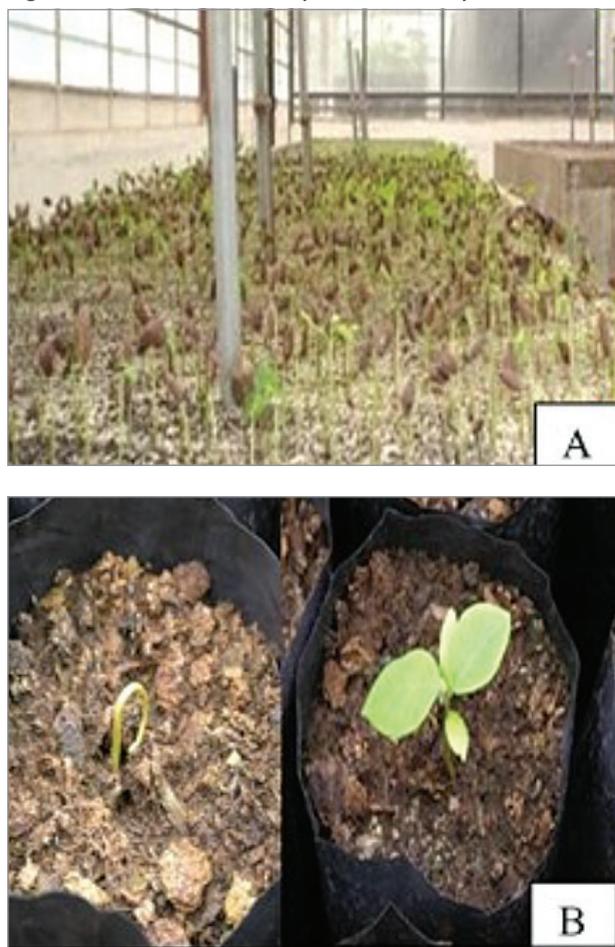


Fuente: INIAP (2023).

La siembra se debe realizar en las camas con el sustrato antes mencionado (Figura 37 A). Se realizan surcos de 2 cm de profundidad y 5 cm entre líneas. En ellos se coloca la semilla con el ápice hacia abajo, ya que de allí se emite la radícula. La distancia entre semillas debe ser de 1.5 cm para evitar daño posterior del sistema radicular. Luego, las semillas se cubren con el sustrato y se apelmaza ligeramente el suelo para evitar espacios de aire. Finalmente, se riega y se cubre con plástico negro para conservar la humedad e incrementar la temperatura, que debe estar alrededor de 25 °C (INIAP, 2008).

Otra alternativa de siembra es directamente en las fundas (Figura 37 B); sin embargo, este método conlleva mayores cuidados e incremento de los costos de producción inicial.

**Figura 37.** Semillas de chirimoya en camas (A) y en fundas (B)



Fuente: INIAP (2023).

## Trasplante

Las plántulas estarán listas para ser trasplantadas a las fundas plásticas negras (8 x 12 pulgadas, y con perforaciones), cuando alcancen una altura de entre 7 - 10 cm (González, 2013), o según experiencia del viverista. Las fundas se llenan de un sustrato que contenga tres partes de suelo rico en materia orgánica, más una parte de material inerte (pomina). A dicho sustrato se le debe adicionar un fertilizante completo N-P-K (10-30-10). El sustrato de la funda debe ser humedecido, de tal forma que permanezca compactado cuando se realicen los hoyos para el trasplante de las plántulas. Una vez colocada la plántula, se compacta el suelo a la altura del sistema radicular para evitar espacios de aire y luego se da un riego complementario. También, se puede realizar el trasplante entre los 15 y 25 días de la emergencia de la semilla, ya que tienen al menos 10 cm de altura (Irigoyen, 2004).

## Injertación

La injertación de los cultivares seleccionados debe realizarse aproximadamente 7 meses después del trasplante de los portainjertos a las fundas plásticas, cuando las plantas alcanzan entre 40 y 50 cm de altura, y los tallos tienen un diámetro mayor a 1.5 cm (García *et al.*, 2010). Las yemas o ramillas para injertar deben ser maduras, provenientes de ramas del ciclo; este material debe obtenerse de plantas madre seleccionadas con alta productividad y calidad, con base en los requerimientos del mercado (Figura 38 A, B, C, D y E).

Si se realizan injertos de púa, su grosor debe ser de similar calibre al tallo del patrón/portainjerto donde se va a injertar, para lograr una buena adherencia. Se debe preparar la púa y después cortar el patrón. Posterior a esto, se coloca la púa en el patrón y se amarra con una cinta plástica desde la parte inferior al punto de injertación. Se recomienda cubrir el injerto con fundas plásticas transparentes (INTA, 2003).

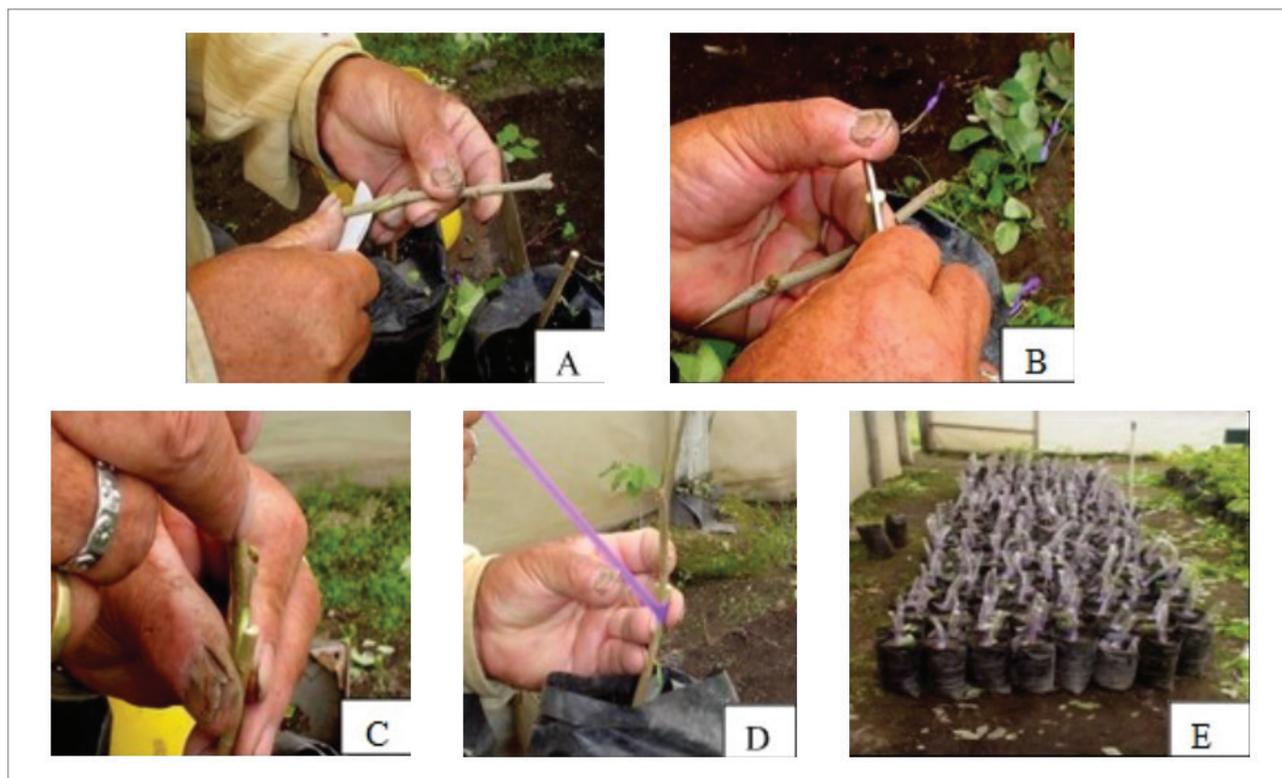
Los tipos de injertos que se practican según el INIAP-Ecuador (2014) son de yema tipo parche y de púa terminal o lateral, obteniéndose prendimientos mayores al 90 %. Se recomienda realizar la injertación sobre los 30 cm de alto del tallo del

portainjerto para evitar la emisión de brotes bajos, que por lo general terminan siendo eliminados (INIAP, 2014). Luego de realizado el injerto, se coloca una funda pequeña transparente para cubrirlo con el fin de mantener una alta humedad relativa y temperatura; esto evita la deshidratación y favorece la brotación de las yemas (INIAP, 2008).

De acuerdo con González (2013), la injertación es

el mejor método de propagación de las plantas superiores, en donde se ponen en contacto las dos partes del tejido vegetal para que logren unirse y se desarrollen dando como resultado una nueva planta. Este tipo de propagación se hace sobre el patrón de semilla originario del mismo cultivar que se va a manejar como variedad. Con este método se obtiene mayor vigor, calidad de los frutos, longevidad de la planta y mayor producción.

**Figura 38.** Preparación de la púa, A y B: Corte del patrón. C: Colocación de púa en patrón. D: Amarre con cinta plástica y E: Injertos con fundas transparentes de la plántula de chirimoya



Bautista (2014) recomienda la propagación vegetativa o asexual, sobre la cual se realiza el injerto, ya que facilita el manejo del cultivo y garantiza plantas con buenos frutos y con la misma identificación genética. Este tipo de propagación también se hace con estacas o esquejes de 30 cm de longitud, que tengan buen grosor. Esto ayuda al buen desarrollo de la planta. También se puede usar fitohormonas de crecimiento, lo que favorecerá el crecimiento de raíces y, por ende, de la planta.

### Manejo de las plantas

Es importante que durante el proceso de crecimiento de las plantas injertadas se eliminen todos los rebrotes del portainjerto, a fin de evitar competencia o para que crezca más que el injerto. También, se debe tomar en cuenta la presión que ejerce el plástico de injertar en el tallo, por lo que se debe eliminar una vez que esté bien acoplado el patrón/portainjerto, evitando así la decapitación del injerto. En este tiempo, es importante mantener la sanidad y nutrición adecuada de las plantas;

para esto, se deben realizar controles fitosanitarios y fertilizaciones al sustrato o al follaje, con base en el protocolo de manejo y el monitoreo permanente. Las plantas están listas para el trasplante al lugar definitivo cuando el injerto alcanza una altura entre 30 y 40 cm; esto se consigue a los cuatro o cinco meses después de la injertación (Figura 39) (INIAP, 2014).

**Figura 39.** Plantas de chirimoyo listas para trasplante definitivo



## Establecimiento del cultivo

Para el establecimiento del cultivo hay que tomar en cuenta los siguientes parámetros:

### Selección del terreno

Se deben conocer las condiciones ambientales favorables para el desarrollo del cultivo. Asimismo, se deben saber las características físicas y químicas del suelo donde se realizará la plantación y la disponibilidad de agua (González, 2013).

El suelo del terreno seleccionado debe ser analizado en un laboratorio, ya que esto permite determinar las dosis de fertilizantes que necesitarán las plantas de chirimoyo y los contenidos de materia orgánica. Los resultados de los análisis del suelo permitirán definir las medidas correctivas para acondicionar el suelo, en caso de ser necesario. Se-

gún Tineo (2019), al momento de preparar el suelo se lo deberá analizar y su microbiología.

### Preparación del suelo

De acuerdo con Bautista (2014), las plantas de chirimoyo son sensibles a la textura del suelo. Lo recomendable son los bien drenados (arenosos o arcillo-arenosos), con materia orgánica mayor al 2 % y con un pH entre 6.5 - 7.6.

El estudio de Mazariegos (2011) señala que la chirimoyo se puede adaptar a suelos marginales—como los áridos, pedregosos y superficiales—. Se recomienda evitar el encharcamiento del agua para obtener un buen desarrollo y crecimiento de la planta. Se deben implementar obras de conservación de suelo y sistemas de riego en los huertos que están ubicados en terrenos con topografía irregular y pendientes.

Una vez que se ha definido la zona y donde se establecerá el huerto, se debe realizar una adecuada preparación del suelo. Así, se deben ejecutar labores que proporcionen desde el inicio las condiciones óptimas para el desarrollo de la planta, debido a que en ese espacio la planta permanecerá por muchos años. La preparación del suelo debe realizarse con una antelación de al menos 60 días a la plantación. Esto permite realizar las enmiendas necesarias para que al momento del trasplante se tengan las condiciones óptimas para el cultivo.

Si la topografía del terreno es con pendiente, se aconseja formar terrazas siguiendo las curvas de nivel para evitar erosión del suelo. En este caso, se debe trazar el huerto con estacas donde se abrirán los hoyos. Debido a las distancias de plantación, se recomienda preparar únicamente la cama donde se ubicará la planta y, entre las calles, dejar la vegetación (cobertura vegetal), la cual debe ser cortada periódicamente.

### Limpieza del terreno

La adecuación del terreno es de gran importancia, ya que consiste en limpiar el área de plantación con ayuda de maquinaria o de manera manual. En el caso de usar maquinaria, se suele pasar el ara-

do o un subsolador a 60 cm de profundidad (Figura 40) y se realiza la nivelación, de ser requerida (Acosta *et al.*, 2011).

### Arada y subsolada

Estas labores permiten aflojar el suelo a profundidades de 60 a 70 cm, destruyendo capas endurecidas para que las raíces penetren y, a su vez, que el suelo tenga una buena aireación. Esto se debe realizar con 2 o 3 meses de anticipación, para permitir la descomposición de las arvenses y, por acción del sol, contribuir a reducir la presencia de insectos y de agentes causantes de las enfermedades que pueden estar presentes en el suelo.

Cuando el suelo tiene una buena capa arable, se puede proceder con el arado que vira la tierra, elimina las arvenses y, además, afloja las capas que se encuentran en la superficie (Jaramillo, 2005; Mendoza, 2015). De manera general, la arada permite oxigenar el suelo, eliminando las arvenses y las plagas presentes. Se puede realizar con maquinaria agrícola, tracción animal o manualmente con ayuda de un azadón (Badillo, 2016).

### Rastrada

Cuando son terrenos planos, antes de la plantación, se recomienda desmenuzarlo con una rastra (Figura 40) para destruir los aglomerados. A su vez, se nivela para facilitar el riego y evitar el encharcamiento que puede ocasionar la pudrición de la planta por asfixia radicular.

Badillo (2016) recomienda pasar la rastra con tractor una o dos veces, ya que esto da como resultado un suelo suelto, lo que facilita el desarrollo de las raíces; además, los restos vegetales se incorporan para el aprovechamiento futuro de la planta y la superficie queda nivelada. Si se realiza a mano con azadón, se deben romper todos los terrones de tierra resultantes. Si los terrenos son inclinados, únicamente se prepara el lugar donde se va a poner la planta, con el fin de evitar la pérdida de la capa arable, debido al viento y al agua.

**Figura 40.** Rastra de disco durante la preparación del suelo



Fuente: Rivadeneira (2025).

### Plantación

Las plantas de chirimoya se deben obtener de viveros que garanticen la calidad genética, física, fisiológica y sanidad del material vegetal propagado. Según Andino (2014), los cultivos de chirimoya en Ecuador son manejados de manera tradicional, con distancias de plantación muy grandes y un espontáneo desarrollo (sin podas); además, existen pocas fincas con huertos exclusivos de plantas de chirimoya; la mayoría están asociadas con otras especies frutícolas.

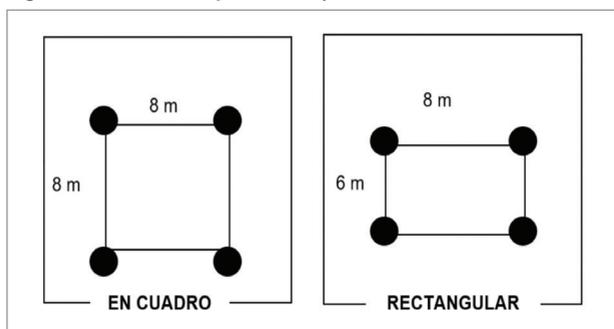
La producción en cultivos de alta densidad se realiza porque existe una productividad mayor por superficie, facilita el manejo y se aprovecha mejor el terreno. La plantación se puede realizar en cualquier época del año, siempre que se disponga de agua para el riego. Es preferible evitar los meses ventosos y de mayor temperatura para eludir daños o rupturas de los injertos y deshidratación de las plantas. Para esta labor se deben seguir los siguientes pasos:

### Distancias y sistemas de plantación

Las distancias de plantación dependen de varios factores: 1) fertilidad del suelo, 2) vigor del cultivar, 3) sistema de manejo y 4) tipo de maquinaria a emplearse.

Por lo general, las distancias de plantación tradicionales son de 8 x 8 o 6 x 8 m, obteniéndose entre 156 - 208 plantas/ha, respectivamente (Figura 41). Estas plantaciones son consideradas de baja densidad y se caracterizan por tener árboles de gran tamaño. Con estas distancias, las plantas pueden distribuirse en marco real o rectangular (Gardiazábal y Rosenberg, 1993).

Figura 41. Marcos de plantación y distancias tradicionales

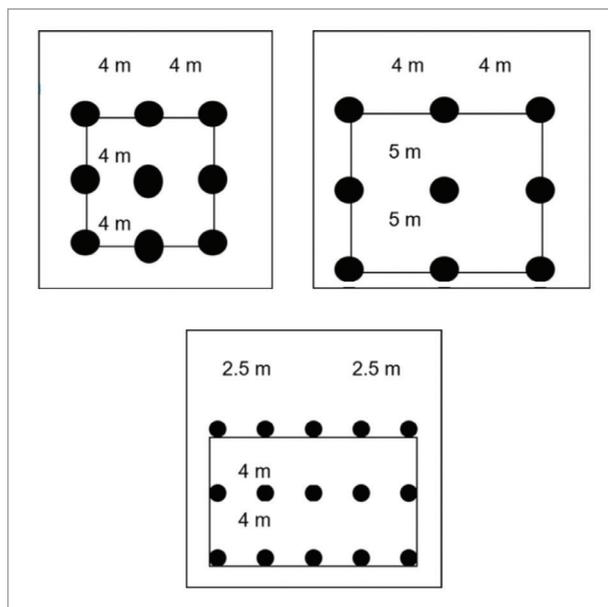


Fuente: INIAP (2023).

Actualmente, se emplean sistemas de plantación de mediana densidad, donde los árboles de chirimoyo son podados cada ciclo para controlar su tamaño. Las distancias de plantación más recomendadas son de 4 x 5 o 4 x 4 m (500 - 625 plantas/ha), representadas en la Figura 42 (Guirado *et al.*, 2003). Sin embargo, hay una tendencia a reducir más aún estas distancias, como es el caso de algunas plantaciones de alta densidad, donde se plantan en 4 x 2.5 m (1 000 plantas/ha), e incluso otras de 4 x 2 m y 4 x 1 m (1 256, y 2 500 plantas/ha, respectivamente) de manera experimental (Encalada, 2011; UCV, 1999).

Si la plantación se hace en un terreno con pendiente, se recomienda establecer terrazas, siguiendo las curvas de nivel, tratando de distribuir las plantas a las distancias recomendadas. No obstante, esta práctica agrícola aumenta los costos de producción.

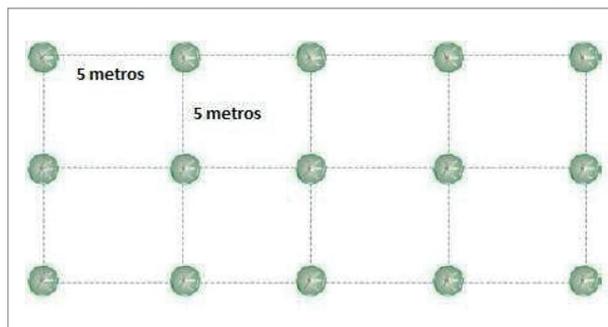
Figura 42. Distancias de plantación de alta densidad



Fuente: INIAP (2023).

De acuerdo con Vásquez y Villavicencio (2008), es recomendable realizar la siembra a una distancia de 5 x 5 m (Figura 43) con manejo de podas. El resultado con este método de siembra tendrá una densidad de 400 árboles por hectárea.

Figura 43. Representación del trazado huerto de chirimoya



Fuente: Pinto *et al.* (2005); Guerrero (2012).

Sin embargo, Rodríguez (2013) señala que las distancias dependen del tipo de patrón/portainjerto que se vaya a utilizar. Las distancias recomendadas son 8 x 8 o 6 x 8 m (para la mayoría de patrones), como se puede observar en la Figura 44 A y B.

**Figura 44.** Plantación 8 x 8 m (A) y 6 x 8 m (B) con manejo de poda



Fuente: INIAP (2023).

Según Tineo (2019), en los valles interandinos de Perú los marcos de plantación de chirimoyo son los siguientes:

**Tabla 16.** Marcos de plantación de chirimoyo

Distanciamiento (m)	N.º de plantas/ha
4 x 4	425
5 x 5	400
4 x 5	500
5 x 6	333

Fuente: Tineo (2019).

### Trazado y marcación

De acuerdo con Nova *et al.* (1991), el trazado es importante porque se sabe exactamente cuántas plantas necesita el agricultor, cómo van distribuidas y cómo controlar la erosión. Así que, para cada grado de inclinación del terreno, se escoge el trazado que más convenga técnicamente.

Según MAG (2016), el trazado de los huertos previo a la plantación es una práctica muy simple y económica, pero muy importante para controlar la erosión de los suelos y facilitar el riego. Con esta práctica de conservación se marcan en el campo los puntos donde se va a plantar de manera adecuada el chirimoyo y se evita o reduce que el agua no erosione la capa arable del suelo. Se deben trazar los surcos de plantación paralelos a la línea guía, hasta cubrir toda el área que se va a plantar. En caso de terrenos con topografía irregular, se deben marcar dos o más líneas guías en el área a plantar. Luego de haber seleccionado las distancias de plantación, se procede al trazado del huerto, tomando como línea principal el lado más largo del campo; en cada extremo se traza una línea perpendicular con un ángulo recto. Una vez levantadas las cuatro líneas guías y con las estacas colocadas, se procede a marcar con cal o maderas los puntos donde irán las plantas.

**Figura 45.** Líneas guía marcadas con estacas



Fuente: MAG (2016).

### Apertura de hoyos

Si se empleó el arado o subsolador para aflojar el suelo, basta abrir huecos de 40 x 40 x 40 cm para realizar el trasplante. Caso contrario, se deben hacer hoyos de 60 x 60 x 60 cm para permitir un buen desarrollo del sistema radicular de las plantas y facilitar el drenaje del agua. Se pueden realizar manualmente los hoyos o mediante un tornillo hoyador (Figura 46 A) acoplado a un tractor, recomendado para grandes superficies.

En otros estudios de chirimoya, se menciona que para realizar el hoyado en suelos compactos estos deben ser de 60 x 60 x 60 cm y para suelos sueltos, de 30 x 30 x 30 cm (Vásquez y Villavicencio, 2008). Adicionalmente, un estudio realizado cinco años después (Rodríguez, 2013) señala que los hoyos de plantación deben tener una profundidad mínima de 70 cm.

De acuerdo con Tineo (2019), es recomendable hacer los hoyos para las plantaciones de chirimoya con dimensiones de 40 x 40 x 60 cm, con sistema de plantación de tres bolillos de 5 x 5 m. Como se puede ver, hay diferentes puntos de vista; sin embargo, se mantiene que, en suelos sueltos, el hoyado es más pequeño y que en compactos, sus dimensiones deben ser mayores para facilitar el desarrollo del sistema radicular del cultivo.

Para el desarrollo favorable del sistema de radicular y sostén de la planta, se debe incorporar materia orgánica bien descompuesta (abono vegetal y animal) en el lugar donde se va a poner la planta injertada. El abono deberá ser colocado en el fondo del hoyo y también una capa en la parte superior (Figura 46 A y B); esto facilitará el desarrollo de las raíces y permitirá tolerar el efecto de los microorganismos patógenicos en caso de que estén presentes. El abono orgánico aportará nutrición a la planta en la etapa inicial de crecimiento en el huerto (Pinto *et al.*, 2005) y favorecerá el desarrollo de microorganismos benéficos.

**Figura 46.** A: apertura de hoyos. B: incorporación de abono en la parte superior



Fuente: Tineo (2019).

### Abonadura y fertilización de fondo

Las plantas, para un buen desarrollo, necesitan de un adecuado abastecimiento de nutrientes, que se logra a través del mantenimiento de la fertilidad del suelo. Es importante realizar, previo a la plantación, el análisis químico y físico del suelo para determinar la cantidad de minerales disponibles o asimilables para las plantas, contenido de materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico, contenido de sales, textura y estructura, entre otros. Con base en ello, se definen las cantidades, épocas y fuentes de fertilizantes y abonos complementarios que necesita el cultivo. Estos deben ser provistos durante la plantación y los períodos de mantenimiento del cultivo, teniendo en cuenta la fenología del cultivo y la disponibilidad de agua en distintos momentos del año.

Los Laboratorios de Suelos y Aguas del INIAP, junto con el informe del análisis de suelos, entregan las recomendaciones de aplicación de fertilizantes y abono durante la época de plantación y mantenimiento del cultivo; particularizan la recomendación de acuerdo con los requerimientos del cultivo. Esto permite ser más eficiente en el manejo nutricional del cultivo y, a su vez, mejorar la capacidad competitiva del productor.

En caso de no tener los resultados del análisis de fertilidad de los suelos, una recomendación general, por hoyo, para los valles interandinos de Ecuador, es: 100 gramos del fertilizante 10 - 30 - 10, más 70 gramos de sulphomag y una aplicación de 2 - 4 kilos de compost. La aplicación de los abonos y fertilizantes debe hacerse en mezcla con el sustrato del hoyo de manera uniforme (Figura 47). No se debe colocar estiércoles frescos en el hoyo, debido a que durante el proceso de descomposición se incrementa la temperatura y la presencia de insectos y pueden afectar el sistema radicular de las plantas.

**Figura 47.** Aplicación de los fertilizantes para mezcla con el sustrato e manera uniforme



Fuente: INIAP (2023).

De acuerdo con Rodríguez (2013), según el nivel de fertilidad que tenga el suelo y la disponibilidad de agua de riego, se aplica usualmente, en el hoyo, fósforo y potasio y de ser necesario calcio y magnesio. (Figura 48).

**Figura 48.** Aplicación de fertilizantes mezclados con el suelo y colocados en el fondo y alrededor de la planta



Fuente: Rivadeneira (2023).

También se recomienda utilizar 2 kg de estiércol de corral seco como abono de fondo (Figura 49), ya que contiene 15 % de nitrógeno, 10 % de fósforo y 3 % de potasio (Tineo, 2019).

**Figura 49.** Aplicación del estiércol de corral en el fondo



Fuente: Rivadeneira (2023).

### Trasplante

De acuerdo con Cruz (2002) y Labanda (2019), dentro de las características que deben tener las plantas para el trasplante al sitio definitivo, esta

debe alcanzar una longitud de al menos de 50 a 80 cm, que se consigue entre los 6 y 8 meses luego de la injertación. En este tiempo, la herida del corte debe estar cicatrizada en su totalidad y la planta debe estar vigorosa. Así, las plantas injertas de chirimoya son distribuidas en el campo.

Para la plantación en el sitio definitivo, se debe extraer la planta de la funda, evitando dañar el pan de tierra para no dejar expuesto al aire el sistema radicular ni dañarlo; de este modo se evita el ingreso de patógenos a la planta. Para esto es conveniente regar ligeramente las plantas previas al trasplante. Es importante que, al colocar la planta en el hoyo, la profundidad sea la correcta, de tal manera que el nivel superior del pan de tierra coincida con el del hueco; así se evita encharcamientos y que se cubra el injerto.

Una vez ubicada la planta en el hoyo, se coloca tierra de mejor calidad a su alrededor (Figura 50); se debe evitar cubrir el injerto y se compacta suavemente la tierra con la raíz para evitar bolsas de aire. Luego, se realizan coronas individuales alrededor de la planta, y, finalmente, se da un riego abundante a cada una (15 a 20 litros).

**Figura 50.** Aplicación de tierra de mejor calidad alrededor de la planta



Fuente: INIAP (2023).

De acuerdo con Castro (2007), para que las plantas se desarrollen de buena manera y se adapten a

las nuevas condiciones ambientales, se recomienda hacer el trasplante en horas de la tarde. Como se mencionó anteriormente, se debe tener cuidado con los sustratos ya que estos deben estar totalmente descompuestos y la temperatura debe ser fría. Asimismo, se debe proteger de los rayos del sol directo a las bolsas con materia vegetal, cuando se realice el segundo trasplante, el cual será al campo final. Debe realizarse cuando las plántulas tengan un año.

# 5

---



## Capítulo quinto

### Nutrición de la planta

#### Condiciones de suelo

Los árboles de chirimoya se desarrollan en varios tipos de suelos, de los livianos a pedregosos; sin embargo, se obtienen mejores cosechas en aquellos de textura franco a franco arenosos, profundos, fértiles, bien aireados, bien drenados y ricos en materia orgánica. Se conoce que altos contenidos de humedad en el suelo causan enfermedades radiculares (Castro, 2007).

El pH del suelo tiene incidencia directa sobre la disponibilidad de aplicación de nutrientes; la mayoría están disponibles a pH de 6.5 a 7.5. Los suelos ácidos pueden causar toxicidad de aluminio y deficiencias nutricionales de fósforo y molibdeno; lo que genera una reducción de peso y tamaño de los frutos de la chirimoya. En caso de que el pH sea menor a 5.5, existe una alta probabilidad de que haya problemas, debido a que el aluminio se torna soluble y puede causar toxicidad en las raíces de las plantas. El alto contenido de aluminio intercambiable logra desplazar los cationes primarios: potasio, magnesio y calcio, generando una reducción en la disponibilidad, favoreciendo el lavado. La disponibilidad de fósforo se disminuye cuando se transforman en fosfatos de aluminio y hierro; además, en medios ácidos se reduce considerablemente la actividad microbiana (Bertsch, 1986, p. 78).

El chirimoyo logra tolerar suelos alcalinos con un pH entre 7.5 y 8.5 y con contenidos de carbonatos hasta 30 %; sin embargo, es necesario añadir hierro, boro, zinc, cobre (Guirado *et al.*, 2003; Pinto *et al.*, 2005). Con el pH alto (alcalino > 8.0), se puede

afectar la disponibilidad de los micronutrientes tales como zinc, cobre, hierro, manganeso y boro. Adicionalmente, se incrementa la conductividad eléctrica del suelo debido a la presencia de sales (Bertsch, 1986, p. 78), las cuales pueden producir toxicidad para el chirimoyo.

El contenido de materia orgánica en el suelo es relevante debido a que logra mejorar la estructura y porosidad del suelo, incrementa la retención de humedad, regula la temperatura, reduce la erosión y la densidad aparente del suelo; esto facilita el desarrollo radical, la aireación y el drenaje. Además, brinda a la planta elementos para su nutrición e incrementa la capacidad de intercambio catiónico, lo que mejora la retención de bases. Un suelo que contenga de 2 a 5 % de materia orgánica favorece el buen desarrollo del cultivo e incrementa la actividad de macro y microorganismos benéficos del suelo (Castro, 2007). En contraste, de acuerdo con resultados de análisis químicos, existe la posibilidad de que en suelos de altura de origen volcánico y en su mayoría ácidos, se observe deficiencias de manganeso, potasio, boro, cobre, zinc, calcio (Guirado *et al.*, 2003).

El chirimoyo se arraiga de manera muy superficial; logra desarrollar el 98 % de sus raíces en los primeros 40 cm del suelo. Debido a esto, se necesita un metro de profundidad libre de horizontes impermeables o capas freáticas que impidan el drenaje y aireación requeridos (Castro, 2007).

Por tanto, es importante considerar, para la nutrición de las plantas, aspectos que mantengan una relación permanente con el metabolismo mediante los vínculos existentes entre raíz y copa, condiciones físicas del suelo (profundidad efectiva, textura, estructura) que logran influir en la exploración radical y la disponibilidad de agua y nutrientes (PennState Extension, 2017). La presencia de capas compactadas limita el crecimiento de raíces, el movimiento de agua y aire, generando condiciones adversas al funcionamiento de las plantas (Pioneer, 2012).

Las características químicas del suelo se relacionan de manera directa con la composición y disponibilidad de macro y micronutrientes, pudiendo generar su deficiencia o exceso. En zonas con escasas precipitaciones se puede producir acumulación de sales, especialmente si se está fertilizando constan-

temente y si el agua de riego aporta sales al suelo (Urbina, 2015).

## Nutrición

Los elementos químicos identificados como esenciales para el crecimiento de las plantas son dieciséis y se encuentran divididos en dos grupos: no minerales y minerales. Los nutrientes no minerales son: oxígeno (O), hidrógeno (H) y carbono (C). Estos nutrientes no minerales se encuentran en la atmósfera y el agua y son utilizados en la fotosíntesis. Los productos de la fotosíntesis son responsables del crecimiento de una planta. Los nutrientes minerales provenientes del suelo son trece (Tabla 17), divididos en tres grupos (Revelo *et al.*, 2010).

**Tabla 17.** Nutrientes minerales esenciales para las plantas

Macronutrientes primarios	Macronutrientes secundarios	Micronutrientes	
Nitrógeno (N)	Calcio (Ca)	Zinc (Zn)	Manganeso (Mn)
Fósforo (P)	Magnesio (Mg)	Cobre (Cu)	Boro (B)
Potasio (K)	Azufre (S)	Hierro (Fe)	Molibdeno (Mo)
		Cloro (Cl)	

Fuente: Revelo *et al.* (2010).

La movilidad de los nutrientes en el suelo es bastante relevante dentro del manejo de los fertilizantes (Revelo *et al.*, 2010). Los elementos, una vez que son absorbidos por la planta, presentan diversos grados de movilidad: N, K, Na muestran alta movilidad; P, Cl, S son considerados como elementos móviles; Zn, Cu, Mn, Fe y Mo son parcialmente móviles y Ca y B son inmóviles (Reyes, 1990). De acuerdo con lo mencionado, los síntomas de deficiencia de nutrientes móviles, generalmente, afectan el crecimiento antiguo (hojas más viejas) y las deficiencias de nutrientes menos móviles se manifiestan en el nuevo crecimiento (hojas más jóvenes) (Franco, 2001).

## Funciones de los nutrientes y síntomas de deficiencias nutrimentales

El rendimiento de un cultivo está determinado por el balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo que presenta la planta de acuerdo con la interacción que tenga con el medio en que se desarrolla, con relación a suelo, luz, agua y nutrientes. La planta crecerá más cuando el suelo presente las mejores condiciones biológicas, físicas y químicas, de forma que el sistema radical maximice la absorción de nutrientes y agua.

### Nitrógeno (N)

- Las plantas absorben el N como iones de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) en forma iónica (Perdomo *et al.*, s. f., p. 74).
- Es necesario para la síntesis de la clorofila, esencial para realizar la fotosíntesis.
- Componente esencial de los aminoácidos, los cuales forman proteínas que construyen las células y enzimas que participan en muchos procesos metabólicos (Simaco S. A., 2021).
- Estimula el desarrollo vegetativo de las plantas (Simaco S. A., 2021).
- En deficiencia se detiene la producción de clorofila, se produce clorosis general, iniciándose los primeros síntomas en hojas más viejas (Plantix, 2018) (Figura 51).
- Es de alta movilidad en la planta y suelo (Simaco S. A., 2021).

### Fósforo (P)

- Normalmente no se manifiestan deficiencias de este elemento, el análisis foliar puede corroborar algún síntoma que se produzca sobre el follaje.
- Las plantas absorben el P como ion ortofosfato primario ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) y secundario ( $\text{HPO}_4^{2-}$ ) en forma iónica (PPI, 2009).
- El fósforo estimula la brotación de meristemas de toda la planta, en especial de raíces (PPI, 2009).
- Participa en la acumulación y transferencia de energía (ATP) (PPI, 2009).
- Es importante en la fotosíntesis, respiración, almacenamiento y transferencia de energía, división y crecimiento celular (PPI, 2009).
- Mejora la calidad de la fruta (PPI, 2009).
- En deficiencia, las hojas bajas se tornan rojizas y de tallos cortos; las venas se tornan púrpura (rojizas) (Figura 51).
- Las hojas son de un menor tamaño y caen prematuramente (Castro, 2007).
- Es de alta movilidad en la planta y baja en el suelo (PPI, 2009).

### Potasio (K)

- En la fruticultura moderna, es el nutriente más importante en lo que a calidad y cantidad de cosecha se refiere.
- El K es absorbido por las plantas en forma iónica ( $\text{K}^+$ ) (Rodríguez y Flores, 2004).
- Interviene en la regulación osmótica, transporte de azúcares. Participa en la activación de más de 50 sistemas enzimáticos (Rodríguez y Flores, 2004).
- Las plantas bien fertilizadas con potasio poseen menor requerimiento hídrico (Rodríguez y Flores, 2004).
- El 60 % del requerimiento total de  $\text{K}^+$  se encuentra en las etapas de crecimiento del fruto (Kant y Kafkafi, 2000).
- Su deficiencia se manifiesta en las hojas desde el peciolo hacia la base de la hoja, generando un color amarillento y produciendo quemaduras en el borde de las hojas, confundiendo el síntoma con quemadura por sales (Agriculturers, 2018) (Figura 51).
- Genera hojas pequeñas con una coloración café, las cuales se pueden secar y permanecer adheridas a las ramas (Castro, 2007).
- Es de alta movilidad en la planta y media en el suelo (Rodríguez y Flores, 2004).

### Calcio (Ca)

- El Ca logra ser absorbido por las plantas en forma iónica ( $\text{Ca}^{++}$ ) (Bataller, 2014).
- El Ca ayuda a neutralizar los nitratos y ácidos orgánicos en la planta (Bataller, 2014).
- Activa varios sistemas de enzimas (Bataller, 2014).
- Es importante dentro de la cementación de las células (pectatos de calcio), contribuye a la permeabilidad y estructura de las membranas celulares con el fin de promover la elongación y división celular (Proain, 2020).

- La deficiencia de calcio produce muerte de ápices de la raíz y hojas nuevas, y menor vida útil post-cosecha (PennState, 2007), así como necrosis del ápice de los frutos (Figura 51).
- Es de baja movilidad en la planta (Proain, 2020).

### Magnesio (Mg)

- Las plantas logran absorber el Mg en forma iónica ( $Mg^{++}$ ) (Smart Fertilizer, 2020).
- Es el átomo central de la molécula de clorofila; por lo tanto, está involucrado en la fotosíntesis (Cakmak y Yazici, 2010).
- Forma parte de los ribosomas (Cakmak y Yazici, 2010).
- Interviene en el metabolismo del P, respiración y activación de varios sistemas enzimáticos (Cakmak y Yazici, 2010).
- En deficiencia, aparece una clorosis intervenal que se inicia en las hojas viejas, tornándose posteriormente café (muerte) (Cakmak y Yazici, 2010) (Figura 51).
- Algunas de las causas de deficiencia son excesos de calcio, amonio y potasio, presencia de carbonatos en suelos o aguas (Cakmak y Yazici, 2010).

### Azufre (S)

- Las plantas absorben el S en forma de sulfato ( $SO_4$ ) (Benavides, 1998).
- Forma parte de las proteínas (Rodríguez *et al.*, 2006).
- El S está en cada célula viviente y es parte de dos de los 21 aminoácidos que forman proteínas (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Ayuda a desarrollar enzimas y vitaminas (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Promueve la nodulación en las leguminosas (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Interviene en la producción de semillas (Rodríguez *et al.*, 2006).
- Es necesario en la formación de clorofila, a pesar de no ser un constituyente de este compuesto (Rodríguez *et al.*, 2006).

- La deficiencia aparece con clorosis generalizada en las hojas jóvenes de la planta (Figura 51).
- Es un elemento de baja movilidad en la planta y alta en suelo (Rodríguez *et al.*, 2006).

### Zinc (Zn)

- El Zn es absorbido por las plantas en forma iónica ( $Zn^{++}$ ) (Amezcuca y Lara, 2017).
- Ayuda en la síntesis de los sistemas enzimáticos (Amezcuca y Lara, 2017).
- Promueve las funciones metabólicas (Amezcuca y Lara, 2017).
- Es necesario para la producción de clorofila y carbohidratos (Amezcuca y Lara, 2017).
- Deficiencias en hojas jóvenes, clorosis intervenal, hojas pequeñas y arrosamiento de brotes (Amezcuca y Lara, 2017) (Figura 51).
- Es un elemento parcialmente móvil.

### Hierro (Fe)

- El Fe es absorbido por las plantas en forma iónica ( $Fe^{++}$ ) (Esquivel, s. f.).
- El Fe es necesario para la formación de clorofila (Esquivel, s. f.).
- Cataliza varias reacciones enzimáticas en las plantas (Esquivel, s. f.).
- Actúa como transportador del oxígeno (Esquivel, s. f.).
- La deficiencia aparece en las hojas jóvenes con un color amarillento intervenal a blanquecino y las nervaduras permanecen verdes (PennState, s. f.) (Figura 51).
- Es de baja movilidad en la planta (Esquivel, s. f.).

### Boro (Bo)

- El boro es absorbido en forma de ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) (Alarcón, 2001).
- Interviene en la formación de semilla y pared celular (Alarcón, 2001).
- Facilita el crecimiento del tubo polínico y germinación de granos de polen (Alarcón, 2001).

- Facilita la formación de proteína y translocación de azúcares.
- Su deficiencia genera la muerte de brotes.
- En deficiencia, produce que los frutos tengan corazón acorchado (Figura 51)
- Es de baja movilidad en la planta (Alarcón, 2001).

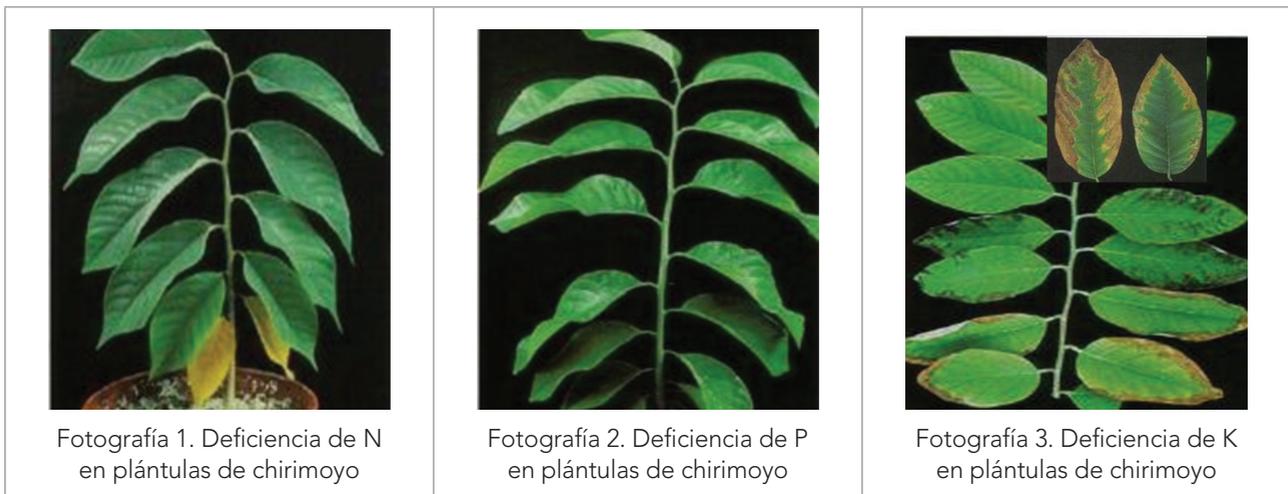
**Tabla 18.** Elementos esenciales para el crecimiento vegetal y sus fuentes

Principalmente del agua y del aire	Principalmente de los sólidos de suelo	De los sólidos del suelo
Carbono (CO <sub>2</sub> )	Nitrógeno (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ; NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Hierro (Fe <sup>+2</sup> )
Hidrógeno (H <sub>2</sub> O)	Fósforo (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> ; HPO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	Manganeso (Mn <sup>+2</sup> )
Oxígeno (O <sub>2</sub> ; H <sub>2</sub> O)	Potasio (K <sup>+</sup> )	Boro (HBO <sub>3</sub> )
	Calcio (Ca <sup>+2</sup> )	Zinc (Zn <sup>+2</sup> )
	Magnesio (Mg <sup>+2</sup> )	Cobre (Cu <sup>+2</sup> )
	Sulfuro SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	Cloro (Cl <sup>-1</sup> )
		Cobalto (Co <sup>+2</sup> )
		Molibdeno (MoO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )
		Níquel (Ni <sup>+2</sup> )

\*Macronutrientes: Usados en relativamente grandes cantidades (> 0.1 % del tejido vegetal seco);  
 micronutrientes: Usados en relativamente pequeñas cantidades (< 0.1 % del tejido vegetal seco)

Fuente: Brady y Weil (2002)

**Figura 51.** Deficiencias de minerales en el chirimoyo





Fotografía 4. Deficiencia de Ca en frutos de chirimoyo



Fotografía 5. Deficiencia de Mg en plántulas y huerto de chirimoyo



Fotografía 6. Deficiencia de S en hojas de chirimoyo



Fotografía 7. Deficiencia de Mn en plántulas y huerto de chirimoyo



Fotografía 8. Deficiencia de Fe en plántulas y huerto de chirimoyo



Fotografía 9. Deficiencia de B en frutos de chirimoyo

Como una guía general para la identificación de deficiencias nutricionales se incluye su clave:

**Tabla 19.** Clave para identificar deficiencias

Efecto ubicado en hojas viejas y basales	
Hojas verde pálido, clorosis uniforme en hojas viejas	N
Hojas verde oscuro, muerte de hojas viejas	P
Clorosis hojas viejas, inicialmente intervenal, comenzando en márgenes y punta; es severo, todas las hojas se tornan amarillas o blancas, y las hojas viejas pueden caerse	Mg
Borde de las hojas con necrosis, internudos cortos	K
Efecto localizado en hojas nuevas	
Yemas apicales muertas, margen de hoja nueva necrótico, crecimiento final de hojas nuevas deformado	Ca
Yemas apicales vivas	
Hojas verde pálido (nunca amarillas o blancas), comenzando por las nuevas	S
Hojas cloróticas, comenzando por las nuevas; el margen permanece verde	Fe

## Fertilización

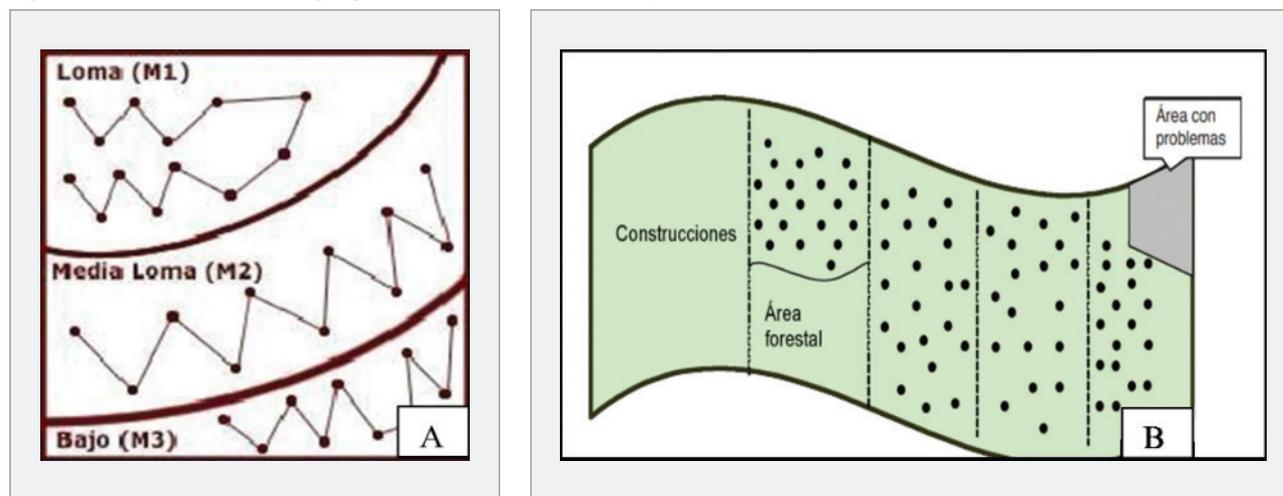
Para establecer un programa eficiente de fertilización para chirimoya, se requiere analizar químicamente el suelo para determinar las cantidades de macro y micronutrientes disponibles. Con base en esta información, se debe elaborar la recomendación de fertilización para el primer año del cultivo y su mantenimiento (Revelo *et al.*, 2010).

A partir del tercer año de plantación de la chirimoya, se deberá realizar el análisis foliar para determinar el estado nutrimental de las plantas y ajustar la recomendación de fertilización para el siguiente año (Cerna *et al.*, 2006).

## Toma de muestras de suelo

El proceso del análisis químico de suelo inicia con el muestreo, que es muy importante para que los resultados del análisis sean confiables y representativos del lote (INIAP, 2008). Las recomendaciones para el muestreo son las siguientes: realizarlo con mínimo un mes de anticipación al trasplante; recorrer el área para identificar los lotes a muestrear; si el terreno no es homogéneo, es necesario dividirlo en lotes según la topografía, color del suelo, cultivo anterior, manejo, profundidad efectiva y enmiendas; identificar los lotes y elaborar un croquis; en cada lote, tomar 25 submuestras, siguiendo un recorrido en zigzag, tratando de cubrir toda el área del lote, tal y como se muestra en la Figura 52 A y B (INIAP, 2008).

Figura 52. A, B: Recorrido en zigzag, división del terreno en lotes para muestreo



Fuente: INTA (2013), Henríquez y Cabalceta (1999).

Se recomienda realizar el muestreo de frutales a dos profundidades: de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm; dos muestras compuestas por lote. Si se dispone de un barreno (Figura 53 A), las 25 submuestras de suelo de cada profundidad se recolectan directamente en dos fundas de plástico diferentes. Cada muestra se colocará en doble funda con la identificación correspondiente (Schweizer, 2011; INIAP, 2008).

Cuando no se dispone del barreno, en cada sitio de muestreo, con ayuda de una pala de desfonde (Figura 53 B), se debe limpiar la superficie del sue-

lo retirando la maleza, cavar un hueco de aproximadamente 20 cm de profundidad con una forma de V y, en uno de los costados del hoyo, cortar el suelo de 4 a 5 cm de grueso y, con ayuda de un cuchillo, retirar los bordes; es necesario colocar todas las submuestras en un balde seco y limpio y mezclar. Seguido de esto, añadir un kilogramo de suelo en doble funda de plástico y colocar una etiqueta entre las fundas, con el fin de evitar que esté en contacto con el suelo húmedo (Revelo *et al.*, 2010).

**Figura 53.** A: Muestreo de suelo con barreno. B: Muestreo con pala de desfonde



Fuente: Revelo *et al.* (2010).

Para enviar la muestra al laboratorio de suelos, debe acompañarse con la siguiente información: fecha de muestreo, nombre del propietario, nombre de la finca, parroquia, cantón, provincia, altitud sobre el nivel del mar, latitud, longitud, identificación de la muestra, superficie, cultivo anterior, cultivo actual, riego, topografía, fertilizantes usados y tipo de análisis (INIAP, 2008).

En plantaciones de chirimoya establecidas, es recomendable obtener las submuestras de 0 a 20 cm de profundidad, en la mitad de la gotera del árbol (1/3 medio, sombra proyectada por el árbol a mediodía) (Juárez, 2018), utilizando una serie de implementos como barrenos y palas (Figura 54 A y B). En lotes homogéneos, se debe realizar el muestreo con barreno, en 25 árboles, siguiendo el método en zigzag o estratificado, tratando de cubrir todo el lote; recolectar las submuestras en doble funda plástica, identificar correctamente la muestra, incluyendo la información de edad de la plantación. En este caso, la recomendación de fertilización debe basarse en la interpretación de los resultados del análisis foliar y de suelo.

**Figura 54.** A: Herramientas para muestreo establecido. B: Muestreo en huerto establecido



Fuente: INTA (2013).

## Análisis foliar

Para un control del estado nutrimental de las plantas de chirimoya, es conveniente llevar a cabo análisis foliares periódicos, para hacer un seguimiento de los niveles de cada elemento e implementar las correcciones necesarias, de ser el caso, al plan de fertilización inicial (Revelo *et al.*, 2010). Para ello, se deben conocer los niveles adecuados de nutrientes en la hoja, ya que así se puede comparar en un momento determinado qué cantidad y tipo de nutrientes están siendo asimilados por la planta. Esto permite corregir mediante fertilización el o los elementos que se encuentren en deficiencia; asimismo, esto facilita determinar la influencia de un elemento sobre otro (Anaya, 1995).

## Instrucciones de muestreo foliar

Para la toma de muestras foliares se deben seguir los siguientes pasos (Centro Técnico Agropecuario Cinco Villas, 2016).

1. Las muestras, para ser representativas, deben provenir de sectores bastante homogéneos. En el caso de que existan sectores heterogéneos, cada uno deberá ser muestreado por separado.
2. Se recomienda tomar muestras separadas a todas las variedades existentes.
3. Las plantas o árboles que presenten características visuales diferentes a las comunes y normales, deberán ser muestreadas de manera separada. En caso de que los síntomas correspondan a problemas entomológicos o patológicos, deben ser descartadas.
4. Cada muestra no debe abarcar más de 5 hectáreas, incluso si es de una población homogénea con una misma variedad.
5. Todo el recorrido del huerto debe ser estratificado o en zigzag y debe ser realizado en toda la extensión que es considerada homogénea.
6. Es necesario tomar muestras de las planas que tengan un desarrollo y apariencia promedio.
7. En cada unidad muestreo se requiere tomar muestras de un mínimo de 10 plantas, 4 hojas por árbol y en una posición este-oeste y norte-sur. La muestra debe ser de mínimo 40 hojas.

8. Las muestras de hojas deben ser tomadas de la mitad del brote, descartando siempre las primeras cuatro.
9. Las muestras deben ser recolectadas en fundas limpias de papel (kraft), sin ser expuestas al sol.
10. En el caso de que el traslado al laboratorio no pueda ser realizado de manera inmediata, deben refrigerarse a 5 °C, y ser enviadas dentro de tres días máximo.
11. Identificar cada muestra de manera clara y llenar el registro con la información necesaria: fecha de muestreo, nombre del propietario, localidad, parroquia, cantón, provincia, cultivo, variedad, edad del cultivo, estado del cultivo, fertilización y cualquier otra circunstancia como heladas, ataque de insectos, lluvias tardías, quemaduras por productos químicos, etc., que pueda influir en el resultado del análisis.

En la Tabla 20 se presentan resultados de varios años de investigación con análisis foliares en explotaciones de chirimoya en producción realizados en diferentes países y por diversos autores. Los muestreos se hicieron en el momento en que los brotes tenían follaje bien definido. El tipo de hojas que se necesita muestrear debe estar localizado en el tercio medio de las ramillas sin fruta del año (Castro, 2007; Prado 1988).

La información de la Tabla 20 es una herramienta muy útil para determinar el estado nutrimental del cultivo y hacer ajustes de la fertilización edáfica y foliar. La chirimoya tiene una gran capacidad de absorción de fertilizantes por vía foliar, pero no se justifican altas aplicaciones de fórmulas completas al follaje, pues sube el costo de producción. Las aplicaciones foliares de fertilizantes solo se justifican cuando hay deficiencias de micronutrientes, problemas radiculares o pH del suelo que dificultan la absorción de los nutrientes (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

**Tabla 20.** Niveles adecuados de macro y micronutrientes en hojas de chirimoya

Nutriente	Guiraldo (2003)	Montiel (2013)	Ibar (1979)			
			Hojas basales		Hojas apicales	
			Normal	Deficiente	Normal	Deficiente
Nitrógeno (%)	2.1 – 2.5	2.4 – 2.8	1.9	0.72	2.91	0.90
Fósforo (%)	0.11 – 0.16	– 0.15 – 0.18	0.2	0.09	0.17	0.10
Potasio (%)	0.5 – 0.85 – 1.2 - 1.9	2.0	1.00	1.95	1.00	
Calcio (%)	1.8 – 2.5	> 1.2	0.8	0.25	0.60	0.15
Magnesio (%)	0.3 – 0.6	> 0.3	0.25	0.04	0.26	0.05
Boro (ppm*)	50 - 100	-	-	10	-	6
Cobre (ppm-)	5 - 9	> 12	-	-	-	-
Hierro (ppm-)	60 - 150	-	215	140	125	40
Zinc (ppm-)	30 - 100	> 25	23	12	29	20
Manganeso (ppm-)	25 - 200	> 32	-	-	-	-

\* ppm = partes por millón

Fuente: Guiraldo *et al.* (2003), Montiel (2013), Ibar (1979).

### Fertilización para el establecimiento y mantenimiento de la plantación

La fertilización para el establecimiento del huerto de chirimoya debe basarse en la demanda del cultivo y los resultados del análisis del suelo para definir los productos y cantidades a aplicarse, dependiendo de las características físico, químicas y biológicas del suelo y la edad del cultivo. Se deben considerar también las épocas y frecuencia de uso de los fertilizantes y materiales orgánicos (Revelo *et al.*, 2010).

Los fertilizantes y abonos deben ser aplicados en forma fraccionada para evitar el lavado y pérdidas por lixiviación. Así, se recomienda aplicar la sexta parte del N, la mitad del P y la tercera parte del K y Mg al trasplante; el resto del N, se debe aplicar fraccionado cada dos meses; el P restante, a los seis meses del trasplante; y el resto de K y Mg, a los cuatro y ocho meses (Revelo *et al.*, 2010). Para corregir deficiencias de micronutrientes, se deben aplicar fertilizantes foliares o en forma de quelatos al suelo, si las condiciones del suelo limitan la absorción. En suelos que tienen menos de 3 % de materia orgánica, se recomienda aplicar 5 t/ha de abono orgánico bien descompuesto repartido en los hoyos al momento del trasplante y luego, cada 4 meses, realizar aplicaciones complementarias.

En plantaciones de chirimoyo en Chile, durante los primeros tres años de crecimiento de la planta, recomiendan la aplicación fraccionada mensual de fertilizantes nitrogenados, mientras que, a partir del cuarto año, tres aplicaciones: la primera, dos meses después de la cosecha con el fin de favorecer el crecimiento radical; la segunda, en cuajado de frutos para favorecer el crecimiento vegetativo y división celular; y la tercera, para mejorar el tamaño del fruto durante el pico de crecimiento final (UCV, 1999). Las abonaduras y fertilizaciones son realizadas en la corona del árbol para, luego, cubrir ligeramente con tierra, con el fin evitar las pérdidas por volatilización, sobre todo del nitrógeno (UCV, 1999).

Se explica también que, en los dos primeros años, las plantas necesitan aplicaciones en pequeñas dosis y con mayor frecuencia (mínimo cuatro veces al año), comenzando con el inicio de lluvias y terminando antes de que finalicen. Recomiendan iniciar con dosis de 15 a 20 g de fósforo y nitrógeno por aplicación en el primer año, incrementándolo hasta 30 g en el segundo año; mientras tanto, en el tercer año, es posible hacer tres aplicaciones, con dosis de 80 a 100 g (Castro, 2007).

En la Tabla 21 se presenta una guía de fertilización para nitrógeno, fósforo y potasio para el establecimiento y mantenimiento del huerto (INIAP, 2014).

**Tabla 21.** Recomendación de fertilización para establecimiento y mantenimiento del huerto de chirimoya

Edad planta años	N g/planta	Fósforo en el suelo (ppm)			Potasio en el suelo (ppm)		
		0-10	11-20	> 20	0-45	46-90	> 90
		g de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /planta			g de K <sub>2</sub> O/planta		
0-1	50	60	40	20	70	40	20
1-2	100	80	60	40	60	40	20
3-4	120	120	80	60	120	80	60
> 4	180	160	120	80	200	140	80

Fuente: INIAP (2014).

Para que los árboles de chirimoya alcancen un adecuado crecimiento vegetativo y radical, y altas producciones a través del tiempo, es necesario proporcionar los nutrientes y agua que el cultivo requiera. Estos dependen de las características

del árbol (edad, estado fisiológico, rendimientos obtenidos y esperados), condiciones del suelo e influencia del ambiente, de tal forma que su desarrollo sea sostenido y su mantenimiento, eficiente.

Por el momento, no se tienen resultados precisos y concretos acerca de la nutrición basados en investigaciones secuenciales; sin embargo, se realizan trabajos aislados en distintos países, generando recomendaciones variadas. Se dan algunas alternativas de fertilización, que deben ser relacionadas con información propia, con base en los análisis de suelos, foliares y rendimiento de fruta (Urbina, 2015).

De acuerdo con PROFRUT (1997), se sugieren las siguientes dosis referenciales de algunos elementos minerales según la edad de los árboles (Tabla 22).

**Tabla 22.** Recomendación de fertilización anual de la chirimoya

Edad plantas (años)	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> K <sub>2</sub> O*	Ca	Mg
	g árbol <sup>-1</sup>			
1	50	50	40	30
2	60	60	60	60
3	100	70	90	90
4	140	80	120	120
5	180	80	160	150
6	200	80	200	150
7	240	100	240	150
8	260	100	280	150
9	280	100	300	150

\* Como fuente de azufre y potasio se sugiere utilizar sulfato de potasio.

Fuente: PROFRUT (1997).

Otros autores, como Chaparro (1999) y Bonaventure (1999), sugieren las siguientes dosis de aplicación de nitrógeno anuales (Tabla 23), por considerarlo el elemento básico para el crecimiento de las plantas en los primeros años.

**Tabla 23.** Fertilización nitrogenada en chirimoya

Edad plantas (años)	N gramos	Época
1	80	Brotación a cosecha
2	200	Brotación a cosecha
3	300	Brotación a cosecha
4	450-500	- 2 meses después cosecha - cuajado de frutos - 1 mes antes de cosecha
5	600	"
6	500-700	"

Fuente: Chaparro (1999), Bonaventure (1999).

En ensayos llevados en la Estación Experimental La Palma, de la Universidad Católica de Valparaíso, con plantaciones de 1 250 y 2 500 plantas ha<sup>-1</sup>, se postula que, con alrededor de 40 unidades de nitrógeno por hectárea, se puede producir eficientemente evitando el crecimiento vegetativo inútil. Por ello, sería posible aportar todo o gran parte del requerimiento de nitrógeno en abonos orgánicos con base en desechos orgánicos o guano animal; así, se puede "ahorrar" nitrógeno al no exagerar el crecimiento vegetativo y deshojar artificialmente los árboles en la fecha más tardía para asegurar el retorno de este elemento como compuestos aminoácidos a la madera, a su vez de otros micro elementos presentes en el follaje.

En la Tabla 24 se presenta una guía de fertilización para chirimoya en El Salvador, según Cruz (2002).

**Tabla 24.** Programa de fertilización en el cultivo de chirimoya

Años	Épocas	Fertilizante	Dosis g/planta
1	Mayo	Fórmula 15-15-15	114.0
	Julio	Sulfato de amonio 21 % de N	57.0
2	Octubre	Urea 46 % de N	28.0
	Mayo	Fórmula 15-15-15	17.0
3	Julio	Sulfato de amonio 21 % de N	142.0
	Octubre	Urea 46 % de N	85.0
4	Mayo	Fórmula 15-15-15	227.0
	Julio	Sulfato de amonio 21 % de N	198.0
5	Octubre	Urea 46 % de N	142.0
	Mayo	Fórmula 15-15-15	340.0
6	Julio	Sulfato de amonio 21 % de N	283.0
	Octubre	Urea 46 % de N	198.0
7	Mayo	Fórmula 15-15-15	567.0
	Julio	Sulfato de amonio 21 % de N	453.0
8	Octubre	Urea 46 % de N	283.0

Mayo: receso vegetativo; julio: formación de frutos; octubre: engrose de frutos.

Fuente: Cruz (2002).

En la Tabla 25 se presenta un programa de fertilización para plantas adultas para chirimoya en Canarias. La recomendación debe ajustarse basándose en el manejo del cultivo, condiciones climáticas, análisis químico de suelo, rendimiento del cultivo y análisis foliar (Rosell *et al.*, s. f.).

**Tabla 25.** Plan de fertilización de árboles adultos mayores a 8 años

Época	Tipo de abonado	Dosis por planta
De enero a marzo	Superfosfato de cal	2 a 3 kg
	Sulfato amónico	375 gramos
	Sulfato de potasa	375 gramos
De mayo a junio	Sulfato amónico	375 gramos
	Sulfato de potasa	375 gramos
	Sulfato de hierro	250 gramos
De agosto a septiembre	Nitrato amónico cálcico	1 kg

\*enero a marzo: receso-inicio brotación; mayo a junio: floración-cuajado de frutos; agosto-septiembre: engrosamiento frutos-inicio madurez frutos.

Fuente: Rosell *et al.* (s. f.).

La chirimoya posee una gran capacidad de absorción de fertilizantes foliares. Por ello, en el caso de presentarse una deficiencia nutrimental —sobre todo de micronutrientes—, se realizará la aplicación foliar solo del nutriente, principalmente, cuando existen problemas radicales y condiciones de pH que afecten la absorción de nutrientes (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

Se conoce la sensibilidad a las deficiencias de boro y zinc que posee la chirimoya; sin embargo, para corregirlas, se necesita aplicar al suelo 2 g de B/m<sup>2</sup> en la zona de gotera del árbol y realizar aplicaciones foliares de calcio y boro durante el inicio de la formación de frutos y floración. De igual manera, se realizan aplicaciones foliares de zinc, mediante la utilización de sulfatos de zinc al 0.1 % (Castro, 2007).

#### Extracción de nutrientes y dosis de fertilizante

Autores indican que la chirimoya es exigente en nitrógeno y el requerimiento de los demás macronutrientes es menor. Esto se corrobora con los resultados obtenidos por Guirado (1988), quien ha determinado la cantidad de nutrientes que 14 toneladas de frutos de chirimoya extraen (Tabla 26).

**Tabla 26.** Cantidad de nutrientes que la chirimoya extrae

Nutrientes	Extracción
Nitrógeno	95.0 kg de N/ha
Fósforo	4.6 kg de P/ha (11.3 kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )
Potasio	38.0 kg de K/ha (45 kg/ha de K <sub>2</sub> O)
Calcio	9.0 kg de Ca/ha
Magnesio	7.5 kg de Mg/ha

Fuente: Guirado (1988).

Las extracciones de nutrientes dependen principalmente de la producción. Mientras, la eficiencia de utilización, fundamentalmente del sistema radicular del cultivo, del manejo del abonado y de la eficiencia de riego.

# 6



## Capítulo sexto

### Labores Culturales: riego, poda, polinización y control arvenses

#### Riego del cultivo

La molécula de agua actúa como solvente para sales, gases y otros solutos, forma parte o es producto de reacciones como fotosíntesis, transpiración, respiración, regulación de la temperatura interna de la planta, entre otras funciones (Díaz, 1993). Por lo tanto, el aporte de agua a las plantas en la cantidad y frecuencia adecuadas, a través de un sistema de riego, es fundamental para su crecimiento, desarrollo y producción; no obstante, en el caso del chirimoyo, el manejo del riego es una de las áreas sobre la que menos investigación se ha realizado en Ecuador.

Es indispensable mantener el riego en los huertos de chirimoyos durante las etapas de crecimiento vegetativo, plena floración, cuajado-desarrollo y maduración de frutos. Durante estas fases se dan las mayores tasas de evapotranspiración a través de la superficie de las hojas y otros tejidos (Rodríguez, 2013; Duchi, 2017). Usualmente, los riegos se realizan por medio de aspersión baja, evitando el contacto con el tronco, por inundación o por goteo (Figura 55) (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Agustí, 2004; Duchi, 2017).

Figura 55. Riego en las plantaciones de chirimoya



Fuente: INIAP (2020).

#### Factores que intervienen en la disponibilidad y absorción del agua

Entre los principales factores que facilitan o limitan la disponibilidad y absorción del agua por las raíces podemos citar las condiciones climáticas, como temperatura, precipitación y humedad relativa predominantes, profundidad, tipo, aireación y temperatura del suelo, etapa del ciclo fenológico en la que se encuentra el cultivo, área foliar, sistema de riego empleado, área regada, cantidad aportada, frecuencia y calidad del agua de riego, entre otros (UCV, 1999; Díaz, 1993).

Otros factores que se deben considerar son la pendiente del terreno y el grado de infiltración. En México, la chirimoya se cultiva en clima subtropical, con alto régimen de lluvias en los meses de verano (un promedio de 1 692 mm al año en el verano y más de 5 % en el invierno); los otros dos tipos son considerados subtropicales medio, con menos precipitaciones (1 047 a 1 182 mm al año en verano y menos del 5 % en invierno) (Agustín, 1997; Morales, 2015) y seco con menos de 500 mm de precipitación en varias zonas de los valles interandinos de Ecuador.

### **Efectos del agua**

El suministro adecuado de agua favorece los ciclos de crecimiento tanto vegetativo como del sistema radicular; las raíces no crecen en suelos que estén en punto de marchitamiento (déficit hídrico) o en suelos hipóxicos debido a prologados periodos de anegamiento. El riego frecuente y el escaso laboreo del suelo inducen la formación de raíces superficiales.

La reducción de agua durante el verano incrementa la formación de yemas florales, pero afecta el crecimiento vegetativo. El déficit de agua en plena floración y cuajado de frutos aumenta las caídas naturales de estos órganos. El crecimiento de los frutos es afectado por la falta de agua, principalmente, en las primeras y últimas fases de desarrollo, cuando ocurren los procesos de división y elongación celular, respectivamente, por lo que es necesario dar riegos más frecuentes y en cantidades adecuadas. El balance de agua que mantenga el árbol de chirimoya afecta la calidad de la fruta, en características como tamaño, firmeza y contenido de sólidos solubles, entre otros (UCV, 1999).

El exceso de humedad del suelo puede favorecer la presencia de enfermedades radiculares, mientras que el déficit de agua y baja humedad relativa podrían facilitar la presencia de insectos plaga y ácaros. Además, podrían limitar la absorción de nutrientes y otros procesos fisiológicos, como la fotosíntesis, debido al estrés hídrico (Munns y Tester, 2008; Luna *et al.*, 2012).

### **Riego relacionado con fisiología y fenología del chirimoyo**

El conocimiento de los procesos fisiológicos de los árboles de chirimoya y los estados fenológicos de este frutal (Figura 56) permiten desarrollar estrategias de manejo del riego. Este conocimiento es útil sobre todo en etapas críticas, para alcanzar plantas con características adecuadas en su desarrollo, producción y calidad de cosechas (UCV, 1999).

El chirimoyo es un árbol que se adapta a suelos secos; sin embargo, se debe considerar que el tamaño y cuajado de frutos disminuirá en tanto y cuanto el árbol se encuentre sometido a estrés hídrico; asimismo, el tamaño de las chirimoyas se verá reducido entre un 10 y 50 %. En este sentido, se recomiendan riegos oportunos en cantidad, calidad y frecuencia para que los procesos fisiológicos en cada fase fenológica no se vean afectados; se deben hacer riegos periódicos desde la floración hasta cuando los frutos estén en etapas de desarrollo; esta manera, se obtendrán cosechas que se ajusten a parámetros adecuados de cantidad y calidad (Toro, 2007; Guerrero, 2012).

En Ecuador, durante el inicio de floración y brotación, que coincide con la caída de hojas (fin de agosto a septiembre), los requerimientos hídricos se reducen debido a la incipiente área foliar de los árboles y a las temperaturas medias ambientales; a la par, en ciertas localidades, se inician los periodos lluviosos. En cambio, durante las etapas de plena floración, cuajado de frutos y pleno desarrollo de brotes de la temporada (octubre, noviembre y diciembre) se eleva la tasa de evapotranspiración, produciéndose el máximo consumo de agua de los árboles; por ello, es necesario complementar los requerimientos hídricos del cultivo con riegos. En las etapas de floración y cuajado de frutos, la humedad ambiental es un factor importante para el éxito de la polinización efectiva; así, porcentajes de humedad bajos o excesivamente altos podrían afectar negativamente, causando caída de flores y frutos en estados de crecimiento inicial. En el caso de humedad relativa baja en épocas de sequía, las aspersiones a la copa del árbol pueden ser útiles para incrementar la humedad en el microambiente, sobre todo en las horas más cálidas del día y así

generar ambientes propicios para los procesos de polinización (Viteri *et al.*, 2005).

Luego de las caídas naturales de frutos (a partir de finales de octubre a mediados de diciembre), es necesario incrementar los volúmenes y mantener las frecuencias de riego, a fin de favorecer la distribución de nutrientes en los frutos en crecimiento, incidir en el desarrollo homogéneo de los carpelos que componen el fruto para obtener formas simétricas, evitar rajaduras en etapas tempranas y alcanzar rendimientos óptimos con frutos en calibres comerciales (marzo, abril, mayo). Desde octubre se incrementan las precipitaciones, con una interrupción en diciembre y enero —meses en los que se presenta un periodo de sequía llamado el “veranillo del niño” —, por lo que los riegos deben ser

complementarios de acuerdo con las precipitaciones para evitar períodos de estrés hídrico. Luego de la cosecha, la planta entra en un período de reposo (mediados de mayo, junio, julio y agosto), época en que se reducen las precipitaciones mensuales a casi la mitad y se incrementan las temperaturas durante el día. Esto produce la maduración de los tejidos y abscisión paulatina de hojas; en esta época, se reduce la tasa de evapotranspiración y necesidades de agua, por lo que los riegos se reducen al mínimo (Viteri *et al.*, 2005). En los primeros años de desarrollo, debido a la superficialidad del sistema radicular del chirimoyo, este es susceptible a periodos prolongados de sequía acompañados de humedades relativas bajas y presencia de vientos (Domínguez y Castañeda, 2002; López, 2017).

**Figura 56.** Estados fenológicos de la chirimoya



Fuente: INIAP (2023).

### Requerimientos de agua del cultivo

Determinar cuánto y cuándo regar es crítico, ya que está relacionado con la cantidad de agua utilizada por el árbol en sus etapas de desarrollo vegetativo, floración, fructificación, maduración de frutos y posterior latencia. Para ello, se deben establecer los volúmenes de agua a usar y la frecuencia de riego; para esto, se utilizan datos de evapotranspiración y coeficientes del cultivo mensuales (Díaz, 1993). Los valores del coeficiente del cultivo (Kc) deben reflejar los requerimientos hídricos de la planta en relación con las condiciones climáticas

predominantes y la etapa del ciclo fenológico en que se encuentra. Todos estos son factores influyen en determinar la evapotranspiración del cultivo bajo una condición dada (UCV, 1999).

En Ecuador no se han realizado estudios para obtener estos valores para el cultivo de chirimoya; sin embargo, la Tabla 27 presenta los valores Kc de este frutal reportados en Chile por Gardiazabal y Rosenberg (1993), adaptados por el Programa de Fruticultura de acuerdo con los estados fenológicos que se manifiestan en los valles subtropicales (Viteri *et al.*, 2011).

Se han registrado valores de humedad relativa entre 50 y 85 % en los valles interandinos de Ecuador; dichos porcentajes favorecen procesos de germinación del grano de polen y posterior fecundación, lo que resulta en un incremento del porcentaje de frutos cuajados (Rodríguez, 2013; Bonilla, 2018).

**Tabla 27.** Valores del coeficiente de cultivo (Kc) del chirimoyo, adaptados a las etapas fenológicas de los valles subtropicales de Ecuador

Mes	Kc
Septiembre/Inicio brotación y floración.	0.30 - 0.35
Octubre/Floración. Cuajado. Crecimiento.	0.35 - 0.40
Noviembre/Floración. Cuajado. Crecimiento.	0.45 - 0.50
Diciembre/Floración. Cuajado. Crecimiento.	0.6
Enero/Crecimiento fruto y vegetación.	0.6 - 0.7
Febrero/Crecimiento fruto y vegetación.	0.6 - 0.7
Marzo/Crecimiento fruto y vegetación. Inicio cosecha.	0.6 - 0.7
Abril/Cosecha. Inicio detención crecimiento vegetativo.	0.6
Mayo/Cosecha. Detención crecimiento vegetativo.	0.45 - 0.50
Junio/Maduración de hojas y tejidos (reposo).	0.30 - 0.35
Julio/Inicio caída natural de hojas (reposo).	0.2
Agosto/Caída de hojas (reposo).	0.2

Fuente: Gardiazabal y Rosenberg (1995). Modificado INIAP (2011).

La cantidad de agua a aplicar se establece multiplicando el valor del coeficiente vigente mensual por la cantidad de evaporación medida en un recipiente "Clase A" (Figura 57) de acuerdo con las siguientes fórmulas (UCV, 1999):

- Evapotranspiración potencial (mm/día):  $ETp = Eb \times Kb$
- Evapotranspiración del cultivo (mm/día):  $ETc = ETp \times Kc$
- Demanda Bruta (mm/día):  $DB = ETc / (CU \times Efa)$

Donde:

ETp: Evapotranspiración potencial

Eb: Evapotranspiración de bandeja

Kb: Coeficiente de bandeja

ETc: Evapotranspiración del cultivo

Kc: Coeficiente del cultivo

DB: Demanda bruta

CU: Coeficiente de uniformidad

Efa: Eficiencia de aplicación del método de riego

**Figura 57.** Bandeja "Clase A" para medir evaporación



Fuente: Chaparro (1999).

Los aportes de riego por ha año<sup>-1</sup> para árboles adultos son variables y dependen de las condiciones de clima, el sistema de riego empleado, y el manejo del huerto. Por un lado, en España se señala que una hectárea de chirimoyos bajo sistemas de riego por goteo o microaspersión consume alrededor de 5 500 - 6 700 m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup> según los años de la plantación e independientemente de las precipitaciones. Cuando se riega empleando sistemas tradicionales —como inundación, surcos o coronas—, el consumo puede ser 50 - 60 % mayor (Guirado *et al.*, 2004). En la Tabla 28 se reportan los aportes medios a lo largo del año; estos han sido adaptados a la fenología del cultivo y condiciones ambientales en los valles subtropicales de nuestro país. Por otro

lado, en Quillota-Chile se reportan consumos entre 5 500 - 6 700 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> al año, para un huerto regado con sistema de goteo o microaspersión (UCV, 1999).

**Tabla 28.** Aportes hídricos mensuales en una hectárea de chirimoya en producción

Mes	Cantidad m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> mes <sup>-1</sup>
Septiembre	100 - 200
Octubre	250 - 350
Noviembre	350 - 500
Diciembre	550 - 800
Enero	850 - 900
Febrero	700 - 850
Marzo	550 - 700
Abril	350 - 500
Mayo	100 - 200
Junio	100
Julio	50
Agosto	50

Fuente: Guirado *et al.* (2004). Modificado INIAP (2011).

Esta información puede servir de referencia para la implementación mensual de riego, bajo las condiciones subtropicales de cultivo del chirimoyo en nuestro país. Toma en cuenta las características primaverales de clima que poseemos, sin presentar temperaturas extremas tanto en verano como en invierno, y la presencia de lluvias en varios meses del año; por ello, los requerimientos de riego pueden ser menores a los presentados en España y Chile. También, dependiendo del tipo de riego que se emplee, se puede dividir la cantidad mensual total para dar riegos semanales o quincenales por inundación o riegos diarios, si se aplica riego por goteo.

### Frecuencia de riego y tiempo de riego

Para determinar cuándo regar, es indispensable conocer la cantidad de agua fácilmente aprovechable en el suelo (AFA); para ello, se puede recurrir a instrumentos como el tensiómetro, sensores de humedad TDR o datos de evaporación.

Los tensiómetros miden la fuerza con que el agua está retenida por las partículas del suelo, el indicador del tensiómetro está graduado de 0 a 100, donde cada unidad representa una centésima de atmósfera. La unidad de medida son centibares o kilo pascales. Valores cercanos a cero indican suelos saturados. Estos valores se suelen dar tras períodos de lluvias intensas o tras un riego. Entre 10 y 20 centibares indica que estamos en capacidad de campo del suelo. Cuando alcancemos el nivel de agotamiento permisible debemos aplicar un riego. Va a depender del tipo de suelo: en suelos arenosos, este valor se encuentra entre 20 y 30 centibares; en francos, entre 30 y 50; en arcillosos, entre 50 y 70 centibares; los valores mayores indican escasez hídrica.

Puntualmente en el cultivo de la chirimoya, se sugiere regar cuando el suelo presente entre el 30 - 60 % de la humedad aprovechable; es decir, cuando el agua sea retenida con una tensión de 25 a 50 centibares (UCV, 1999). Según Farré *et al.* (1999), durante el periodo de desarrollo vegetativo y reproductivo-productivo de este frutal, se deberían mantener presiones de retención de agua de entre 10 a 15 centibares y, en épocas de defoliación-latencia, de entre 30 y 35 centibares.

Otra opción para medir el contenido de agua en el suelo es el uso de sensores del tipo TDR (técnica de reflectometría en el dominio del tiempo) que usan la diferencia entre las constantes dieléctricas del suelo ( $\approx 2.9$ ) seco y agua pura ( $\approx 81$ ), entregando datos de humedad volumétrica expresada en porcentaje. Estos resultados deben ser interpretados de acuerdo con la textura del suelo de cada huerto para establecer si el estado de retención del agua es de condición de campo o punto de marchitez. La profundidad de lectura del sensor TDR depende de la longitud de las sondas que se usen; además, pueden entregar otras variables, como temperatura y conductividad eléctrica.

En el caso de no tener tensiómetros u otros equipos para medir la cantidad de humedad del suelo, se debe emplear el método empírico, que consiste en tomar una muestra de suelo proveniente de la zona de crecimiento de raíces, que se

somete a la presión del puño. Si la tierra forma una masa compacta sin que escurra agua por los dedos, el contenido de agua es adecuado; si hay escurrimiento de agua, hay exceso; y si la tierra no se compacta y se desintegra, existe escasez de agua en el suelo.

Adicionalmente, son necesarios riegos regulares con el objetivo de reponer el agua constantemente evaporada por la copa del huerto y el suelo; además, es recomendable realizar labores de labranza que fracturen capas superficiales compactas que impidan la percolación del agua hacia la zona de raíces. Usualmente, los riegos se realizan por gravedad, inundando las coronas de cada árbol de manera quincenal y con pausas en épocas lluviosas (Pozo, 2012; Guerrero, 2012). Además, es necesario calendarizar las frecuencias necesarias de riegos para evitar errores que lleven a déficits hídricos que afecten el desarrollo vegetativo y productivo de los chirimoyos y que, de esta manera, se perjudique la calidad de las cosechas (Flores, 2013; García, 2019). De hecho, de acuerdo con información reportada por Tineo (2019), en el X Congreso Latinoamericano de Agronomía sobre el manejo del cultivo de chirimoyo en Valles interandinos del Perú, la cantidad y la frecuencia o intervalo de riegos demanda volúmenes de  $347.14 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Estos deben estar distribuidos en 3.75 riegos al mes en nueve meses al año, excluyendo al periodo lluvioso, dando un total de  $3125 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  por año.

Por lo general, los programas de riego localizado en frutales solo consideraban altas frecuencias de aplicación de agua (riegos diarios) para reponer la evaporada por el cultivo, independiente del tipo de suelo. Actualmente, se ha demostrado que los riegos de alta frecuencia son más apropiados para suelos de baja capacidad de retención de humedad, de texturas medias a gruesas, alta macroporosidad y delgados. En suelos pesados, de mayor capacidad de retención de humedad y de poros más finos, los riegos de baja frecuencia (cada 2 a 5 días o más) se han mostrado más promisorios (Ferreira, 2018). Las aplicaciones diarias de agua en este tipo de suelo pueden significar problemas de aireación, desarrollo de ciertas enfermedades y escasa área de suelo mojada.

Para definir la frecuencia de riego más apropiada es necesario conocer el agua fácilmente aprovechable (AFA) de cada cuartel o sector de riego y la evapotranspiración del cultivo (ETc). La Tabla 29 presenta un rango de AFA según clases texturales, expresada como milímetros (mm) de agua para 50 cm de profundidad de suelo (Ferreira, 2018).

**Tabla 29.** Rango de agua fácilmente aprovechable (AFA) en suelo de diferente textura (PSM = 0.5; sin piedras, se usa una fracción de agotamiento P de 0.4)

Textura del suelo	Rango de AFA (mm)	
Arenosa	6	10
Franco arenosa	9	15
Franca	14	20
Franco arcillosa	16	22
Arcillo arenosa	18	23
Arcillosa	20	25

Fuente: Ferreira (2018).

El tiempo de riego requerido para suplir los requerimientos de riego debe considerar la evaporación del cultivo, la precipitación efectiva y la intensidad de precipitación del equipo de riego, de acuerdo con las siguientes relaciones (Ferreira, 2018):

- Demanda bruta (mm/día):  $DB = (ETc)/(CU * Efa)$
- Intensidad de precipitación del equipo (mm/h):  $IPP = qa \times Ne/10\ 000$
- Tiempo de riego (horas/día):  $Tr = DB/IPP$

Donde:

Tr = tiempo de riego (horas/día)

DB = demanda de riego del cultivo o necesidades brutas (mm/día)

ETc = Evapotranspiración del cultivo (mm/día)

Efa = Eficiencia de aplicación del método de riego (%/100)

Efa goteo = 0.9

Efa microaspersión = 0.85

IPP = intensidad de precipitación del equipo (mm/h)

Ne = número de emisores por hectárea

qa = caudal emisor (l/h)

El tiempo de riego se puede calcular como horas de riego por día. Sin embargo, dependiendo del agua fácilmente aprovechable (AFA), la frecuencia puede ser más distanciada. En el caso de riegos de baja frecuencia, el tiempo se obtiene multiplicando el tiempo de riego diario (h/día) por la frecuencia de riego (días) (Ferreyra, 2018).

### Sistemas de riego

El sistema de riego a implementarse en un huerto de chirimoyos debe cubrir las necesidades hídricas del cultivo en las cantidades, frecuencias y etapas fenológicas requeridas. Para seleccionar un sistema de riego idóneo es necesario considerar varios factores, como pendiente del terreno, estructura y textura del suelo, disponibilidad y calidad del agua, clima y costos de implementación, entre los más relevantes.

Es recomendable usar sistemas de riego localizados, ya sea por microaspersión o goteo. Una hectárea de este frutal con riego localizado tiene un consumo aproximado de 5 500 a 5 700 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> por año; a diferencia de métodos por inundación que incrementan el consumo de agua entre 50 % a 60 % (Figura 58 A y B) (Flores, 2013; Núñez, 2019).

Los sistemas de riego por gravedad consisten en inundar surcos, coronas o melgas; se emplean en suelos planos o con poca pendiente, son de bajo costo de implementación, alto consumo de agua y, por lo general, de baja eficiencia (40 - 70 %). Los sistemas de riego presurizados-localizados (goteo, microaspersión, etc.), presentan ventajas con respecto a la uniformidad del riego: se adaptan a pendientes del terreno, ahorran agua —ya que evitan pérdidas por conducción—, el abastecimiento de agua se concentra en la zona radicular de los árboles cultivados —evitando la proliferación de malezas— y, además, permiten realizar la fertirrigación al adaptar tanques de mezclas de soluciones nutritivas. Específicamente, el sistema de

microaspersión podría presentar inconvenientes debido a la pérdida de agua por mala distribución a causa de vientos y evaporación debido a altas temperaturas del suelo y ambiente; la eficiencia del riego por goteo puede ser afectada por la mala calidad del agua, que causa la obstrucción de los goteros si no se aplican compuestos diluyentes de sales. La principal limitante de los sistemas de riego localizados-presurizados se refiere a sus altos costos de diseño, instalación y operación.

Figura 58. Riego por gravedad en coronas (A) y por goteo (B)



Fuente: INIAP (2023).

En sistemas de riego por microaspersión se debe tener un rango de cobertura entre 30 y 40 % de la superficie de suelo; se utilizan aproximadamente 25 litros/hora humedeciendo el área y un radio de 12 m. Cuando es por goteo, es necesario una densidad de 1 800 a 2 000 goteros por hectárea y, por árbol, una provisión de 24 a 25 litros, con colocación de 6 goteros de 4 litros, para lograr humedecer el 20 % de la superficie a una profundidad de 25 cm (Farré *et al.*, 1999; Guerreo, 2012).

En huertos de chirimoyos con poblaciones de 315 árboles ha<sup>-1</sup> (marco plantación: 8 \* 4 m) que utilizan sistemas de riego por goteo se recomiendan densidades de emisores de entre 1 800 a 2 000 goteros por hectárea, distribuidos a razón de 6 goteros que emiten individualmente un caudal de 4 L h<sup>-1</sup> con caudales por árbol de 24 a 25 L por árbol, resultando en áreas de riego de la corona del 20 % con 25 cm de profundidad. En el caso de huertos que usan sistemas de riego por microaspersión se ha reportado el uso de un emisor que evacúa 25 L h<sup>-1</sup> con un riego de 12 m<sup>2</sup> que correspondería al 40 % de área humedecida; es así como se han informado mejores resultados con este tipo de riego al obtener árboles con brotaciones vigorosas y cosechas de calidad comercialmente óptimas. En ambos casos, goteo y microaspersión, se recomienda implementar barreras rompevientos y realizar trabajos de riego nocturno para evitar pérdidas de agua por evaporación debido a vientos y altas temperaturas durante las mañanas y tardes. Los volúmenes de agua usados anualmente en estos sistemas de riego tecnificado varían desde 5 500 a 6 500 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Farré *et al.*, 1999; Guerrero, 2012; Flores, 2009; García, 2019).

### Calidad del agua de riego

A más de abastecer a las plantas de chirimoya con los volúmenes de agua y frecuencias requeridas, para obtener plantas de buen desarrollo y productividad, es necesario tomar en cuenta la calidad del agua de riego. Agua de mala calidad ocasionará problemas —como presencia de metales pesados, salinidad y pH inadecuados—; estos limitarán la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta, además de otros desórdenes fisiológicos, toxicidades y deficiencias de elementos; una deficiente permeabilidad del suelo afectará el desarrollo del sistema radicular del árbol debido a hipoxia, pudrición de raíces y otros problemas (García, 2012).

Según Guirado (2004), los valores analíticos recomendables en el agua de riego para chirimoyo son:

- Conductividad eléctrica < 1.7 mmh cm<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>
- RAS (Relación de Absorción de Sodio) < 2

- Concentración de boro < 1 ppm
- Cloruros < 140 ppm

### Poda y conducción de las plantas

Existen distintos propósitos al aplicar trabajos de poda en árboles frutales. En un inicio, se busca estructurar a la planta joven, de acuerdo con el sistema de conducción seleccionado con base en las distancias de plantación establecidas y otros factores. Posteriormente, se realizan selecciones de madera frutal y estructural para generar un equilibrio fisiológico entre el crecimiento vegetativo y reproductivo-productivo del árbol. Estos buscan niveles óptimos de radiación, temperatura y ventilación dentro de la copa del árbol y, de esta manera, contribuyen a la generación y mantenimiento de madera frutal/estructural, follaje, órganos reproductivos y, por consiguiente, cosechas de buena calidad (Tineo, 2019); además, favorecen un microclima óptimo para la sanidad de la copa y para mantener huertos en alturas que faciliten su manejo tanto productivo como fitosanitario (Viteri *et al.*, 2021; Ebert y Raasch, 1988; Sandvik, 1997; Gómez, 2007; Duchi, 2017). Los árboles o pequeños huertos en Ecuador se caracterizan por un inexistente o escaso manejo, es decir, libre crecimiento del árbol, lo que resulta en grandes alturas y volúmenes de copa, acompañados de bajos rendimientos e indeseables calidades de cosechas (Sylva, 2008).

Las podas tienen como uno de sus objetivos generar material vegetativo de buena calidad, lo cual permite el desarrollo rápido de los frutos a tamaños comerciales; así también, se busca renovar madera frutal y controlar-homogenizar el volumen y alturas de copa (Cautín, 2008; Brunnet, 2001). Estas operaciones deben ser secuenciales, con podas anuales, alternando varios cuadrantes de la copa del árbol y, de esta manera, evitar la pérdida abrupta de reservas en los árboles y la consiguiente disminución de cosechas (Razeto y Bruno, 1999; Brunnet, 2001).

Los efectos fisiológicos de las podas en los árboles están relacionados con su desarrollo reproductivo y vegetativo, con la absorción y distribución de nu-

trientes y fotosintatos entre el sistema radicular y la copa del huerto, la regulación de la fructificación y la floración. Los efectos agronómicos al podar se ven reflejados al mantener el volumen y la altura de las copas adecuados y ajustados con relación al marco de plantación del huerto y rendimientos deseados (Agustín, 2010; Alania, 2014).

### Tipos de poda

Los tipos de poda se clasifican de acuerdo con sus objetivos. Así, existen podas de formación, producción, sanitarias y de renovación o rebaje. La poda del chirimoyo debe realizarse cuando las plantas estén en el período de receso o dormancia, ya que las ramas y yemas se encuentran maduras y buena parte de las hojas han caído; en plantas en producción, esta condición se presenta luego de la cosecha. En algunos casos, también se realizan podas en verde, que tienen efectos desvigorizantes en crecimientos vegetativos, que pueden ser despuntados para detener su crecimiento o eliminados total o parcialmente para evitar su presencia en zonas donde su desarrollo podría ocasionar problemas de sombreadamiento, competencia por nutrientes y fotosintatos, y escasa ventilación (Ebert, y Raasch, 1988; Viteri *et al.*, 1995; Sandvik, 1997).

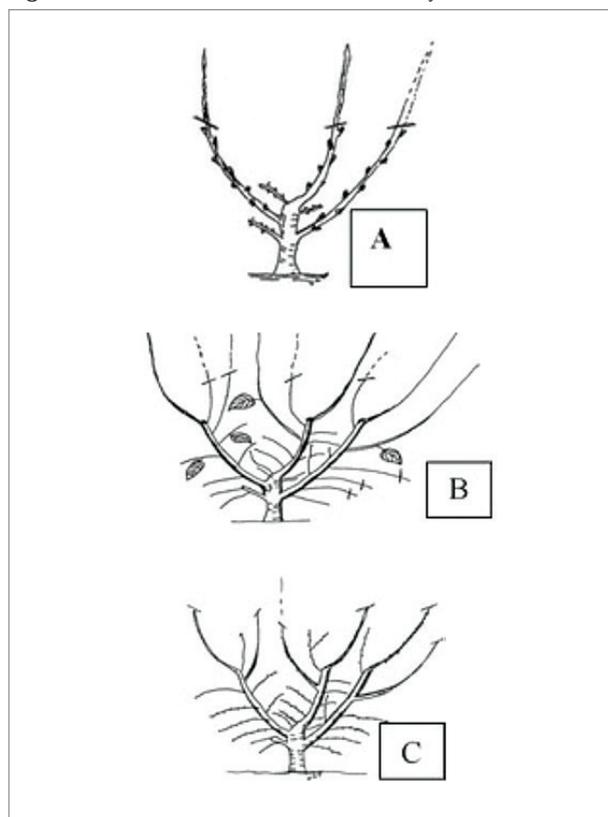
### Poda de formación

Este tipo de poda tiene el objetivo de estructurar y formar el futuro árbol y consiste en la selección de las ramas mejor ubicadas para que se constituyan en los brazos principales de la copa productiva. La intensidad de la poda depende de varios factores, principalmente de la densidad de plantación y sistema de conducción a implementarse (Viteri *et al.*, 1995). Por regla general, las ramas estructurales deben podarse en los extremos superiores, al igual que el eje central, de ser el caso, para favorecer un mayor y más rápido revestimiento de las partes bajas de las ramas. Se debe evitar la formación de brotes vigorosos en los extremos, respuesta fisiológica conocida como dominancia apical (Sandvik, 1997).

Durante los primeros ciclos de formación del árbol, se debe evitar que llegue a producir flores y frutos, ya que estos órganos reproductivos generarán competencia por nutrientes y fotosintatos,

restando vigor a los brotes en pleno crecimiento vegetativo. A medida que el árbol se estructura y vigoriza, se puede dejar cierta carga frutal que no limite el desarrollo del árbol (Viteri *et al.*, 1995). Siempre que se realiza la poda, para mantener su equilibrio, es necesario establecer una jerarquía entre todos los elementos que forman la estructura del árbol de manera conjunta y, a la vez, mantener una jerarquía dentro de cada rama principal, por lo que, al momento de podar, debemos considerar aspectos como vigor, longitud y distancia de las ramas y, entre ellas, ángulos de apertura. Por regla general, las ramas más bajas deben ser más vigorosas que las medias y altas (Figura 59 A, B y C) (Sandvik, 1997).

Figura 59. Poda de formación en el chirimoyo



Fuente: Tineo (2019).

Las podas de formación se realizan durante los primeros tres años de plantación del huerto, para obtener árboles con estructura adecuada y fuerte que soportará el peso de la madera frutal y futuras cosechas (García *et al.*, 2002; Gutiérrez, 2011).

### Sistemas de conducción

Existen tipos de formación que se pueden dar a los árboles frutales. En el chirimoyo, destacan los sistemas de conducción en vaso y líder central. Ambos pueden tener algunas variaciones de acuerdo con las características de la zona donde se establezca el huerto, las distancias de plantación consideradas y el conocimiento y experiencia del equipo técnico y operativo (Agusti, 2010; Alania, 2014).

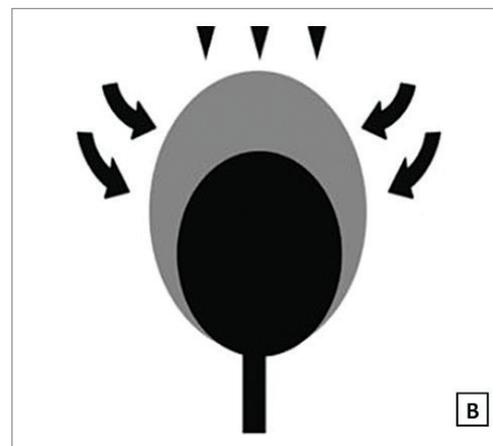
Independientemente del sistema de formación seleccionado, ya sea en vaso o eje central, el tallo principal de la planta debe ser decapitado a una altura de entre 80 y 90 cm del suelo, se deben eliminar todas las sierpes o brotes basales provenientes del patrón y, además, suprimir toda brotación que no corresponda a los tres o cuatro brazos principales seleccionados (Almaguer, 1998; Alania, 2014). Es importante resaltar que las yemas del chirimoyo son compuestas y mixtas; es decir, dentro de sus brácteas pueden albergar hasta cuatro yemas que se inhiben correlativamente y que podrían dar origen a brotes vegetativos, brotes y flores o solamente flores.

Una yema compuesta puede originar hasta cuatro brotes; estos, debido a su posicionamiento, tendrán distintos ángulos de inserción en la rama. En este sentido, desde el primer brote hasta el cuarto podrían tener ángulos de inserción aproximados de 20°, 40°, 90° y 120°, respectivamente. Estas características de brotación deben ser usadas en favor del objetivo: crecimiento vegetativo (ángulos cerrados) enfocado en estructuración de copa o generación de ramillas productivas (ángulos abiertos).

### Vaso moderno

Básicamente, el sistema de conducción en vaso consiste en el despunte del tallo principal con el objetivo de originar varios brazos que están dispuestos de tal manera que forma un área central libre. Esta poda permite el ingreso de radiación solar, ventilación y facilita trabajos agronómicos como podas, aspersiones y cosechas, entre otros (Figura 60 A y B) (Del Bo, 1976; Alania, 2014).

**Figura 60.** Formación de plantas de chirimoyo en vaso (A), ingreso de luz al interior (B)



Fuente: Viteri *et al.* (2015); Ojer *et al.* (2011).

El vaso moderno consiste en un tronco que da origen a tres o cuatro brazos laterales, dispuestos radialmente, con ángulos de inserción de hasta 40°. El interior de la copa se debe mantener libre de ramas para facilitar la ventilación e ingreso de luz solar. Este sistema ha sido uno de los más empleados en fruticultura; generalmente, se usa en huertos de baja densidad de árboles con amplias distancias de plantación (10 x 10 m, 8 x 8 m). Actualmente, se emplea menos, debido a que la tendencia mundial se orienta a la formación de huertos de medias y altas densidades, donde se prefieren formaciones con líder o eje central (Ebert y Raasch, 1988). Para estructurar los árboles con este sistema de conducción se deben seguir los siguientes pasos.

### Primer ciclo

Luego de seis o siete meses de la plantación, la planta entra en el período de dormancia. Entonces, se procede a podar el tronco o eje central, a una altura de 80 a 90 cm, con el fin de promover la brotación de las yemas. Durante el crecimiento vegetativo, 40 a 60 días después de la brotación, se realiza una poda en verde, eliminando brotes que estén mal ubicados y que no van a contribuir a la formación del esqueleto del árbol. Se deben elegir tres o cuatro ramas bien distribuidas alrededor del tronco; estas se constituirán en las ramas principales del árbol, no deben salir de un mismo lugar ni estar ubicadas en los 30 cm del troco próximos al suelo. Durante el crecimiento, las pueden ser abiertas en ángulos de 40° con el uso de palillos de dientes u otro material (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Ojer *et al.*, 2011).

### Segundo ciclo

En el período de receso vegetativo, se despuntan las tres o cuatro ramas principales seleccionadas, dejándolas con longitudes no mayores a 20 o 30 cm para evitar zonas vacías debido a la escasa brotación basal de esta especie, ya que solo se activan entre tres o cuatro yemas próximas al corte. Los cortes de despuntes se hacen sobre yemas que siguen la misma dirección que las ramas principales; de esta forma, se estimula la ramificación secundaria. Las ramas principales deben mantenerse con una apertura de 40°. Además, se deben eliminar los chupones y las ramillas que por su mala dirección alteran la forma del vaso. Al reiniciarse el crecimiento vegetativo, en cada rama principal se selecciona un brote apical secundario (futuras ramas secundarias) que continúe con la dirección de crecimiento de la rama principal y de tres a cuatro brotes secundarios laterales que se encuentren bien distribuidos a lo largo de la rama principal, con distancias de 12 a 15 cm. Se debe eliminar el exceso de brotes para favorecer el crecimiento de los seleccionados (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Alania, 2014).

### Tercer ciclo

En estado de latencia vegetativa, se despuntan las ramas secundarias que se generaron y desarrolla-

ron desde el ciclo anterior. Estas podas se hacen sobre una yema que siga la dirección de la rama secundaria y estimulan la brotación de futuras ramas terciarias sobre las cuales se generarán las ramillas anuales productoras de flores y frutos. Al reiniciarse el crecimiento vegetativo, se conserva el brote terciario proveniente de la yema apical de la rama secundaria y se seleccionan de tres a cuatro brotes terciarios laterales bien distribuidos en la rama secundaria y separados entre sí de 12 a 15 cm. Adicionalmente, en las ramas principales, se pueden seleccionar varias ramillas bien distribuidas (12 a 15 cm) y poco vigorosas para producción, con longitudes menores a 60 cm en las cuales se deben hacer pequeños despuntes; en el caso de existir ramillas de mayor vigor, se podan corto o apitonan a dos yemas; se lo hace para generar brotes productivos en el siguiente ciclo. Los ángulos de inserción de las ramillas deben mantenerse en 40° (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Madero *et al.*, 2013).

### Cuarto ciclo

En plantas activas en estados iniciales de brotación y desarrollo de brotes, se seleccionan brotes de la temporada productivos; estos se generaron a partir de ramas terciarias y, al madurar, se convertirán en ramillas cuaternarias sobre las cuales brotarán flores y, posteriormente, se desarrollarán frutos. Las ramillas cuaternarias deben ser poco vigorosas y no exceder los 60 cm de longitud y distribuirse cada 12 a 15 cm en la rama de origen. Se deben hacer despuntes para estimular brotaciones de flores o brotes mixtos. En el caso de generarse ramillas vigorosas, se deben apitonar a dos yemas para generar nuevas ramillas el próximo ciclo productivo. En las ramas primarias y secundarias también se deben seleccionar ramillas productivas con las mismas características y manejo antes descritos (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Madero *et al.*, 2013).

### Quinto ciclo

El árbol en este ciclo está completamente formado y no debe exceder alturas de 3 m. Se recomienda equilibrar la altura de las ramas principales y eliminar chupones y ramas secundarias o terciarias mal formadas que alteran la forma de la copa. En esta poda, se debe tratar de consolidar los brotes

bajeros de las ramas, y las ramas de producción. De esta forma, se irá incrementando la producción en puntos bien situados del árbol (Madero *et al.*, 2013).

### Líder central

La poda para la formación de árboles en líder central consiste en mantener la prolongación del tronco mediante un solo eje, al que están supeditadas varias ramas de fructificación lateral que van formando pisos o verticilos. Las ramas de la parte basal son las más vigorosas y, a medida que se insertan en los pisos más altos, van perdiendo su vigor. Todas las ramas laterales son conducidas en posición casi horizontal. La longitud de las ramas laterales más bajas depende de la distancia de plantación en la fila de árboles y el diámetro de la copa puede alcanzar no más de 3 m. Este sistema de conducción permite obtener fruta de buena calidad y se emplea en huertos de alta densidad con más de 800 plantas/ha (Ebert, y Raasch, 1988). Para estructurar los árboles con este sistema de conducción se deben seguir los siguientes pasos:

#### Primer ciclo

Luego de seis o siete meses de la plantación, la planta entra en el período de dormancia. Se poda el tallo principal a una altura de 80 a 90 cm, con el fin de promover la brotación de las yemas para la formación del primer piso y la prolongación del eje principal. Durante el crecimiento vegetativo, 40 a 60 días después de la brotación, se selecciona un brote apical con ángulo de inserción cerrado (yema primaria, 20°), que se constituirá en la prolongación del eje central. Para formar el primer piso, se seleccionan cuatro brotes laterales que no salgan del mismo lugar, bien distribuidos alrededor del tronco o eje central, orientados en forma de X y con ángulos entre 40° y 90° (yemas secundarias y terciarias). Para garantizar los ángulos de los brotes se puede realizar ortopedia, mediante elementos como palillos o piola de algodón. La orientación de las ramillas se realiza cuando tienen un crecimiento mínimo de 50 cm. Posteriormente, se realiza una poda en verde, eliminando brotes que estén mal ubicados, es decir, que no contribuyen a la formación del esqueleto del árbol (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Madero *et al.*, 2013).

#### Segundo ciclo

En el período de receso vegetativo, se vuelve a despuntar el crecimiento del eje central que se ha desarrollado desde el ciclo anterior a partir de una yema apical. En el caso de tener crecimiento vigoroso, el despunte se hace a 90 cm, medidos desde la rama más alta del primer piso; en contraste, en el caso de tener crecimiento débil, el despunte se hace a 40 cm. A partir de dicho despunte del eje se estimulará la brotación y crecimiento de ramillas que conformarán el segundo piso productivo. Las cuatro ramas principales seleccionadas para formar el primer piso se despuntan a la misma longitud (40 cm) sobre una yema que va en la misma dirección que la rama madre; de esta forma, se estimula su ramificación secundaria. Las ramas principales del piso productivo deben mantenerse con ángulos entre 40° y 90°. Se deben eliminar también los chupones y las ramillas que por su mala dirección alteran la forma y crecimiento del líder central (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

#### Tercer ciclo

Cuando se reinicie el crecimiento vegetativo, en el eje central y en cada rama principal del primer piso, se selecciona un brote apical que continúe con el crecimiento y tres a cuatro brotes secundarios laterales que se encuentren bien distribuidos a lo largo de cada rama principal del primer piso. Luego, se elimina el exceso de brotes para favorecer el crecimiento de los órganos seleccionados (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Tineo, 2019). Paralelamente, en el crecimiento del eje central del ciclo anterior, se seleccionan cuatro brotes que se ubiquen entre 20 a 30 cm bajo el corte de despunte del eje; estos conformarán el segundo nivel productivo y deberán tener características similares, se les dará igual manejo que el descrito para el primer piso. La técnica de formación de cada piso productivo, desde ramas primarias hasta ramillas productivas (cuaternarias), se asemeja a la formación de cada brazo en el sistema de copa. Es importante considerar que solo se podrá formar el piso subsiguiente si el anterior lo hizo completamente; es decir, si se generaron cuatro ramas estructurales, debido a que el vigor del piso superior impedirá la brotación y desarrollo de las ramas faltantes en el piso inferior (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

#### Cuarto ciclo

A partir de este ciclo, se continúa con la formación del primer y segundo piso productivo, se deben seguir las mismas instrucciones de poda descritas anteriormente según si los árboles están en estados de dormancia (despunte) o crecimiento vegetativo (selección y ortopedia de brotes). Solo se conformará un tercer piso productivo si los árboles son muy vigorosos. La distancia que se deberá mantener entre el primer y segundo piso es de 70 cm que se miden desde la rama más alta del piso inferior hasta la más baja del piso superior. Si se forma un tercer piso, se debe mantener la misma distancia (Gardiazabal y Rosenberg, 1993; Cabrera *et al.*, 2008).

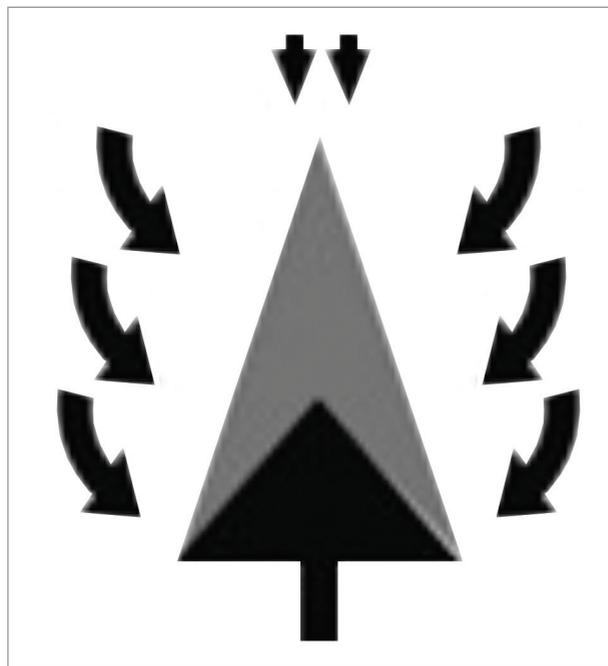
En el eje central, en los espacios entrepisos, se generan brotaciones vigorosas que originarán las llamadas “ramas entrepisos” o centros de producción entrepisos. Aunque estas no son parte de un piso productivo, pueden aprovecharse para la producción de fruta. El manejo de las ramas entrepisos consiste en apitonarlas a dos yemas cuando la planta está en dormancia; al reiniciarse el crecimiento vegetativo, estas yemas podrían originar de tres a cuatro brotes de distintos ángulos de inserción y vigor. Para la producción de frutos se deben seleccionar brotes débiles provenientes de yemas terciarias, que formen ángulos de 90° con longitudes de crecimiento entre 40 y 70 cm que deben ser despuntados a 10 cm del ápice. Para la generación de nuevas ramillas productivas, se seleccionan brotes vigorosos que deben ser apitonados cuando la planta está en dormancia y de los cuales se volverán a seleccionar brotes débiles para la producción de frutos. Los centros de producción entrepisos solo se mantendrán hasta el cuarto ciclo; luego, se podarán al ras del eje principal para evitar el sombreado del piso productivo inferior (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

#### Quinto ciclo

Por lo general, el árbol en este ciclo está formado. Se aconseja equilibrar la altura del eje y de las ramas principales; también, se recomienda eliminar chupones y ramas secundarias o terciarias mal ubicadas que alteran la forma piramidal de la copa. En

esta poda se debe tratar de consolidar los brotes bajos de las ramas y los centros de producción, de tal forma que se vaya incrementando la producción en puntos bien situados en el árbol. Con este tipo de podas se asegurará una buena distribución solar en el árbol (Figura 61).

**Figura 61.** Intercepción de luz en poda para la formación de los árboles en líder central

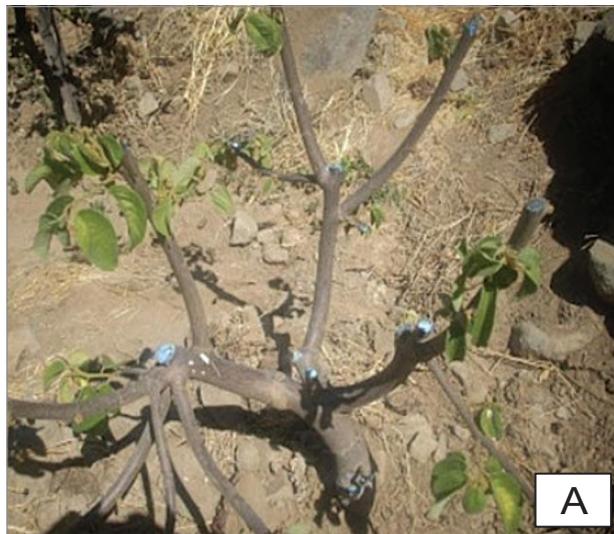


Fuente: Ojer *et al.* (2011).

#### Poda de mantenimiento

Al finalizar el estado de dormancia del árbol, se deberá eliminar las ramas que estén creciendo hacia el interior de la copa, ya que no tienen posibilidad de recibir luz, así como toda la madera muerta (Figura 62 A y B). Hay que tener mucho cuidado en las ramas que tengan flores, ya que se encontrarán en ramas y ramillas del año anterior que son las más productivas (García *et al.*, 2002; Gutiérrez, 2011). Los frutos de mejor calidad y mayor tamaño se producen en las ramas de dos o más años, pero en menor número. Estas ramas fructifican mejor si se eliminan las del año pasado (González, 2014; Alania, 2014).

**Figura 62.** A: Poda de mantenimiento inicial y B: Poda final en el chirimoyo. Sistema de conducción en copa



Fuente: Carrillo (2011).

### Poda de fructificación o producción

Se realiza al iniciar el periodo de dormancia y antes de la nueva brotación. Se debe hacer el aclareo de las ramas que sean fructíferas y también despuntar los nuevos brotes y ramas principales. Se procederá a eliminar los chupones en el periodo vegetativo (poda en verde). Actualmente, se manejan distintas intensidades para la poda de fructificación, que admiten conservar el árbol a una altura menor a 2.5 metros (Figura 63 A y B) (Guirado *et al.*, 2003; Guerrero, 2012).

Se debe considerar que la madera frutal en el chirimoyo está constituida por brotes cortos desarrollados en la misma temporada (flores opuestas a las hojas) y madera de uno o más años (flores solitarias o en grupos de 2-3) (Gardiazabal y Rosenberg, 1993). El tiempo transcurrido desde la poda de producción hasta el inicio de floración es aproximadamente de dos meses, dependiendo de la variedad y condiciones edafoclimáticas de la localidad donde se afincó el huerto (PROINPA, 2009; Vidal y Ruiz, 2014).

**Figura 63.** Poda de fructificación en el chirimoyo



Fuente: INIAP (2023).

La poda de fructificación procurará mantener el equilibrio entre órganos vegetativos, flores y frutos, permitiendo la penetración de luz y aire hacia la parte interior de la copa del árbol (Viteri *et al.*, 1995). Para ello, el conocimiento del hábito de vegetación del chirimoyo y los efectos de la poda en la generación de ramillas de producción es básico, pero poco estudiado, para lograr el incremento de la productividad. Según Cautín y Razeto (1999), en un árbol de chirimoyo se pueden encontrar cuatro tipos de ramillas del ciclo: muy débiles (10 - 24 cm), débiles (25 - 39 cm), semivigorosas (40 - 54 cm) y vigorosas (55 o más).

La poda de brotes de un ciclo en chirimoya tiene un efecto vigorizante de los nuevos brotes, mientras que su falta da lugar a brotes débiles apicales, lo cual incide en la concentración de ramas en las puntas, en detrimento de las ramas bajas y medias. La poda en vaso produce mayor cantidad de brotes semivigorosos y vigorosos; la poda con eje central, mayor cantidad de brotes muy débiles y vigorosos; mientras que las plantas sin poda, alta cantidad de brotes muy débiles, seguido de brotes débiles.

En cuanto a la cantidad de flores por tipo de rama, se ha determinado que los brotes considerados débiles y semivigorosos son los que tienen más flores, en comparación con las muy débiles y vigorosas. Si se examina dentro de cada rama el número de flores por sección (apical, media, basal), la parte media es la que presenta mayor cantidad de flores. En general, en los diferentes sistemas de conducción, la mayor cantidad de frutos producidos se obtiene en ramas semivigorosas y débiles (Cautín y Razeto, 1999).

De acuerdo con Guirado *et al.* (2004), para efectuar una buena poda de producción es fundamental tener presente lo siguiente:

- Las flores aparecen generalmente aisladas en ramillas formadas en el ciclo anterior.
- Las flores que inciden positivamente en los rendimientos son las que aparecen en la primera mitad de los brotes formados el ciclo anterior.
- Los brotes formados el ciclo anterior tienen mayor cantidad de frutos cuajados.

- Las ramas de dos o más ciclos de edad generan frutos de buenos calibres y calidad, aunque el número de frutos es menor al compararlos con ramillas del ciclo anterior.

El mismo autor menciona que la poda de fructificación debe estar dirigida a la obtención de brotes débiles y semivigorosos. Para ello, se deben realizar despuntes de la tercera parte de las ramillas formadas en el ciclo anterior. En este tipo de ramillas se pueden obtener frutos entre 400 - 450 g en buena cantidad. Con una poda fuerte se obtienen brotes vigorosos y pocas flores que producen frutos de alrededor de 600 g.

Según Tineo (2019), este tipo de poda se debe hacer cuando el árbol comienza a defoliarse naturalmente o cuando se inicia la nueva brotación. Esta poda conlleva el raleo de ramas fructíferas, despunte de las ramas del año pasado y la defoliación manual. Se deben eliminar las ramas por completo y dejar solamente las ramillas del año anterior con 6 a 8 yemas en su base, con el objetivo de generar frutas con pesos entre 400 y 600 g. Cuando se realiza una poda severa al árbol de chirimoyo, se eliminan los brotes del año pasado en su mayoría, lo cual tiene como objetivo producir frutos de mejor calidad y mayor tamaño, aunque se mantiene pequeño (Guirado *et al.*, 2003; Guerrero, 2012).

#### **Poda de renovación**

En árboles muy altos, viejos, enfermos o débiles es necesario hacer una renovación de la copa, que tomará entre 2 y 3 años, dependiendo del vigor del árbol (Figura 64 A y B). Este tipo de poda consiste en rebajar las ramas principales de los árboles a alturas entre 1.0 m y 1.5 m, empleando una motosierra. Las heridas resultantes deben ser selladas con una pasta de cobre para evitar enfermedades (Figura 65 A, B y C). Una vez que se generen nuevos crecimientos, se deben seleccionar los brotes mejor ubicados, de tal forma que estos se constituyan en las ramas estructurales según el sistema de conducción que se elija (Viteri y Vásquez, 2012; Guerrero, 2012). Un chirimoyo puede llegar a vivir más de 80 años, si las condiciones edafoclimáticas son favorables y los manejos agronómicos y sanitarios son los adecuados para esta especie.

Se ha evidenciado que a la edad de 30 o 40 años, las ramas fructíferas y estructurales empiezan a agostarse (Castro, 2007; Guerrero, 2012; Alania, 2014).

**Figura 64.** A: Árboles muy altos, viejos. B: Árboles enfermos o debilitados óptimos a poda de renovación



Fuente: INIAP (2023).

**Figura 65.** A. Rebaje de ramas principales. B y C. Reacción de la brotación posterior a la poda



Fuente: INIAP (2023).

## Polinización del chirimoyo

La polinización en el chirimoyo se basa en el transporte de granos de polen viables desde los estambres hasta el estigma con el objetivo de lograr fecundaciones efectivas que generen frutos de buena calidad y cantidad. Su condición de planta dicógama (biología floral) y el limitado rango de insectos polinizadores debido a sus flores poco atractivas (colores) y de estructuras que dificultan su ingreso dificultan su polinización. Por ello, este proceso en esta especie se constituye en una labor tan importante como lo son otros manejos agronómicos: el riego, la fertilización, las podas y otras (Muñoz *et al.*, 2005; Alania, 2014).

Los bajos rendimientos reportados en Ecuador de 1.34 t ha<sup>-1</sup> (MAGAP, 2010) guardan relación con la escasa tecnología implementada en los huertos y el desconocimiento por parte de los productores de la biología floral del chirimoyo. La dicogamia protoginia consiste en la asincronía en la producción y maduración de gametos sexuales (polen y óvulos); es decir, una flor tiene dos estados de madurez dependiendo de sus estructuras sexuales, siendo viablemente femenina en la mañana (pétalos levemente separados) y viablemente masculina en la tarde del mismo día (Schroeder, 1947; Viteri y Soria, 2004).

La fisiología de la flor descrita anteriormente dificulta su autopolinización y provoca que el amarre de los frutos sea errático. Estos problemas ocurren en muchas zonas productoras en las que se presenta un cuajado natural de frutos muy bajo (1 a 2 %) (Soria *et al.*, 1991; Saavedra, 1977; Chandler, 1962; Schroeder, 1947), a no ser que por condiciones ambientales haya un corto traslape entre estigmas receptivos y liberación de polen por parte de las anteras (Farré, 1976) o exista la intervención de insectos polinizadores, especialmente coleópteros e himenópteros (Gazit *et al.*, 1982; Hermoso *et al.*, 1990). Incluso donde la polinización natural es suficiente, podrían generarse frutos deformes, debido a que los insectos polinizadores no son capaces de distribuir el polen a todos los estigmas (Guirado *et al.*, 2001). Debido a estas razones, es recomendable realizar labores de polinización artificial, aunque

estas incrementen los costos debido a la mano de obra requerida (Pino, 2008; Alania, 2014).

## Polinización natural

La polinización natural del chirimoyo es deficiente, solo alcanza porcentajes que oscilan alrededor del 25 %, debido a la flor poco atractiva (color y forma) para los insectos polinizadores, lo que conlleva su ausencia o escasez y, como se mencionó anteriormente, al escaso de traslape entre periodos receptivos entre estructuras femeninas y masculinas (Alania, 2014). Los principales polinizadores naturales reportados para esta *annonacea* son coleópteros pertenecientes a los géneros *Carpophylus* spp. (Figura 66) y *Oreus* spp. Estos poseen una morfología compatible con las estructuras florales del chirimoyo (Brito, 2001; Alania, 2014; Muñoz *et al.*, 2005).

Para incrementar las poblaciones de los insectos antes mencionados, se usan núcleos de multiplicación que cuelgan de las copas de los árboles. Consisten en piñas y tomates en descomposición para el caso de *Carpophylus* spp. y el cultivo de maíz para *Oreus* spp. Los resultados han sido erráticos debido a la dificultad de sincronización entre el desarrollo de insectos adultos y plena floración del huerto según cada estado receptivo de las flores (Gardiazabal y Rosenberg, 1993).

**Figura 66.** Parte dorsal y ventral masculino del insecto *Carpophylus hemipterus*



Fuente: DiLorenzo et al. (2021).

### Polinización artificial o manual

La polinización artificial o manual es una técnica utilizada a nivel mundial y ha sido implementada con éxito en países productores como Estados Unidos, España, Chile y Perú entre otros. En estos países se han alcanzado rendimientos cercanos a las 25 t ha<sup>-1</sup> (Grossberger, 1999; Farré *et al.*, 1999; Gardiazabal, 1986). La aplicación de esta técnica genera frutos con formas y tamaños comercialmente aceptadas en comparación con la polinización natural (Figura 67 A y B); además, se pueden adelantar y escalonar las cosechas al polinizar las primeras flores de la temporada y seguir con estos trabajos de manera calendarizada. Así se obtendrán mejores precios de venta y distribución en el tiempo (Guirado, 1991).

**Figura 67.** A. Frutos generados por polinización manual.  
B. fruto generado por polinización libre



Fuente: Viteri *et al.* (2004).

### Ventajas de la polinización manual

- Garantiza rendimientos óptimos anuales; es decir, más de 12-15 t ha<sup>-1</sup>.
- Los frutos guardan formas, tamaños y calidad comercialmente demandados.
- Hay mejores precios de venta de las cosechas.
- La cosecha es eficiente, por tener puntos específicos de producción en el árbol.

### Desventajas de la polinización manual

- Se requiere un incremento y especialización de mano de obra (210 horas/ha).
- Posible incremento del número de semillas por frutos en relación con la pulpa.

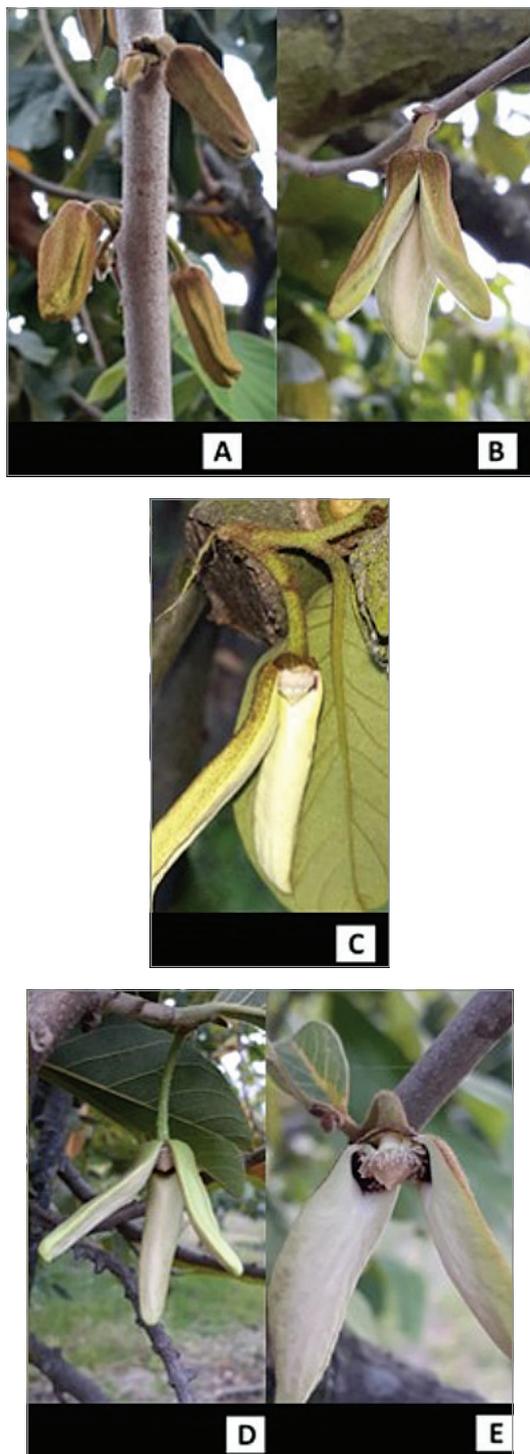
### Conocimientos básicos

La flor del chirimoyo es hermafrodita, tiene tres pequeños sépalos fusionados, seis pétalos de los cuales tres están atrofiados y tres se desarrollan hasta ser alargados y carnosos. Los pétalos están unidos a una pirámide en la que se insertan entre 70 y 300 pistilos individuales que emiten una secreción azucarada cuando están receptivos y entre 180 a 200 estambres que forman un collar blanco compacto cuando están inmaduros y se tornan café claros al madurar. Los órganos reproductivos masculinos y femeninos no coinciden en su madurez, por lo que la producción de frutos es baja (Gardiazabal y Rosenberg, 1993)

La flor presenta tres estados de desarrollo (Figura 68):

- Estado prehembra. Flor desarrollada con pétalos cerrados o ligeramente abiertos, receptiva. Este estado puede durar entre 5-7 horas.
- Estado hembra. Flor con pétalos semiabiertos que permiten observar los órganos internos, los pistilos están húmedos y receptivos, el anillo de estambres es blanco, compacto e inmaduro. Este estado puede durar entre 26 y 27 horas.
- Estado macho. Flor con pétalos abiertos completamente, anillo de estambres suelto crema.

**Figura 68.** A. Flor en estado prehembra. B. Flor en estado hembra. C. Estambres y pistilos visibles en estado hembra. D. Flor en estado macho. E. Estambres y pistilos visibles en estado macho



Fuente: INIAP (2023).

Es importante conocer los estados por los que atraviesan las flores cuando se va a realizar la polinización manual. La antesis es la etapa durante la cual se abren los pétalos y los estambres hasta que se despegan. Durante la noche inicia la apertura de las flores; en las horas de la mañana, las flores están en la fase femenina, porque se ha completado su desarrollo; además, se pueden evidenciar los ápices de los pétalos doblados hacia el exterior y sutilmente separados, con su base todavía adherida, protegiendo tanto a los estigmas como a los estambres.

Durante esta fase los estigmas presentan un color brillante y blanco en la superficie, liberan un líquido, el cual cumple con la función de adherir e hidratar a los granos de polen, al mismo tiempo que ayuda a su germinación (Guirado *et al.*, 2001; Morales, 2015). Mientras, en horas de la tarde, la flor pasa a fase masculina y, cuando los granos de polen están completamente maduros, se produce la dehiscencia de anteras para la liberación y dispersión del polen. En esta fase, los pétalos se separan rápidamente de la flor, los estigmas están expuestos y cambian de color a un tono marrón, se tornan secos y opacos; posteriormente, los estambres y pétalos se desprenden la misma tarde o días después (Rosell *et al.*, 1997; Morales, 2015).

#### Materiales requeridos

- Flores colectadas en estado de hembra
- Espátula o pinzas para retirar estambres de la flor
- Estambres y polen
- Harina de maíz tostado
- Recipiente para mezcla de estambres, polen y harina
- Pincel o insuflador
- Etiquetas para registro de flores polinizadas/árbol

### Cosecha de flores en estado de hembra para obtener estambres y polen

La cosecha de flores se realiza en la tarde del día anterior a la polinización o temprano en la mañana del día de polinización. En el primer caso, se dejan las flores cosechadas extendidas en un recipiente plano o papel periódico; a la mañana siguiente, estas habrán alcanzado el estado masculino, por lo que resulta fácil retirar los estambres maduros de la flor. En el segundo caso, en las flores cosechadas se eliminan los pétalos y en un recipiente se extraen los estambres inmaduros blancos con la ayuda de una pinza u otro instrumento similar. Luego de una a dos horas, los estambres maduran tornándose de color crema o ligeramente café; si se colocan sobre una superficie oscura se observan los granos de polen. Se estima que, en árboles con buena floración, una persona puede cosechar 500 flores en una hora.

De acuerdo con INIAP (2013), las flores deben ser cosechadas en estados prehembra o hembra en horas de la mañana (Figura 69), durante el proceso de apertura de pétalos. El polen proveniente de dichas flores tiene una viabilidad adecuada para usarse en la polinización manual.

La polinización debe realizarse el mismo día de la cosecha de las flores en la tarde o en la mañana del día siguiente. Se recomienda recolectar las flores de ramillas y ramas delgadas, porque el desarrollo de los frutos es deficiente en este tipo de madera frutal y las ramas podrían desgarrarse por el peso de las chirimoyas. Asimismo, se pueden recolectar las flores que estén cerca del ápice de las ramillas. Para la cosecha de flores se usan contenedores plásticos como bolsas, cajas o mallas limpias.

Para el manejo postcosecha de las flores, hay que considerar que siguen respirando; es decir, hay liberación de agua, dióxido de carbono e incremento de temperatura. Por lo tanto, hay que almacenarlas en una habitación en la que se precautele su deshidratación y se garantice una ventilación adecuada. Las flores deben ser extendidas (no amontonarlas) en contenedores de superficies lisas y limpias, entre 4 a 5 horas, cuando iniciarán la dehiscencia de sus anteras.

Figura 69. Flores cosechadas en estados hembra



Fuente: INIAP (2023).

Para la extracción del polen, se clasifican las flores según su estado inicial, ya sea prefemenino o femenino, procediendo de la siguiente forma:

**Flores en estado prefemenino.** Se deben separar los conos florales de los pétalos (Figura 70). Los conos se colocan sobre una criba con dimensiones de 2 a 3 mm de ojo de malla y se friegan contra la malla para apartar los estambres, los cuales contienen polen. El polen recolectado se conserva a temperatura ambiente, si se va a utilizar esa misma tarde o al día siguiente por la mañana. En cambio, si se usarán días después, se los deberá almacenar refrigerados a una temperatura de 3 a 7 °C (González *et al.*, 2007; Quezada, 2018).

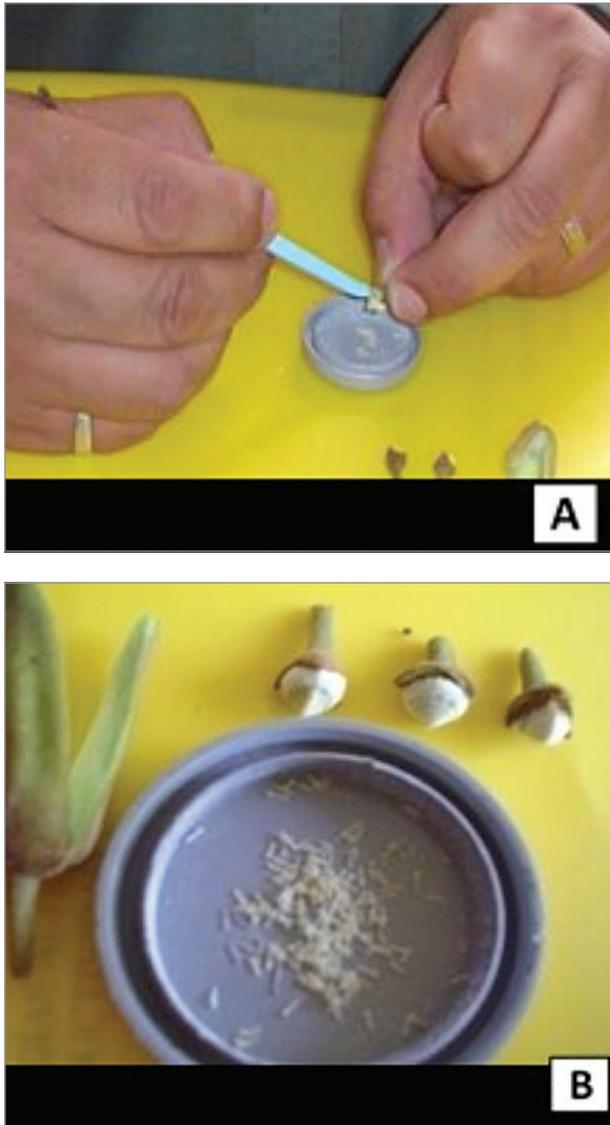
Figura 70. Separación de conos florales y pétalos



Fuente: Tineo (2019).

Flores en estado hembra. Las flores se colocan en un tamiz con dimensiones de 2 a 3 mm de ojo de malla. Para extraer el polen, se debe presionar con la mano suavemente para separar el polen y los estambres de los pétalos y los conos florales, para luego recogerlos sobre una superficie limpia y lisa (Figura 71). El polen y los estambres se deben conservar en un recipiente de cristal ventilado y ancho para facilitar su manejo (Ader la Palma, 2011; Quezada, 2018).

**Figura 71.** A. Recolección de estambres. B. Polen y estambres obtenidos en una superficie limpia y lisa



Fuente: INIAP (2023).

### Preparación de la mezcla

Los estambres y polen obtenidos de cualquiera de las formas descritas anteriormente, se colocan en un recipiente oscuro para evitar reacciones y deshidratación provocadas por los rayos solares directos. Luego, se añade una tercera parte de harina de maíz tostado o licopodium, que sirve como vehículo e incrementa el volumen de la mezcla para mejorar su distribución en los pistilos a polinizar. Generalmente, los estambres y polen obtenidos de una flor alcanzan a polinizar 1.5 flores.

### Polinización de las flores

Para la polinización de las flores, de preferencia se debe utilizar polen fresco que asegura mayor viabilidad y efectividad en el cuajado de frutos. En el caso de almacenar polen, se lo puede hacer a temperaturas de 5 a 7 °C con humedad relativa superior al 50 % hasta por 84 horas, aunque esto puede reducir su viabilidad. Para la polinización se siguen los siguientes pasos (Figura 72 A y B):

- Colocación de tarjetas de registro en los árboles a polinizar. Deben incluir la fecha de polinización, número de flores polinizadas, nombre del polinizador, número de frutos cosechados total, porcentaje de efectividad.
- En cada árbol se seleccionan, de preferencia, flores en estado de hembra, aunque también se lo puede hacer en aquellas en estado de prehembra.
- Con la ayuda del pincel o un insuflador (Quezada, 2018), se coloca la mezcla de polen, procurando distribuirlo en todo el pistilo, con el objetivo de polinizar todos los estigmas de la flor. Luego, se recorta o pinza la parte apical de uno de los pétalos para identificar que la flor ya fue polinizada y evitar polinizarla dos veces.
- Posterior a la polinización, se anota en las tarjetas el número de flores polinizadas y el nombre del polinizador.

**Figura 72.** A. Polinización manual con pincel. B. Planta de chirimoya etiquetada



Fuente: INIAP (2023).

Cuando se usa un insuflador o espolvoreador (Figura 73), se lo debe llenar hasta un tercio de su volumen con la mezcla que contiene polen. Posteriormente, se realiza la aplicación dirigiendo el extremo emisor a los estigmas, se presiona la bomba del insuflador y se libera el polen para que se adhiera de manera uniforme en el estigma receptivo.

**Figura 73.** Polinización manual con insuflador



Fuente: INIAP (2023).

Cuando se usa el pincel, es necesario tener un frasco pequeño negro, en donde se puede colocar una manilla en la mano izquierda y un pincel número 8 que tenga cerdas negras para resaltar la presencia de polen. Al seleccionar una flor en estado femenino, se abre el frasco y se introduce el pincel; en la punta tiene que haber buena cantidad de polen y, después, se debe tapar el frasco para que el polen no salte. Lo recomendable es tomar sutilmente la flor con la mano izquierda y, con la mano derecha, tocar la punta del pincel con el cono pistilar. Se debe realizar suavemente y con mucha paciencia porque la flor puede arrancarse o los pistilos se pueden dañar (Vanegas, 2014; Quezada, 2018).

### Resultados obtenidos en investigaciones

En la Granja Experimental Tumbaco del INIAP, se evaluó la efectividad de polinizaciones naturales y artificiales (pincel e insuflador) con respecto al amarre de frutos y su calidad expresada en tamaño y forma. Se recolectaron flores en estado femenino de las cuales se extrajo polen, se seleccionaron y marcaron diez flores por tratamiento en estado femenino para polinizarlas, empleando cuatro árboles que se constituyeron en las repeticiones (Viteri y Soria, 2004).

### Número de flores y frutos persistentes o cuajados a los 15, 30, 45 y 60 días después de polinización

En los primeros 15 días después de la polinización (DDP), se registraron las mayores caídas naturales de flores. El testigo (polinización natural) fue el más afectado por este fenómeno, ya que solo persistieron tres flores (30 %) de las 10 evaluadas; a diferencia de los tratamientos de polinización artificial,

se presentaron promedios superiores a nueve flores (90 a 97.5 %) persistentes. A lo largo del experimento, las diferencias se mantuvieron; las flores que fueron polinizadas artificialmente con pincel (7 frutos, 70 %) e insuflador (7.5 frutos, 75 %) llegaron a tener el mayor número de frutos cuajados, sin mostrar diferencias estadísticas entre el uso de estas dos técnicas (Tabla 30).

**Tabla 30.** Promedios y porcentajes de flores persistentes y frutos cuajados a los 15, 30, 45 y 60 DDP mediante métodos naturales y artificiales. Tukey (0.05)

Tratamiento	Flores persistentes (N.º)* 15 DDP** (%)***	Frutos cuajados (N.º)*		
		30 DDP**	45 DDP	60 DDP
P. natural	3.0b (30 %)	0.5b (5 %)	0.5b (5 %)	0.2b (2.5 %)
P. pincel	9.0a (90 %)	7.2a (72.5 %)	7.0a (70 %)	7.0a (70 %)
P. insuflador	9.8a (97.5 %)	8.5a (85 %)	7.8a (77.5 %)	7.5a (75 %)
Coef. variación (%)	13.2	8.8	9.0	8.9

\* Valores promedios, 4 repeticiones de 10 flores cada una.

\*\* Días después de polinización.

\*\*\* Porcentaje calculado con base en 10 flores (100 %) marcadas y tratadas inicialmente.

### Características de calidad de frutos

Las características de calidad —como forma y dimensiones— de los frutos cuajados a los 90 días también se vieron influidas por los tipos de polinizaciones evaluadas. En el caso de las artificiales mediante pincel e insuflador, los porcentajes de frutos bien formados correspondieron a más del 80 %, sin ser discriminante qué tipo de artefacto se usó. Las flores que fueron polinizadas

naturalmente solo generaron frutos deformes. Con respecto a las dimensiones de los frutos, los resultados fueron similares; los valores más altos tanto en diámetro como en longitud fueron generados por polinizaciones con pincel e insuflador; no hubo diferencias estadísticas entre estos tratamientos de polinización artificial (Tabla 31).

**Tabla 31.** Promedios y porcentajes de variables de calidad (forma y tamaño) de frutos de chirimoya a los 90 DDP generados a partir de métodos naturales y artificiales de polinización. Prueba de comparación de medias Tukey (0.05)

Tratamiento	Frutos 90 DDP*		
	Frutos** perfectos (%)	Diámetro** (cm)	Longitud** (cm)
P. natural	0.0b (0 %)	2.7b	3.0b
P. pincel	6.2a (86.6 %)	3.6a	3.7ab
P. insuflador	6.2a (81.1 %)	4.1a	4.4a
Coef. variación (%)	15.3	9.7	13.6

\* Días después de polinización

\*\* Valores promedios, cuatro repeticiones

\*\*\* Porcentaje calculado con base en 10 flores (100 %) marcadas y tratadas inicialmente

Fuente: Viteri y Soria (2004).

Por una parte, estos resultados corroboraron la deficiente polinización entomófila junto a la expresión de la dicogamia en el chirimoyo, resultando en escasos frutos cuajados y su mala calidad. Por otra parte, se constataron varios impactos positivos de los trabajos de polinización artificial, ya sea en el número de frutos cuajados como en sus características de calidad. Esto aportó argumentos robustos para recomendar su implementación en la producción comercial de esta *annonacea*, con posibles resultados favorables desde el punto de vista económico: se generaron frutos de tamaños y calidad comercialmente apreciados y, además, se incrementarían los rendimientos por hectárea.

### Viabilidad del polen

En trabajos realizados por Herrera (2006) en la Granja Experimental Tumbaco de INIAP, se detectó que no hubo diferencia alguna en el número de granos de polen viables a las 0, 24 y 48 horas de recolectadas las flores, lo que indicó que el polen de los genotipos evaluados se mantiene viable hasta por 48 horas en temperaturas ambiente. Estos resultados confirman lo señalado por Moreno (1987), quien reportó que el polen conservado durante dos días a temperatura ambiente (16 °C) se mantiene con porcentajes adecuados de viabilidad, pero a partir del tercer día, es inservible.

Para conservar el polen por más de tres días se recomienda refrigerarlo a temperaturas entre 5 y 7 °C. La extracción de estambres se debe hacer en estados prefemenino o femenino; es importante que previo al almacenamiento el polen haya sido liberado de las anteras. Los estambres recogidos en flores en estado macho pueden ser conservados en refrigeración por un período no mayor a 16 horas (Guirado, 2001).

En pruebas de almacenamiento de polen al ambiente y en refrigeración a 7 °C realizadas en la Granja Tumbaco, Atiencia (2011) señala que la mejor respuesta en porcentaje de germinación del polen (79.42 %), se logra con temperaturas de 7 °C por dos horas de almacenamiento. Durante la polinización en terreno, el polen debe mantenerse en frascos de cristal oscuro y dentro de un recipiente térmico portátil con hielos; solo se debe trabajar en

flores que estén en estados femeninos en las primeras horas de la mañana y a partir de las 16:00 (Quezada, 2018).

### Control de arvenses

El control de plantas espontáneas es necesario debido a la competencia por espacio, nutrientes y agua con la especie frutal objetivo de producción; además, las malezas podrían albergar plagas y dificultar ciertas labores —cosechas, aplicación de fitosanitarios, monitoreo y mantenimiento de sistemas de riego, especialmente emisores, y en general el transporte y movimiento de personal operativo, equipos, maquinaria, herramientas, etc.

Se recomienda la erradicación total de arvenses en las zonas de coronas de los árboles, en especial dentro de los cuatro primeros años de establecimiento del huerto, ya que ahí se depositarán e incorporarán fertilizantes, abonos y se hará el aporte de agua de riego. Para estos fines se puede recurrir a labores culturales manuales con herramientas o con equipos como motocultores, siempre con la precaución de no llegar a profundidades de trabajo que puedan dañar raíces o peor aún afectar mangueras y emisores del sistema de riego.

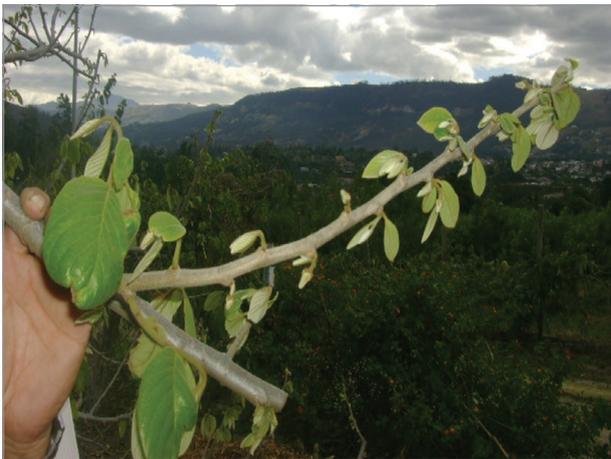
Asimismo, se puede recurrir a métodos químicos usando herbicidas no selectivos sistémicos o de contacto, como Glifosato 48 % (2-4 l ha<sup>-1</sup>), Paraquat 20 % (2 l ha<sup>-1</sup>), Diuron 80 % (2-3 kg ha<sup>-1</sup>) y otros existentes en el mercado. Las aplicaciones de herbicidas deben realizarse con cuidado de no mojar el tronco y en ausencia de vientos que puedan elevar la mezcla hacia el follaje; además, se deben usar boquillas adecuadas para este tipo de productos e incorporar pantallas protectoras, especialmente dentro de los dos primeros años de desarrollo de los chirimoyos.

En las zonas de caminos y entre hileras, se podrían realizar rebajes o siegas bajas (erradicación parcial) antes de los periodos de plena floración para evitar la liberación de semillas maduras de las malezas y su proliferación. El material vegetal cortado se debe incorporar a la zona de coronas para cumplir funciones de coberturas y aportes de materia

orgánica al suelo. Este tipo de control se realiza con desbrozadoras de operación manual, segadoras acopladas a tractores fruteros o motocultores, dependiendo del área de los huertos. Además, luego de los rebajes de malezas, se podrían hacer siembras controladas de especies poáceas-papilionáceas, como avena-vicia, que a inicios de floración deben ser cortadas e incorporadas a las coronas para mejorar la estructura, retención de agua, incremento de materia orgánica y otras mejoras en el suelo.

# 7

---



## Capítulo séptimo

### Manejo de la producción forzada en chirimoya

#### Antecedentes

El chirimoyo es una planta perenne, tiene un ciclo de desarrollo fisiológico caracterizado por etapas continuas de: crecimiento – madurez – reposo – crecimiento, similar a los árboles de hoja caduca (Cautín y Agustín, 2005). El período de reposo o latencia de las yemas está controlado por factores externos ambientales y de manejo (ecodormancia) y presencia de hojas (paradormancia) (Lang *et al.*, 1987).

Se conoce que la chirimoya en Ecuador registra el inicio del período de reposo durante la cosecha en los meses de verano (junio-agosto). En la planta se producen cambios en su metabolismo, reduciendo el crecimiento vegetativo, provocando la senescencia y caída parcial de las hojas (Figura 74), así como la incentivación de la maduración de yemas y tejidos debido a las mayores temperaturas y estrés hídrico (Viteri *et al.*, 2005).

**Figura 74.** Defoliación natural parcial



Fuente: Viteri *et al.* (2005).

La brotación de flores es más uniforme en ramillas de bajo vigor, mientras que en los brotes vigorosos la respuesta es vegetativa; sin embargo, registra un menor número de brotaciones (Universidad Católica de Valparaíso, 1999). La chirimoya produce una gran cantidad de flores en períodos amplios; sin embargo, los frutos y cuajado son limitados debido a las características fisiológicas de la flor. La presencia de frutos, flores y hojas en distintos estados de crecimiento pueden llegar a provocar desorganización y dificultades para mantener un manejo correcto y eficiente de la chirimoya (Viteri *et al.*, 2005) (Figura 75).

**Figura 75.** Planta desorganizada en emisión de flores y frutos



Fuente: Viteri *et al.* (2005).

En estudios realizados por el Programa de Fruticultura para determinar, mediante cortes histológicos, el momento de la diferenciación y formación de yemas florales, se concluyó que luego de cinco meses de aplicado el defoliante, las yemas de los nuevos brotes presentaron flores completamente formadas (Gualoto, 2008). Esto determina que las nuevas yemas están aptas para ser manipuladas dos meses antes de terminar la cosecha; así, se puede actuar mediante diferentes prácticas culturales y químicas sobre el período de dormancia o reposo, para reducirlo y obtener cosechas fuera de época; además, se podrían tener cosechas en menor tiempo, si se emplean variedades precoces.

### **Características fisiológicas generales para producción forzada**

La inducción floral de los meristemos vegetativos iniciales ocurre a través de un estímulo hormonal en que se programan para ser flores (Díaz, 1989). Posteriormente, se produce una serie de cambios que conducen a la inducción floral y a la aparición de los primordios florales (Buban y Faust, 1982).

La inducción floral es dada por el valor de la relación C/N en el árbol. Si es moderadamente alta, se origina la inducción floral; por el contrario, si es baja, favorecerá el crecimiento vegetativo de la planta. También, se vincula con la formación de las yemas de la flor a un difícil contenido hormonal interno de la propia yema. Sobre este equilibrio ya sea en conjunto o individualmente, se ven influenciados los factores nutricionales, ambientales, genéticos y fisiológicos (Fernández, 2004; Huayllani, 2011).

El proceso de formación de botones florales en árboles adultos pasa por tres etapas: inducción, iniciación y diferenciación floral (Ríos, 1993). En los valles subtropicales, el período de reposo de las yemas está controlado por factores genéticos (cultivares) y ambientales (ecodormancia y paradormancia). Cuando las temperaturas no son lo suficientemente frías, las yemas no tienen una latencia profunda (endodormancia) y las hojas no caen, lo que inhibe la brotación de las yemas (Lang *et al.*, 1987; Díaz *et al.*, 1987).

El ácido abscísico es la hormona que juega un papel crucial en el establecimiento y mantenimiento de la latencia (Soppe y Bentrink, 2016; Koutinas *et al.*, 2010) porque inhibe ciertos tipos de ácidos ribonucleicos (ARN), que regulan la formación de proteínas necesarias para el crecimiento (Saure, 1985).

En los valles subtropicales de Ecuador, el período de descanso natural de la chirimoya se produce debido al estrés hídrico y las altas temperaturas, se reduce el crecimiento vegetativo de la planta, favoreciendo la maduración de tejidos y yemas y, luego de la caída de hojas, la floración (Viteri *et al.*, 1999). Este comportamiento se observa en árboles que comienzan la floración después de un período de sequía; es decir, requieren de un estrés hídrico. Entonces, actúan de manera similar a los cítricos en el trópico de acuerdo con lo expuesto por Rebolledo (2012) al estudiar esta especie; por lo tanto, la diferenciación floral en chirimoya estaría determinada por estrés hídrico y no térmico. Para iniciar el nuevo ciclo, los árboles necesitan acumular reservas como carbohidratos, compuestos de nitrógeno y fósforo, grasas y azúcares (Fischer, 1993).

Para iniciar la floración, los botones florales pasan por una serie de etapas de desarrollo y se diferencian completamente cuando el botón se hincha, lo que ocurre poco antes de la brotación (Ríos, 1993). El peciolo de la hoja es hueco, lo que oculta y protege las yemas que brotarán y luego florecerán. Para ello, las hojas deben caer o ser removidas por completo (Gardiazábal y Rosenberg, 1986).

Para incentivar la floración de las plantas, es necesario incorporar varias prácticas agronómicas, como el uso de defoliantes e inductores de brotación, que aceleran la caída de hojas y la brotación de yemas (Casierra *et al.*, 2008). Estudios de inductores de defoliación y brotación realizados en atemoya (*Annona cherimola* Mill. X *Annona squamosa* L.) (George y Nissen, 1987; Olesen y Muldoon, 2012) y en chirimoya (Viteri *et al.*, 1999; Razeto y Díaz, 2000) concluyeron que la defoliación de árboles, ya sea manual o químicamente, adelanta la floración y la cosecha de frutos (Vásquez *et al.*, 2022; Erez, 1985; Díaz *et al.*, 1987).

El chirimoyo en verano se encuentra influenciado por diferentes factores, como la sequía y las altas temperaturas, además de duras condiciones fisiológicas. Es por eso por lo que las hojas se van desprendiendo de las ramas y se produce una desuniformidad parcial y las yemas tienen poca brotación; así también, los frutos se ven afectados ya que el tiempo de maduración se alarga y todo esto dificulta las labores culturales, como el control de mosca de la fruta y polinización artificial. Se recomienda aplicar un defoliante inductor (Kelatex Cobre al 1 %) 45 días posterior a la cosecha de los frutos; también ayudará a una defoliación en 14 días y las yemas empezarán a brotar después de 21 días. Todo esto promueve la floración y el crecimiento de las chirimoyas de buena calidad; además, el tiempo de cosecha se reduce, así como el reposo del chirimoyo (Vásquez *et al.*, 2022).

### Funcionamiento fenológico de la chirimoya

El chirimoyo es una planta perenne que tiene dos periodos: vegetativo y reproductivo; además del de reposo invernal (Huayllani, 2011). Las etapas fenológicas son influenciadas por la variedad plantada, condiciones ambientales y el manejo del cultivo. A continuación, se presenta el comportamiento fenológico del chirimoyo en una zona productiva (Tumbaco, 2 348 m de altura, 17 °C temperatura promedio, 800 mm de precipitación, 75 % humedad relativa):

<b>Brotación</b>	septiembre
<b>Floración</b>	septiembre – noviembre
<b>Crecimiento y desarrollo</b>	septiembre – abril
<b>Cosecha</b>	marzo – mayo
<b>Dormancia o reposo</b>	mayo – agosto
<b>Caída de hojas</b>	julio – agosto

## Problemática de la producción y brotación

### Problemática de la producción

El comportamiento fenológico de la chirimoya tiene como consecuencia varios problemas que afectan directa e indirectamente a los consumidores, comercializadores y productores.

- Ciclo de producción muy largo: 12 meses, de septiembre a agosto.
- Concentración de la producción de febrero a mayo.
- Bajos precios de la chirimoya debido a la sobreoferta.
- Los árboles de chirimoya pasan alrededor de ocho meses sin cosecha, entre junio y enero.
- La escasez de fruta durante algunos meses ha generado la necesidad de importar la fruta de origen peruano y pulpa de origen chileno.
- Se genera un aumento en los precios de la chirimoya al consumidor e intermediario en los meses de baja producción.
- Los precios altos y la reducida oferta de la chirimoya logran afectar la competitividad debido a que los consumidores optan por comprar frutas de temporada a precios bajos y volúmenes grandes.

### Problemática de la brotación

Las plantaciones de chirimoya se caracterizan por tener árboles con desorganización y desuniformidad en el desarrollo y emisión de los órganos, así:

- La chirimoya posee una defoliación natural desuniforme y reducida, generando la presencia de hojas viejas, intermedias y jóvenes.
- La brotación de yemas florales y vegetativas es desuniforme; ocurre en tres meses.
- Existen porcentajes bajos de yemas brotadas (Figura 76).
- Existe una disminución del potencial productivo.
- Los frutos que se forman tienen variaciones importantes en edad y tamaño.
- Se observan afectaciones en la calidad de frutos debido a competencia.
- Existen problemas en el manejo del huerto: cosecha, controles fitosanitarios y enfundado sobre todo para el control de mosca de la fruta.

**Figura 76.** Rama con escasa brotación de yemas



Fuente: Viteri *et al.* (2005).

## Manejo de la producción forzada

### Concepción

Si se conoce la fisiología de la planta, existe la posibilidad de manipularla mediante la aplicación y manejo de prácticas químicas y culturales para alterar y mejorar los eventos fisiológicos naturales.

### Manipulación del reposo o dormancia (ecodormancia y paradormancia)

Se conoce que el tiempo improductivo en la chirimoya (periodo de reposo o dormancia) corresponde aproximadamente de tres a cuatro meses, cuando es necesaria la intervención para retrasar o acelerar todos los procesos de brotación, floración y producción. Debido a esto, se describe un manejo basado en investigaciones relacionadas que se mencionan a continuación (Vásquez *et al.*, 2022).

- **Prácticas culturales:** Riego, fertilización, controles fitosanitarios, poda.
- **Productos químicos comerciales:** Defoliantes (Kelatex cobre 1 – 2 %) e inductores de brotación (Dormex 0.5 – 1 %).

### Para acelerar el proceso

- Reducir volumen y frecuencia de agua de riego a partir de la cosecha.

- No colocar estiércoles o fertilizantes, en especial nitrogenados, para la diferenciación floral.
- Utilizar defoliantes e inductores de brotación que generen uniformización e incremento de los porcentajes de defoliación y brotación.
- Podar para incentivar la brotación.

### Para retardar el proceso

- Es importante que durante y después de la cosecha se mantenga el volumen y frecuencia de agua de riego.
- Se necesita aplicar fertilizantes nitrogenados previo, durante y después de la cosecha.
- Con el fin de evitar ataques de enfermedades foliares y la caída de hojas, es necesario realizar los controles fitosanitarios.
- Utilizar defoliantes e inductores de brotación con el fin de uniformizar la defoliación y brotación.
- Podar después del inicio de la brotación.

### Empleo de cultivares precoces

Para mantener un manejo de la producción forzada, es necesario identificar todos los cultivares que sean precoces, que mantengan ciclos de desarrollo y dormancia cortos, con el fin de obtener cosechas en el menor tiempo posible, procurando dos por año. Se realizó una investigación en INIAP acerca de la fenología de cinco cultivares de chirimoya; se observaron diferencias en ciclos de flor a cosecha, que oscilaron entre 7 y 8 meses de duración (Herrera, 2006).

**Tabla 32.** Duración del período de flor a cosecha en cinco cultivares de chirimoya

Variedades seleccionadas	Flor cosecha (d)	Flor a cosecha (mes)
MAG - Tumbaco T61	210	7.00
Fabulosa	217	7.00
San José de Minas	221	7.5
Loja	225	7.5
Paute	230	8.00

Fuente: Herrera (2006).

### Condiciones ambientales para manipulación de las plantas

Con el fin de lograr una manipulación óptima en la etapa de reposo, obtener una rápida y mayor diferenciación de yemas florales y acortar los periodos fenológicos de la planta, se requieren climas cálidos y secos con precipitaciones bajas (< 500 mm) o medias (< 800 mm), temperaturas de alrededor de 17 a 20 °C, localizadas entre 2 000-2 400 m. Las bajas y altas temperaturas y precipitaciones dificultan y alargan la maduración de los órganos de las plantas; esto da lugar a baja eficiencia de los productos y prácticas culturales. En condiciones favorables, es posible intervenir con mayor facilidad logrando programar o desfasar la cosecha de la chirimoya, manipulando el periodo de dormancia, inicio de floración y producción (Viteri *et al.*, 1999).

El deshoje en poda durante el receso vegetativo provoca una floración temprana debido a que se da origen a los brotes y flores, por lo cual, los brotes de la temporada se diferencian de las yemas florales muy tempranas. Sin embargo, es posible descartar la diferenciación del deshoje y corte en donde se obliga a brotar de manera temprana a la yema (Guerrero, 2012).

### Resultados de investigación

#### Defoliación e inducción de la brotación

A continuación, se exponen los resultados del efecto de la aplicación de tratamientos (defoliantes) y el efecto complementario del Dormex con el fin de generar una mejora de los porcentajes de brotación en dos genotipos de chirimoya y los costos por hectárea de los tratamientos estudiados (Guacán, 2010). En la Tabla 33 se presentan los resultados del genotipo San José de Minas.

**Tabla 33.** Promedios de tres variables agronómicas y costos de los defoliantes e inductores de brotación en el genotipo San José de Minas-M1

Tratamientos	Defoliación (%) 14 d	Brotación (%) 28 d	Yemas brotadas (%) 35 d		Costos USD/ha
			Vegetativa	Flor mixta	
Testigo absoluto	6	37	12	36	52
Sulfato zinc 8 %	37	58	12	42	46
Sulfato zinc 8 % + Dormex 0.5 % *		81	15	32	53
Sulfato zinc 6 %	37	71	16	47	37
Sulfato zinc 6 % + Dormex 0.5 % *		78	8	47	45
Kelatex Cu 2 %	67	57	13	40	47
Kelatex Cu 2 % + Dormex 0.5 % *		74	9	43	48
Kelatex Cu 1 %	85	69	14	47	39
Kelatex Cu 1 % + Dormex 0.5 % *		71	11	49	39
Dormex 1.5 %	78	71	12	51	38
Dormex 1.5 % + Dormex 0.5 %*		77	3	43	54
Dormex 1 %	47	58	18	40	42
Dormex 1 % + Dormex 0.5 % *		73	18	30	52

\*Los tratamientos con numeración par no presentan datos de defoliación a los 14 días, ya que se consideraron para la aplicación de inductores de brotación en forma complementaria.

\*La aplicación complementaria de Dormex al 0.5 % se realizó 15 días después de la de los defoliantes.

Fuente: Guacán (2010).

Analizando la Tabla 33, se observa que en el genotipo San José de Minas, Kelatex Cu al 1 % presentó a los 14 días la mayor defoliación, con un 85 % de defoliación; mientras tanto, el testigo tuvo una menor defoliación (6 %). En cuanto a la brotación, el testigo absoluto obtuvo la menor brotación, con un 37 %, mientras que el tratamiento con sulfato de zinc al 8 % con aplicación complementaria de Dormex al 0.5 % obtuvo un 81 % de brotación a los 28 días.

El tratamiento Dormex al 1 % en una sola aplicación y con una complementaria obtuvo un 18 % de yemas vegetativas brotadas; en cuanto a yemas florales, fue el Dormex al 1.5 % con un 51 %, que complementado con Dormex incentivó mayor brotación de yemas mixtas con 54 %.

En la Tabla 34 se presentan los resultados del genotipo MAG Tumbaco evaluado en la Granja Tumbaco del INIAP.

**Tabla 34.** Promedios de tres variables agronómicas y costos de los tratamientos del genotipo MAG Tumbaco-T61

Tratamiento	Defoliación (%) 14 d	Brotación (%) 28 d	Yema brotada (%) 35 d		Costos USD/ha
			Vegetativa	Flor mixta	
Testigo absoluto	44	52	40	36	24
Sulfato zinc 8 %	49	66	35	30	35
Sulfato zinc 8 % + Dormex 0.5 % *		63	34	31	35
Sulfato zinc 6 %	48	55	28	43	30
Sulfato zinc 6 % + Dormex 0.5 % *		74	39	36	25
Kelatex Cu 2 %	81	65	29	40	31
Kelatex Cu 2 % + Dormex 0.5 % *		61	30	42	28
Kelatex Cu 1 %	83	72	44	37	19
Kelatex Cu 1 % + Dormex 0.5 % *		67	39	33	28
Dormex 1.5 %	52	72	37	37	27
Dormex 1.5 % + Dormex 0.5 %*		76	38	33	29
Dormex 1 %	69	70	32	40	28
Dormex 1 % + Dormex 0.5 % *		70	37	36	28

\*Para los tratamientos con numeración par no se presentan datos de defoliación a los 14 días, ya que se consideraron para la aplicación de inductores de brotación en forma complementaria.

\*La aplicación complementaria de Dormex al 0.5 % se realizó 15 días después de la de los defoliantes.

Fuente: Guacán (2010).

Tras analizar la Tabla 34, se pudo observar que el genotipo MAG Tumbaco, Kelatex Cu al 1 % presentó un 83 % de defoliación a los 14 días; mientras tanto, el testigo alcanzó un 44 % de defoliación. En cuanto a la brotación, el testigo absoluto obtuvo un 52 %, mientras que el tratamiento Dormex al 1.5 % con aplicación complementaria, un 76 % a los 28 días.

Kelatex Cu al 1 % presentó un 44 % de yemas vegetativas brotadas. El sulfato de zinc al 6 % obtuvo un 43 % de yemas florales; el sulfato de zinc al 8 % con aplicación complementaria solo obtuvo un 35 % de yemas mixtas.

**Figura 77.** A. Inducción y brotación uniforme. B. Floración y brotación equilibradas



Fuente: Viteri *et al.* (2005).

### Producción de fruta fuera de época

**Tabla 35.** Desfasamiento de la producción para la obtención de fruta fuera de época (Tumbaco- INIAP)

Manipulación	Lote 1	Lote 2
Defoliación	5 de octubre, 2010	20 de noviembre, 2010
Inicio de floración	15 de octubre, 2010	3 de diciembre, 2010
Inicio de cosecha	20 de mayo, 2011	10 de julio, 2011
Final de cosecha	5 de julio, 2011	30 de agosto, 2011

Fuente: Viteri y Vásquez (2011).

Gracias a la manipulación del reposo o dormancia en la Granja Tumbaco del INIAP, se pudo desfasar al lote principal en dos sublotes (Figura 78), los cuales fueron cosechados en distintos meses. El lote 2 generó frutos desde mediados de julio hasta finales de agosto, mientras que el lote 1 produjo fruta a mediados de mayo e inicios de julio. Se ha logrado desconcentrar la producción de las épocas de oferta de la chirimoya (febrero a mayo), y obtener fruta en meses de precios altos, cuando es escasa.

**Figura 78.** Lotes por defoliarse y defoliados desfasados



Fuente: Viteri *et al.* (2005).

### Conclusiones

- Los genotipos tienen una respuesta distinta en cuanto a la brotación y defoliación.
- Generalmente, los tratamientos lograron mejorar los porcentajes de brotación y defoliación con respecto al testigo.
- Los inductores y defoliantes logran acelerar y uniformizar los procesos fisiológicos de la chirimoya.
- Kelatex Cu al 1 % es un tratamiento económico que presenta porcentajes altos de brotación y defoliación.
- Dormex 1.5 % con aplicación complementaria de Dormex al 0.5 % y sulfato de zinc al 8 % logran incentivar una mayor brotación; sin embargo, son costosos.

- Mediante el manejo de la fase de reposo de la chirimoya, es posible retrasar o adelantar la floración y brotación de las plantas, obteniendo cosechas desfasadas y fuera de la época de producción normal.
- Varios estudios han logrado demostrar que en las interrupciones de la latencia actúan factores internos, como las hormonas de crecimiento, tales como giberelinas.

### Recomendaciones para aplicación del defoliante e inductor de brotación

Se recomienda la aplicación de inductor cuando:

- el 70 % de yemas terminales se encuentre en dormancia (sin hojas en crecimiento) (Figura 79).
- el 30 % de hojas presente tintes amarillentos e inicien la caída natural.
- los tejidos de las ramas estén lignificados (café a plomizo).
- las yemas presenten coloración café.
- Se recomienda la aplicación de Kelatex Cobre 1 %, con el fin de mejorar la defoliación y brotación; es opcional la aplicación complementaria de Dormex a una dosis del 0.75 % (750 ml/100 litros de agua).

**Figura 79.** Brotes foliares. A: Yema terminal dormancia. B: Hojas viejas amarillentas. C: Yemas cafés maduras



Fuente: Viteri et al. (2005).



# 8

---



## Capítulo octavo

### Fruticultura moderna: manejo de plantaciones de alta densidad

#### Generalidades

El hábito natural de crecimiento de los árboles de chirimoya es semierecto. La falta de intervención en poda y un sistema de conducción da lugar a la formación de plantas de gran altura y diámetro, producto de la emisión de ramas largas y erectas que tienen una alta dominancia apical; esto provoca que las partes medias y bajas de las ramas permanezcan con escasa ramificación, hojas y frutos, lo que se agudiza con el tiempo por la limitada entrada de luz a esas áreas del árbol. Frente a ello, los productores han establecido plantaciones con amplias distancias entre plantas, obteniendo una baja densidad o reducido número de plantas por área de plantación (inferior a 200 plantas/ha); esto influye en la baja competitividad del cultivo frente a otros frutales de la Sierra —como tomate de árbol, mora y granadilla, entre otros—, ya que estos se cultivan en medianas y altas densidades y son más rentables para el productor (Viteri y Vásquez, 2011; Encalada, 2011).

#### Factores que influyen en la densidad de plantación

Según Cautín (2007, p. 10), para decidir la densidad de plantación en chirimoyo, es necesario considerar varios factores: el hábito de crecimiento, el vigor de la variedad o cultivar, el tipo de suelo, el sistema de poda y conducción a implementar y, desde luego, la intensidad de cultivo.

La generación e implementación de tecnología en el cultivo ha dado lugar a la formación de nuevos

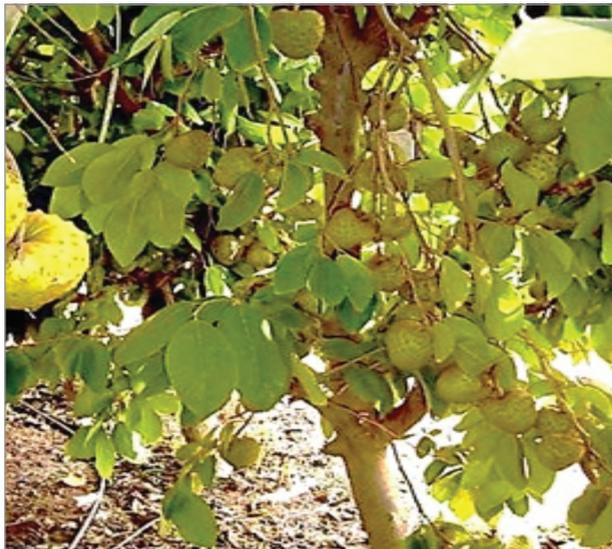
huertos comerciales con densidades medias de plantación (400-700 plantas/ha). Así, países como Chile, España, Portugal y Estados Unidos han logrado el incremento de la producción; esto ha despertado el interés para continuar con la investigación e implementación de huertos de alta densidad en función del empleo de sistemas de conducción y podas (Cautín, 2007).

Chile ha sido el pionero en implementar huertos de alta densidad. En la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso se inició un proyecto de investigación para evaluar el comportamiento del chirimoyo bajo diferentes densidades y sistemas de conducción en 1985. Se iniciaron los trabajos en conducción para huertos en muy alta densidad con rango entre 750 y 2 500 plantas por hectárea, los cuales han sufrido muchas modificaciones. El objetivo era llevarlos a una condición comercial de producción basada en el conocimiento y seguimiento de la capacidad reproductiva de la madera, sin afectar parámetros como la cosecha de luz, alteraciones en la fructificación de las yemas, agotamiento excesivo de nutrientes. Se realizaron evaluaciones físico-químicas de los frutos con miras a homogeneizar al máximo la calidad, factor determinante en la vida de postcosecha (Cautín, 2007; Cautín y Razeto, 1999).

Según Cautín (2007), los sistemas de conducción que se emplean en este cultivo han sido: el vaso abierto o copa, el sistema en eje central y algunas variaciones de este último —como el eje irregular—. Actualmente, se ha implementado con la alta

densidad el denominado “sistema en eje”, el cual se define como un sistema piramidal de baja altura en el que el eje central es rebajado anualmente a un lateral semierecto de poco vigor. En este se mantienen las ramas laterales bastante cercanas a la horizontal distribuidas en espiral a lo largo del eje; es necesario que se utilice sujeción a un poste o alambre —tal como muestra la (Figura 80) —. En este sistema se utiliza poda de formación constante (Figura 81) (Dellinger *et al.*, 2012).

**Figura 80.** Poda de formación



Fuente: Cautín (2007).

**Figura 81.** Formación en “spindle”



Fuente: Cautín (2007).

## Resultados en el manejo de la alta densidad y sistemas de conducción

### Experiencia chilena

A continuación, se presentan el manejo y los resultados obtenidos por la Universidad Católica de Valparaíso, a través de investigaciones lideradas por Cautín (2007) sobre la implementación de huertos de alta densidad y sistemas de conducción.

En primer lugar, el sistema de conducción en vaso se caracteriza por presentar de tres a cuatro ramas madres insertadas en el tronco a partir de 50 cm de altura, orientando mediante ortofitia a los brotes durante la primera estación de crecimiento en distintas direcciones para abarcar todo el espacio. A partir de ellas, se generan idealmente a distancia regular ramas denominadas secundarias. Con el tiempo, estas se traducen en un juego complementario de ramas madres, sobre las cuales crecen ramas de tercer, cuarto y hasta quinto orden, donde se da la producción. Se trata de mantener la planta a una altura no mayor a 2.5 m, y facilitar el manejo como polinización, control de insectos, poda y cosecha (Cautín, 2007).

En segundo lugar, el sistema de conducción en eje piramidal o su modificación de eje irregular se presenta como árboles compuestos de verticilos o pisos en altura. Tienen tres a cuatro ramas madres, que se insertan con ángulos de 45° en el tallo principal, generándose en altura una pirámide debido al menor largo de las ramas madres del segundo o tercer piso. El primer verticilo o piso se desarrolla a una altura de 50 cm del tronco como mínimo, ya que el peso de las producciones, muchas veces, lleva a las plantas a caer y entrar en contacto con el suelo, factor predisponente al ataque de plagas. Las ramas madres pueden presentar brotes secundarios y sobre ellos, desarrollarse la madera de producción o bien, como es el caso de los pisos en altura, directamente sobre ellas. La conducción en eje presenta algunos inconvenientes, como la inutilidad en cuanto a la producción que presenta el verticilo superior. Esto se debe a la eficiencia en polinización que se desarrolla, la cual es baja. Se ha observado su utilidad como un mecanismo

de sombreado y protección en aquellos veranos con mucho calor y en inviernos con algunas heladas suaves (Cautín, 2007).

De acuerdo con estudios realizados en composición de la madera que presentan los distintos sistemas de conducción, la copa o vaso tiene algunas respuestas propias, generadas especialmente por los ángulos que presenta la estructura. Esto se traduce en situaciones de alta disponibilidad de nutrientes, en especial nitrógeno, que induce un desarrollo vegetativo muy exagerado, que “cierra” la copa y complica la fructificación de la planta. Asimismo, no se debe dejar de tomar en cuenta la condición múltiple de los meristemos contenidos en las yemas, que pueden desarrollar más de un brote. Esta es la clave para obtener “regulación” del vigor potencial que puede desarrollar la madera de esta especie; es fundamental para trabajar en alta densidad a una planta que por naturaleza está destinada a crecer (Cautín, 2007).

En la medida que la vegetación tenga un vigor controlado o más débil, se obtendrá una direccionalidad correcta de madera hacia la producción de frutos. Esto es lo esencial en los cultivos de alta densidad, en donde se debe alcanzar una fructificación temprana y antagónica al crecimiento vegetativo improductivo (Cautín, 2007).

Cuando se analiza la composición de madera, respecto del vigor que desarrollan los árboles conducidos en eje, estos se distribuyen mejor en categorías de vigor intermedia. Se parecen mucho a la composición que se presenta en árboles sin conducción o en condiciones naturales de crecimiento. Este aspecto es de gran importancia sobre la dirección que debe llevar la poda de producción en esta especie (Cautín, 2008).

De acuerdo con la fisiología del chirimoyo y condiciones ambientales de las áreas de producción de Chile, se presentan los criterios para la formación de plantas de chirimoyo bajo sistemas de alta densidad:

- Cualquiera que sea el sistema de conducción a emplear, el avance por año de las estructuras fundamentales debe hacerse podando a corta distancia por año. De esta forma se

irá “llenando” la estructura de crecimientos laterales a corta distancia uno de otro y que producirán la madera que dará frutos. La dominancia apical, tan marcada en esta especie, genera plantas con ramas largas y “vacías”.

- Mientras más llena de brotes laterales esté la madera estructural, hay más posibilidad de concentrar la producción en corta distancia.
- Las ramillas que se producen sobre la madera de estructura deben ser seleccionadas y destinadas a la producción de más ramillas, rebajándolas fuertemente.
- El chirimoyo produce más de un brote por yema. Esta propiedad permite obtener mucha madera en corta distancia.
- El crecimiento simultáneo de brotes a partir de una yema permite el “autocontrol” del vigor, destinándose toda la madera hacia la producción de frutos.
- Los crecimientos generados a partir de un punto de fructificación o productor de ramillas se deben reciclar cada dos temporadas. Se debe disponer de un porcentaje de los puntos en descanso productivo, mientras otros lo están haciendo.
- El reciclaje comprende el rebaje del punto a pocas yemas y comenzar nuevamente la producción de yemas.
- La madera que los puntos de producción de ramillas entregan debe estar en las categorías débiles y semivigorosas.
- Si un punto genera ramillas vigorosas, se puede rebajar durante la misma temporada de emisión para, sobre sus yemas basales, producir madera más débil y fructífera.

Siguiendo estos principios, es posible implementar y manejar un sistema en alta densidad para plantación de chirimoyo. Se aprecia una serie de ventajas sobre el microambiente al interior de las plantas que viabiliza por más tiempo a las partes florales. Esto genera una mayor rentabilidad mediante la reducción de costos de operación y se aumenta la producción.

En la Tabla 36, se aprecia la comparación del cultivo en alta densidad (2 500 pl/ha) versus densidad media (416 pl/ha). Para el cultivo en alta densidad, existen opciones como la generación de un túnel, aumentándose la humedad relativa y situaciones intermedias, sin túnel en alta densidad y túnel más despeje para reiluminar el huerto.

**Tabla 36.** Productividad (ton/ha) de las densidades de plantación y sistemas de conducción

	Distancias (m)	Producción (Tn/ha)
Sistema de conducción	4 x 1 Túnel	63 c
	4 x1 Luz	49 ab
	4 x 1 Túnel - Luz	54 b
	6 x 4 Tradicional	41.1 a

Fuente: Cautín (2008).

Las ventajas en estos sistemas se relacionan con los siguientes aspectos:

1. Las plantas de chirimoya se auto soportan; este factor es relevante debido a la debilidad de su madera.
2. El comportamiento fisiológico de la planta no presenta problemas si las tasas de iluminación se ven reducidas (radiación fotosintéticamente activa) por efecto de la mayor densidad de plantas. Su naturaleza le permite responder con eficiencia en bajos tenores de iluminación respecto de otras especies.
3. El menor tamaño de las plantas favorece el acceso para la ejecución de las labores culturales, especialmente en lo que respecta a polinización y poda.

### Experiencia ecuatoriana

En vista de los resultados promisorios alcanzados en Chile con la implementación de sistemas de alta y media densidad y el potencial de la chirimoya en nuestro país, el Programa de Fruticultura de la Estación Experimental del Austro inició en

2008 las primeras experiencias para la producción de este frutal en parcelas de mediana densidad (400-600 plantas/ha) y alta densidad (1250-2500 plantas/ha). Así, se innovaron de manera radical las densidades de plantación tradicionales de menos de 200 plantas/ha (Cautín, 2008).

Los sistemas de conducción empleados fueron los de vaso, con tres a cuatro ramas principales, sin eje principal, y en huso o pirámide. En él se mantiene el eje central, bajo el cual se van generando ramas en pisos a niveles, tal como muestra la Figura 82.

**Figura 82.** Conducción en vaso



Fuente: INIAP (2023).

En los dos sistemas de conducción empleados fue necesario mejorar los ángulos de apertura de las ramas principales (Figura 83), desde el inicio de la formación, para evitar los ángulos cerrados, que es una característica en esta especie.

**Figura 83.** Apertura de ramas



Fuente: INIAP (2023).

**Figura 84.** Colocación de peso en ramas



Fuente: INIAP (2023).

Una vez que ha terminado el ciclo de crecimiento de las ramas principales, las plantas se defolian y se aplica peso en las ramas (Figura 84). Para ello, se emplean piedras o las soportan con paja plástica y estacas, con el fin de abrirlas horizontalmente y estimular la brotación de las yemas bajas (Figura 85) y medias, que darán lugar a las ramas secundarias (Figura 86).

**Figura 85.** Brotación de yemas bajas



Fuente: INIAP (2023).

**Figura 86.** Brotación de ramas secundarias



Fuente: INIAP (2023).

Luego de la formación de las ramas secundarias, se hace una poda corta a fin de generar ramas de producción e incluso flores. Esto permitirá obtener fruta de manera precoz. De acuerdo con lo señalado por Encalada (2011), el Programa de Fruticultura de la Estación Experimental del Austro evaluó parcelas de chirimoya establecidas a cuatro densidades de plantación: 4 x 1 m (2 500 p/ha), 4 x 2 m (1 250 p/ha), 4 x 4 m (625 p/ha), y 6 x 4 (417 p/ha). Los resultados que se presentan corresponden a plantas de tres años.

La producción obtenida en el distanciamiento de 4 x 1 m, que se presenta en la Tabla 35 permite observar plantas con rendimientos variables de 1.71 kg/planta hasta 16.34 kg/planta, y promedios generales de 4.70 kg/planta. Esto representa de manera experimental rendimientos por hectárea de 4 292.5; 40 850.00 y 11 741.7 kg, respectivamente. El número de frutos/planta varió de 6 a 33, con promedios de 12 frutos; de igual manera, el peso promedio de los frutos/planta osciló entre 247 a 590 g, con promedios generales de 378 g.

En el distanciamiento de 4 x 2 m (Tabla 38), los rendimientos/planta presentaron un rango entre 3.61 y 14.12 kg, y 6.90 kg de promedio general.

Estas producciones representan pesos de 4512.5; 17653.8 y 8630.3 kg/ha, respectivamente. El número de frutos obtenidos por planta osciló entre 6 y 23, con promedio de 12 frutos/planta. El peso promedio del fruto/planta varió de 466 a 797 g, con frutos de peso promedio general de 580 g.

Al comparar los dos distanciamientos, se observó que la densidad con mayor número de plantas por hectárea presentó mayores rendimientos que la menor densidad, mientras que esta última obtuvo más altos promedios en cuanto a kg/planta y peso de la fruta. En cuanto al número de frutos/planta, los dos distanciamientos presentan similar promedio.

**Tabla 37.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x 1 m (2 500 p/ha)

Alta densidad 4 m x 1 m (2 500 plantas/ha)				
Plantas de 3 años				
	Frutos por planta (n)	Peso frutos (kg/planta)	Peso fruto (kg)	Rendimiento (kg/ha)
SUMA	289	112.72	9.08	281 800
MEDIA	12	4.69	0.37	11 741
MAX	33	16.34	0.59	40 850
MIN	6	1.71	0.24	4 292

Fuente: INIAP (2011).

**Tabla 38.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x 2 m (1 250 p/ha)

Alta densidad 4 m x 2 m (1 250 plantas/ha)				
Plantas de 3 años				
	Frutos por planta (n)	Peso de frutos (kg/planta)	Peso del fruto (kg)	Rendimiento (kg/ha)
SUMA	123	69.04	5.79	86 302.5
MEDIA	12	6.90	0.58	8 630.3
MAX	23	14.12	0.79	17 653.8
MIN	6	3.61	0.46	4 512.5

Fuente: INIAP (2019).

La producción en el distanciamiento de 4 x 4 m, que se presenta en la Tabla 39 permite observar plantas con rendimientos variables de 3.39 kg/planta hasta 16.17 kg/planta, y promedios generales de 7.71 kg/planta. Esto representa rendimientos por hectárea de 2117.5; 10 108.8 y 4821.4 kg, respectivamente. El número de frutos/planta varió de 7 a 45, con promedios de 18 frutos; de igual manera, el peso promedio de los frutos/planta osciló de 341 a 579 g, con promedios generales de 463 g.

En el distanciamiento de 4 x 6 m (Tabla 40), los rendimientos/planta presentaron un rango entre 4.65 y 12.45 kg, y 6.67 kg de promedio general.

Estas producciones representan pesos de 1 939; 5 194 y 2 782.85 kg/ha respectivamente. El número de frutos obtenidos por planta osciló entre 6 y 21, con promedio de 13 frutos/planta. El peso promedio del fruto/planta varió de 364 a 775 g, con frutos de peso promedio general de 529 g.

Al comparar los dos distanciamientos, se observó que la densidad con mayor número de plantas por hectárea presentó más altos rendimientos por planta y por hectárea; asimismo, mayor número de frutos/planta que la densidad con mejor número de plantas por hectárea. Esta última obtuvo más altos promedios en cuanto al peso de la fruta.

**Tabla 39.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en densidad media 4 x 4 m (625 p/ha)

Densidad media 4 m x 4 m (625 plantas/ha)				
Plantas de 3 años				
	Número de frutos por planta	Peso de frutos (kg/planta)	Peso del fruto (kg)	Rendimiento (kg/ha)
SUMA	148	68.7	4.73	4 2926
MEDIA	18	7.71	0.46	4 821
MAX	45	16.1	0.57	10 108
MIN	7	3.4	0.28	2 117

Fuente: INIAP (2011).

**Tabla 40.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en baja densidad 4 x 6 m (417 p/ha)

Baja densidad 4 m x 6 m (417 plantas/ha)				
Plantas de 3 años				
	Frutos por planta (n)	Peso de fruto (kg/planta)	Peso del fruto (kg)	Rendimiento (kg/ha)
SUMA	59	27.59	2.58	11 503
MEDIA	13	6.67	0.52	2 782
MAX	21	12.45	0.77	5 194
MIN	6	4.64	0.36	1 939

Fuente: INIAP (2011).

### Comparación de las densidades

Como resultado de esta investigación, se logró determinar que la alta densidad de plantación (2 500 plantas/ha) obtuvo menor rendimiento por planta y menor tamaño en la fruta; sin embargo, esta densidad presentó el mayor rendimiento por hectárea y la fruta, el mayor porcentaje de sólidos solubles.

Las menores densidades (625 y 1 250 plantas/ha) lograron duplicar el rendimiento por planta obtenido en la alta densidad, alcanzando el mayor porcentaje de la fruta cosechada en las mejores categorías (extra y súper extra). Esto generó un aspecto positivo, ya que, generalmente, la fruta comercializada en los sitios locales pesa alrededor de 400 y 500 g. Los frutos con un mayor peso fueron obtenidos en la menor densidad de plantación; de igual manera, se obtuvo un porcentaje mínimo de frutos de las menores categorías (segunda y tercera). De los resultados obtenidos, en las plantaciones de chirimoya en muy altas densidades (2 500 plantas/ha o mayor) el tamaño del fruto se afecta de manera importante (Feicán *et al.*, 2019).

Comparando los resultados de las cuatro densidades de plantación evaluadas (Tabla 41), se pueden destacar los altos valores de las altas densidades (4 m x 2 m, 4 m x 1 m), en cuanto a la producción/ha en un período relativamente corto de edad de las plantaciones. Esto supera en dos y cuatro veces los resultados obtenidos con las densidades medias (4 m x 6 m, 4 m x 4 m). Las densidades medias presentan relativamente mayor número y

peso de los frutos/planta y mayor peso promedio de los frutos frente a las altas densidades. Aunque las altas densidades se presentan como una alternativa de producción, será importante considerar los costos de producción y los ingresos para su implementación comercial, sobre todo considerando el menor tamaño de fruta y menor precio de venta.

De igual manera, la menor densidad de plantación, la cual corresponde a las 625 plantas/ha, obtuvo los frutos con mayor peso. Se puede concluir que la mayor distancia de plantación logra generar una mejoría en el desarrollo de los frutos al reducir la competencia por nutrientes. La investigación muestra las hojas expuestas a la luz solar y que califiquen como funcionales son necesarias con el fin de generar frutos de buena calidad y con un mayor tamaño. Sin embargo, en altas densidades, es necesario un número extenso de hojas para tener frutos con un tamaño óptimo (Yuri *et al.*, 2000).

Se registró que las densidades de 625 y 1 250 plantas/ha lograron alcanzar un rendimiento menor que la alta densidad. Esto indica que se puede afectar de manera importante el rendimiento cuando se reduce la distancia de plantación. La densidad poblacional puede aumentar el rendimiento por unidad de superficie; sin embargo, se afecta de manera directa al rendimiento por planta (Casierra *et al.*, 2008).

La alta densidad de plantas genera una mayor área foliar. A pesar de ello, no se logra incrementar la actividad fotosintética laminar, que es importante para el aumento de la productividad (Rodríguez, 2000).

**Tabla 41.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en distintas densidades de plantación

Distancias	Plantas/ha	Frutos por planta (n)	Peso de frutos (kg/planta)	Peso del fruto (kg)	Rendimiento (kg/ha)
4 m x 1 m	2 500	12	4.69	0.37	11 741.7
4 m x 2 m	1 250	12	6.90	0.58	8 630.3
4 m x 4 m	625	18	7.71	0.46	4 821.4
4 m x 6 m	417	13	6.67	0.52	2 782.9
MEDIA	1 198	14	6.49	0.48	6 994.1

Fuente: INIAP (2011).



# 9

---



## Capítulo noveno

### Manejo integrado de plagas

#### Generalidades

La chirimoya presenta varios inconvenientes con plagas debido a que no existe un avance tecnológico a la hora de manejar este problema en este cultivo (González Vega, 2013). Hay limitada información sobre su incidencia, transmisión, diseminación y comportamiento relacionado al hospedero y los factores ambientales. Esta información es fundamental para realizar y mantener un control con el fin de obtener cosechas productivas y cultivos sanos a un menor costo, reduciendo la contaminación ambiental y la afectación de la salud humana; no obstante, el conocimiento fitosanitario de la chirimoya en Ecuador es bastante escaso; por lo tanto, se necesita realizar estudios para entender las enfermedades, nematodos, ácaros e insectos plaga para desarrollar estrategias de manejo integrado (Revelo, 2010).

Pocas publicaciones mencionan las plagas que afectan a este frutal en Ecuador. Asimismo, en estas no se establece una priorización con base en su importancia, posiblemente debido a que su incidencia varía de una zona a otra; sin embargo, el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en su trabajo *Inventario de Plagas, Enfermedades y Arvences del Ecuador*, ha tomado como referencia los grados de incidencia como factor para su priorización (MAG, 1986). Ese es el orden que se sigue en el presente documento para presentarlas, con cambios puntuales basados en información adicional actualizada.

La identificación del agente causal de las enfermedades e insectos plaga es la base para un manejo racional. Se debe reconocer el momento para observar su presencia y estimar la cantidad de enfermedad presente, con el fin de mantener una selección y aplicación óptima, correcta y constante de las medidas de manejo o de control más adecuadas (Revelo, 2010). Las enfermedades de origen biótico son producidas por insectos, virus, hongos, bacterias, nematodos, ácaros. Las bacterias y hongos pueden penetrar en la planta a través de heridas, lenticelas, estomas y nectarios. Los virus son transmitidos por insectos vectores y las herramientas. Los nematodos se ubican en las raíces causando pérdidas grandes y la formación constante de nudos (Agrios, 2005).

A continuación, se describen los síntomas y signos que causan los insectos plaga, nematodos y enfermedades relevantes para el cultivo de chirimoya; de igual manera, se menciona la forma de dispersión y sus condiciones ambientales óptimas para el desarrollo.

#### Insectos plaga

##### Mosca de la fruta (*Anastrepha fraterculus*)

Orden: Diptera

Familia: Tephritidae

La mosca de la fruta se considera como la principal plaga que ataca a la chirimoya, y su erradicación

cuando hay poblaciones altas es complicada. Este insecto logra depositar los huevos sobre los frutos, permitiendo el desarrollo de larvas que los penetran, destruyendo totalmente la pulpa. Los daños que ocasiona son diversos; sin embargo, los más importantes son la pudrición interna del fruto y su caída para que la larva pueda completar su ciclo. La presencia de la larva al interior de los frutos impide la comercialización y exportación de la chirimoya (Escobar *et al.*, 2013).

El ciclo biológico de la mosca de la fruta es el siguiente:

**Huevo:** Los adultos colocan los huevos debajo de la cáscara de la chirimoya. Poseen un color blanco cremoso, son alargados, con un tamaño de 2 mm. Son de superficie lisa con una micro-retícula de malla hexagonal. En climas fríos, el periodo de incubación es de 20 a 30 días; mientras que en cálidos, de 2 a 7 días (Programa Nacional de la Mosca de la Fruta, 2001).

**Larva:** El cuerpo está compuesto por 11 segmentos, es de color blanco amarillento o blanco, tiene una longitud de 3 a 15 milímetros. Las larvas pasan por tres fases de 6 a 11 días, dependiendo de las temperaturas. Cuando el fruto cae al suelo, la larva puede madurar debido a que la pulpa se reblandece haciendo que el jugo pueda ser absorbido (Vilatuña *et al.*, 2010).

**Pupa:** La longitud de la pupa puede ser de 3 a 10 milímetros, es de color blanco marrón con una superficie lisa y forma cilíndrica. El período pupal dura alrededor de 9 a 11 días en temperaturas de 24 °C. Es posible acortar el tiempo a 6 días, si existe una temperatura de 26 °C. Cuando existen temperaturas bajas, se puede alargar este tiempo (Programa Nacional de la Mosca de la Fruta, 2001).

**Adulto:** En climas fríos, la duración de vida del adulto es de hasta 10 meses, mientras que en climas cálidos es de 1 a 2. La madurez sexual en las hembras se alcanza a los 4 o 5 días, la ovoposición comienza a los 7 a 9 días en temperaturas de 24 a 27 °C (Vilatuña *et al.*, 2010). La Figura 87 muestra un insecto adulto.

**Figura 87.** Adulto de mosca de la fruta



Fuente: Vilatuña, Sandoval, y Tigreiro (2010). Joshvan Rivadeneira (2023).

### Control químico

Se pueden hacer aplicaciones a los frutos cada 15 o 21 días, con dimetoato (1cc/litro), utilizando spinosad (2.5cc/l) (Núñez 2008, Vásquez *et al.*, 2008). Se deberá realizar aspersiones a 1 de cada 4 árboles basándose en el número de adultos que se encuentren en las trampas de monitoreo (Figura 88). Se recomienda utilizar 8 moscas/trampa en 15 días para después de la cosecha y 2 en 15 días en la cosecha.

**Figura 88.** Control químico



Fuente: Agrocalidad (2012).

Es necesario que estos insecticidas sean mezclados con proteína hidrolizada, en la proporción hasta de 5 %. Es recomendable que durante el período de producción se realicen continuas labores de suelo, con el fin de destruir las pupas (Vilatuña *et al.*, 2010). Para las aspersiones al árbol se ha encontrado que la melaza puede sustituir a la proteína hidrolizada (Arias y Jines 2004).

### Control etológico

De igual manera, se pueden utilizar trampas tipo MacPhail (Figura 89) o tipo caseras (Figura 90), para un control y monitoreo efectivo (Núñez, 2008; INIAP, 2008).

Figura 89. Trampa MacPhail



Fuente: Instituto Colombiano Agropecuario (2011).

Figura 90. Trampa casera



Fuente: Sánchez-Gonzales (2019).

La trampa se debe colocar en la parte media del árbol. Dentro debe añadirse proteína hidrolizada con fosfato diamónico (18-46-0 o súper fosfato triple), disuelto en agua. De igual manera, se puede sustituir por urea más melaza, vinagre o jugo de descarte con agua. Es necesario añadir bórax con el fin de mantener un pH óptimo (INIAP, 2008).

### Control físico

Otro control efectivo es el enfundado de los frutos cuando se encuentran con un diámetro ecuatorial promedio de 4.00 cm, aproximadamente 2 meses después del cuajado. Previo al enfundado es necesario aplicar un insecticida en los frutos con el fin de evitar el ataque de cochinillas (INIAP, 2008).

De acuerdo con Medardo (2014), para proteger a los frutos hay tipos de fundas:

- Funda de papel Kraft: Es de papel originaria de la pulpa de la madera. Contamina menos que una plástica, por lo que es amigable con el ambiente (Figura 91).
- Funda de pellón: Es a base de tela no tejida y propileno, es muy resistente y liviana.
- Funda con clorpirifos: Es una funda impregnada con un insecticida.
- Funda con bifentrina: Está impregnada con un insecticida.

Figura 91. Frutos de chirimoya enfundados para el control de mosca de la fruta



Fuente: INIAP (2008).

### Control biológico

En este control se utilizan enemigos naturales de la chirimoya como parasitoides, hongos, nematodos y bacterias, tales como la avispa *Doryctobracon crawfordi* Viereck y *Utetes anastrephae*. Para la aplicación del control biológico, se pueden liberar parasitoides con el fin de reducir la población de la plaga (Vilatuña y Sosa, 2016). Además, se puede realizar control autocida. Este se trata de criar y esterilizar a machos con el fin de ser liberados y reducir la capacidad de reproducción de hembras de mosca de la fruta (INIAP, 2008).

### Control cultural

Se pueden realizar podas; estas permiten eliminar el excesivo follaje y ramas entrecruzadas favoreciendo el manejo fitosanitario. La destrucción y recolección de frutos sirve para la reducción de la infestación de la plaga. Los frutos pueden ser colocados en recipientes o bolsas de plástico o ser enterrados a 30 cm de profundidad. Se recomienda rastrillar el suelo de la base del árbol cada 20 o 25 días con el fin de exponer las pupas a depredadores o desecación (Arias y Jines, 2004).

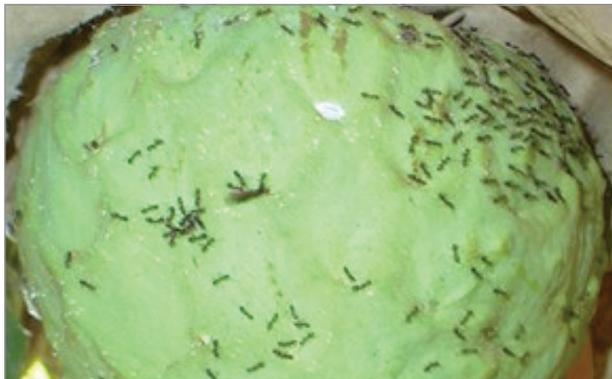
### Hormiga (*Monomorium* sp.)

Orden: Hymenoptera

Familia: Formicidae

Las hormigas logran sobrevivir a temperaturas bajas durante largos periodos. La temperatura óptima para que las colonias logren prosperar y crecer es 30 °C. Las medidas de control incluyen un tratamiento bastante minucioso con insecticidas con el fin de que las hormigas estén expuestas a las sustancias en un periodo corto. Una de las mejores maneras de eliminar la población de hormigas es la colocación de cebos; sin embargo, en situaciones específicas será necesario un insecticida para un control rápido (Figura 92) (ENVU, 2009).

Figura 92. Hormiga



Fuente: Detia Degesch Group (s. f.).

El control de las hormigas es un poco complicado debido a que sus nidos se encuentran en área con acceso limitado. El tratamiento para erradicarlas debe incluir el control en paredes, techos, enchufes eléctricos en instalaciones que estén cerca a la

plantación. Las hormigas que anidan en el exterior se pueden controlar mediante una barrera perimetral. Es necesario utilizar cebos no repelentes (sulfonamida, hidrametilón, ácido bórico) (Smith y Whitman, 1992).

Estos insectos destruyen los pedicelos de sujeción de los frutos y el follaje. Se recomienda pintar la parte baja de los tallos con una pasta de insecticida (metopreno, deltamethrin, hidrametilona) y melaza. En cambio, cuando las plantas son jóvenes es recomendable hacer trampas colocando en la base del árbol una llanta partida que en su interior lleve agua con los insecticidas anteriormente mencionados; esto impide el acceso de estos insectos.

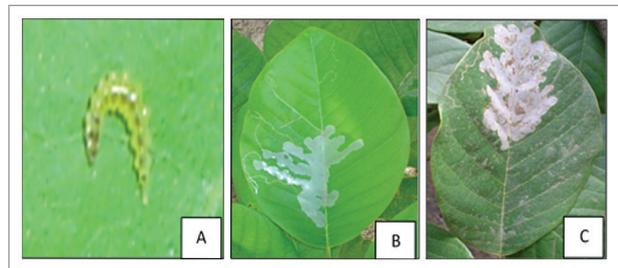
### Plateado o minador del chirimoyo (*Phyllocnistis* sp.)

Orden: Lepidoptera

Familia: Gracillariidae

La larva se caracteriza por dañar las hojas (Figura 93). Dicho daño puede ser observado desde lejos, ya que las hojas tienen un color blanco brillante plateado, lo que genera su caída. La larva logra destruir las células de epidermis del haz de la hoja creando una cavidad, la cual se encuentra cerrada entre las células del parénquima y cutícula. Cuando la larva es pequeña, pueden estar hasta seis en una hoja (Brinceño Vergara, 2014).

Figura 93. Daño generado por minador



Fuente: Asplanato (2009).

En la chirimoya, la larva no abandona la hoja hasta que no completa su desarrollo. Si una es removida, es incapaz de abrir una mina, no podrá comer, lo que provocará su muerte. Cuando la larva destruye por completo la epidermis, las hojas si-

güen pegadas al árbol; sin embargo, a los 25 días, caen. En el caso de que existan frutos, estos no se desarrollarán de manera normal y quedarán momificados. Los enemigos naturales de esta plaga es *Apanteles sp.*, que es un himenoptero largo y negro (Brinceño Vergara, 2014).

#### Control químico

Se puede utilizar un insecticida sistémico como el dimetoato en dosis de 300 a 400 cc disuelto en 100 litros de agua (Brinceño Vergara, 2014).

#### Cochinilla blanca (*Planococcus sp.*)

Orden: Hemiptera

Familia: Pseudococcidae

Este insecto presenta un dimorfismo sexual. El macho es marrón, con amarillo o rojo. Su abdomen es cilíndrico compuesto por nueve segmentos. Es un insecto que afecta la calidad del fruto y, generalmente, se encuentra en el pedúnculo de los frutos. Las áreas que son atacadas se cubren con una masa algodonosa de manera rápida (Figura 94). La cochinilla blanca puede generar la caída de frutos recién formados y botones florales.

El daño indirecto que genera es que extrae la savia y segrega sustancias azucaradas; esto reduce la calidad comercial de los frutos. Los daños generan pérdidas, debido a que existe la acumulación de cera sobre la planta y las hojas que reduce su capacidad fotosintética (Anderson *et al.*, 1996). Se observa una relación con la hormiga *Linepithema humile*, ya que es capaz de eliminar los enemigos naturales de esta plaga (Mgocheki y Addison, 2009).

El desarrollo de las hembras y machos es igual durante las primeras etapas larvales. Las hembras logran completar un estadio larvario adicional: los machos dejan de alimentarse, provocando la segregación de una cápsula cerosa; y deben permanecer durante 2 a 3 días dentro de esta cápsula. Este lapso es importante debido a que se forman los apéndices anales y es posible la esclerotización del tegumento. Una vez fecundadas, las hembras no se acoplan con los machos (Martínez, 2003).

#### Control químico

Se puede realizar un control aplicando dimetoato al 0.125 % más aceite agrícola al 0.5 %. Un estudio realizado en el INIAP menciona que el rociamiento de los árboles mediante un insecticida de grado alimenticio debe ocurrir cada 15 días. También se puede utilizar productos de origen sintético que estén registrados en los entes de control.

#### Control biológico

Se puede utilizar al parasitoide *Leptomastix dactylopii* Howard y a *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Martínez, 2003).

### Enfermedades al nivel de insectos plaga

#### Antracnosis del fruto (*Colletotrichum sp.*)

Orden: Sordariomycetes

Familia: Glomerellaceae

La antracnosis es la enfermedad más importante que afecta a la chirimoya debido a que se genera con mayor facilidad en climas con alta humedad. Causa pudrición negra, atacando en cada una de las etapas de desarrollo. Se puede producir necrosis en las ramas y tallo si el cultivo está en vivero. Cuando el árbol posee un mal drenaje existe mayor posibilidad de que esté afectado por esta enfermedad (Cedeño, 2020).

Aunque los síntomas se ven más en frutos, pueden aparecer en ramas jóvenes y brotes, generando afección directa a ramas nuevas. Cuando se presenta en las hojas, afecta a las nervaduras principales, lo que causa deformación y depresión de las hojas. En cambio, cuando la infección se da en los pecíolos, causa clorosis en la hoja y su desprendimiento. Por un lado, en estados prematuros, la antracnosis es visible en la corteza del fruto como una mancha parda y redonda. Por otro lado, en estados avanzados, las manchas son más profundas, agrietan y necrosan. Los frutos afectados se decoloran, necrosan y se endurecen (Figura 94).

**Figura 94.** Fruto con daño de antracnosis



Fuente: Villanueva *et al.* (2005).

#### Control químico

Puede realizarse con clorotalonil, propineb, hidróxido cúprico (Cedeño, 2020).

#### Roya (*Phakopsora sp.*)

Esta enfermedad se presenta en el envés de la hoja (Figura 95), donde existen pústulas café o marrones a manera de unas lanillas sobre la hoja. Su control se efectúa con ditiocarbamato, oxicluro de cobre, triadimefon, azufre micronizado (Cedeño, 2020).

**Figura 95.** Daño por roya

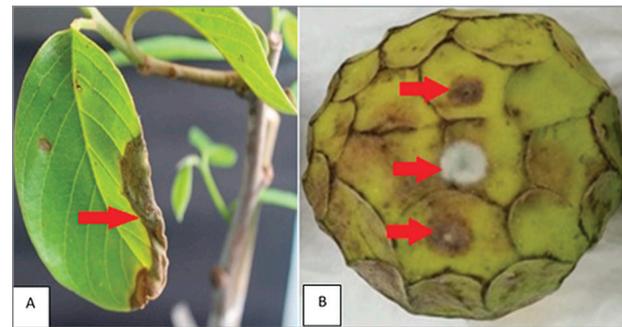


Fuente: Quispe (2016).

#### *Alternaria (Alternaria alternata)*

Esta enfermedad afecta al follaje del árbol y al fruto (Benítez *et al.*, 2020) (Figura 96). Las hojas muestran lesiones necróticas negras a marrones bordeadas de tejido clorótico alrededor de la vena central y el ápice; mientras que el daño en la fruta se limita a la epidermis (Guevara *et al.*, 2019). Cuando la fruta se infecta joven, cae alrededor de los 45 días después del cuajado. Su control se puede realizar con azoxystrobina y difenoconazol (Gur *et al.*, 2020).

**Figura 96.** Manchas necróticas causadas por *Alternaria alternata*. Hojas (A) y fruto (B)



Fuente: Guevara *et al.* (2019).



# 10



## Capítulo décimo

### Cosecha, postcosecha y comercialización

#### Cosecha

La cosecha de las frutas del chirimoyo se realiza manualmente con ayuda de una tijera, cuando estas han alcanzado su madurez fisiológica, la cual empieza desde los 6 hasta los 8 meses posteriores de que la flor se haya fecundado. El fruto maduro se caracteriza por el cambio de color de la corteza, que presenta un color verde amarillento. Otro indicador es la coloración de las semillas, que deben ser café brillante (National Research Council, 1989).

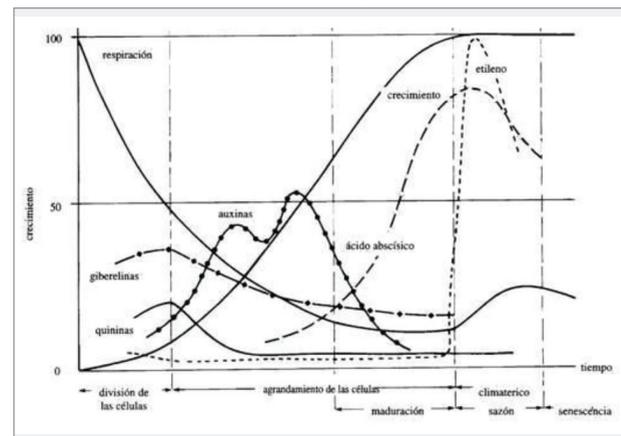
Un huerto de chirimoya bien manejado con plantas mayores a siete años produce un rendimiento promedio de 11 000 kg de fruta por hectárea. La cosecha de la fruta dura, en promedio, 1.5 meses, ya que los frutos maduran en tiempos diferentes. Así, cada árbol puede ser cosechado hasta diez veces (Rodríguez, 2013; Duchí, 2017). Otros aspectos que se deben tomar en cuenta al momento de la cosecha es la forma del fruto, la cual debe ser redonda, con protuberancia en los carpelos y cambios en la consistencia de los tricomas epidérmicos; esto depende del tipo de cultivar. A medida que las frutas de chirimoya maduran, se reduce la profundidad de las protuberancias (De la Cruz, 2015; Bonilla, 2018).

Es recomendable recolectar la fruta de chirimoya cuando esté firme (dura), ya que, al ser climatérica, tiene cambios físicos y químicos hasta llegar a la madurez de consumo. La cosecha se debe hacer por la mañana o en horas que no exista mucho sol. Debe permanecer a una temperatura entre los 10 °C y los 15 °C (García *et al.*, 2010; Bonilla, 2018).

La fase de crecimiento del fruto posterior a la polinización se da por efecto de dos fitohormonas vegetales: las giberelinas y quininas, las cuales se encargan del alargamiento celular. Estas son las responsables del crecimiento del fruto, y durante la etapa de maduración, interviene el etileno y las abscisinas (Pinto *et al.*, 2005; Guerrero, 2012).

El comportamiento de las fitohormonas se presenta en la Figura 97.

**Figura 97.** Comportamiento de las fitohormonas durante el proceso de fructificación del chirimoyo

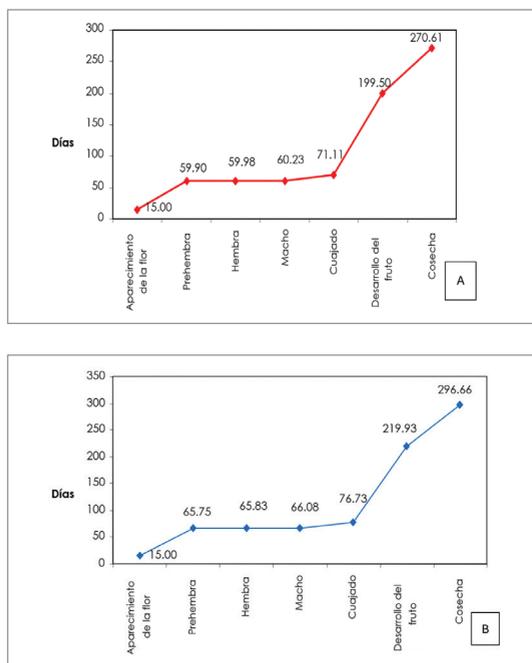


Fuente: INIA (2006); Guerrero (2012).

Trabajos desarrollados por Herrera (2006) sobre el desarrollo fenológico de la floración hasta la cosecha del fruto en cinco cultivares de chirimoya en INIAP Tumbaco de Ecuador observaron diferencias en tiempo desde el apareamiento de la flor hasta

la cosecha del fruto. El cultivar MAG Tumbaco fue el más precoz con una duración de 270.6 días (Figura 98 A), mientras que el cultivar Paute tuvo una duración de 296.7 días y fue el más tardío (Figura 98 B).

**Figura 98.** A: Fenología reproductiva flor-fruto del cultivar MAG - Tumbaco. 2006 y B: Fenología reproductiva flor-fruto del cultivar Paute. 2006



Fuente: Herrera (2006).

En la Tabla 42 se detallan los días de floración a cosecha y los meses de floración a cosecha de varios cultivares de chirimoya; fueron estudiadas en Tumbaco – Ecuador, que está ubicado a 2 360 m s. n. m., con 860 mm de precipitación y una temperatura promedio de 16 °C.

**Tabla 42.** Ciclo fenológico de cinco cultivares de chirimoya

Cultivares	Floración a cosecha (d)	Floración a cosecha (m)
Tumbaco	210	7
Fabulosa	217	7
San José de Minas	221	7.5
Loja	225	7.5
Paute	230	8

Fuente: Herrera (2006).

## Postcosecha

De acuerdo con Gutiérrez (2011), cuando ya se han cosechado los frutos de chirimoya, tienen que ser almacenados para que se puedan conservar de buena manera y que su vida útil se alargue. Las frutas de chirimoya son muy susceptibles al manipuleo, por lo que es recomendable colocar una fila de frutas en una caja con capacidad entre 6 y 8 kg, para ser almacenadas y luego comercializadas. Cuando se ponen 2 o 3 capas, las frutas deben ser protegidas con una malla fomi o papel individualmente para evitar o amortiguar los golpes (Morales, 2015; López, 2017).

**Figura 99.** Frutos cosechados en madurez fisiológica



Fuente: Herrera (2006).

El mayor porcentaje de los frutos de chirimoya es destinado para un consumo fresco. Tiene un corto periodo de conservación que fluctúa entre los 15 y 20 días (García *et al.*, 2010; Bonilla, 2018).

## Almacenamiento de la fruta

Los frutos subtropicales como la chirimoya maduran más rápido una vez cosechados, ya que son climatéricos. Por eso, se debe tomar muy en cuenta su grado de madurez al recolectarlos.

Una forma de conservarlos durante el almacenamiento es manteniendo una humedad relativa entre 90 a 95 % y la temperatura entre 8 y 12 °C. Cuando se utiliza bodegas con atmósferas controladas se alarga el tiempo de vida de la fruta, ya que retarda la maduración y también se puede controlar la presencia de enfermedades, puesto que se reduce la respiración de la fruta. Para esto se deben regular las condiciones ambientales del interior del almacén con un 3 al 5 % de oxígeno y entre el 5 y

10 % de dióxido de carbono (Pedroza, 2017; Bonilla, 2018). El almacenamiento de los frutos de chirimoya con atmósferas modificadas también ayuda a reducir la producción de etileno, disminuye el proceso de respiración y alarga la vida de los frutos de chirimoya (González, 2015; Bonilla, 2018).

## Fisiología de la fruta

### Respiración

Según De la Cruz (2015), las chirimoyas que fueron cosechadas en madurez fisiológica, posteriormente, generan un aumento en el proceso respiratorio llamado climaterio. La respiración se mide en miligramos de CO<sub>2</sub> por kilogramo de fruta por hora (mg CO<sub>2</sub>/kg fruta/hora). La intensidad puede variar dependiendo de la temperatura; por ejemplo, a una temperatura de 20 °C se origina entre 138 a 460 mg CO<sub>2</sub>/kg fruta/hora.

De acuerdo con Arribasplata (2013), cuando ocurre el proceso de respiración, los compuestos orgánicos almacenados —como carbohidratos, proteínas y grasas— se desdoblán en productos simples donde se libera energía; además, la respiración usa oxígeno y da como resultado dióxido de carbono, lo cual aumenta el deterioro o senescencia de la fruta. El mismo autor indica que se afecta el sabor, el dulzor y la consistencia del fruto (firmeza), lo que generara reducción en el valor alimenticio del producto. La respiración aumenta, mientras avanza la maduración del fruto; es por eso que se recomiendan temperaturas de almacenamiento controladas.

### Producción de etileno

En la maduración, deterioro y senescencia de los frutos de chirimoyas participa una hormona llamada etileno, la cual activa las vías metabólicas en la maduración. La chirimoya, al ser una fruta climatérica, genera mucho etileno en la etapa de maduración y esto ayuda a regular los cambios fisiológicos y bioquímicos que surgen en este proceso. La Tabla 43 presenta información referencial sobre la clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo con su tasa de producción de etileno.

**Tabla 43.** Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo con su tasa de producción de etileno

Clase	Producción de etileno (μL Kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) a 20 °C	Cultivares
Muy baja	<0.1	Fresas, tubérculos, granada
Baja	0.1-1.0	Arándanos, aceituna, calabaza, pepino
Moderada	1.0-10.0	Plátano, tomate, mango, melón Honeydew
Alta	10.0-100.0	Manzana, aguacate, papaya, chabacano
Extremadamente alta	>100.0	Zapote mamey, chirimoya, granada china

Fuente: Meza (2013).

La senescencia o el envejecimiento natural en los tejidos de los productos se produce al existir etileno y altas tasas de respiración. Todo esto afecta la calidad de las frutas, generando la pudrición (Meza, 2013).

## Problemas en postcosecha

### Daño por frío

Las chirimoyas no deben someterse a temperaturas menores que 8 °C, ya que tienden a oscurecer la cáscara y a ponerse rígidas, con un sabor poco agradable; asimismo, la pulpa es de mala calidad porque se vuelve arenosa (Gutiérrez, 2011).

### Partiduras

Cuando las chirimoyas se encuentran en una etapa de maduración muy avanzada y presentan altas cantidades de etileno, tienden a partirse y eso afecta su calidad (Pedroza, 2017).

### Pardeamiento enzimático

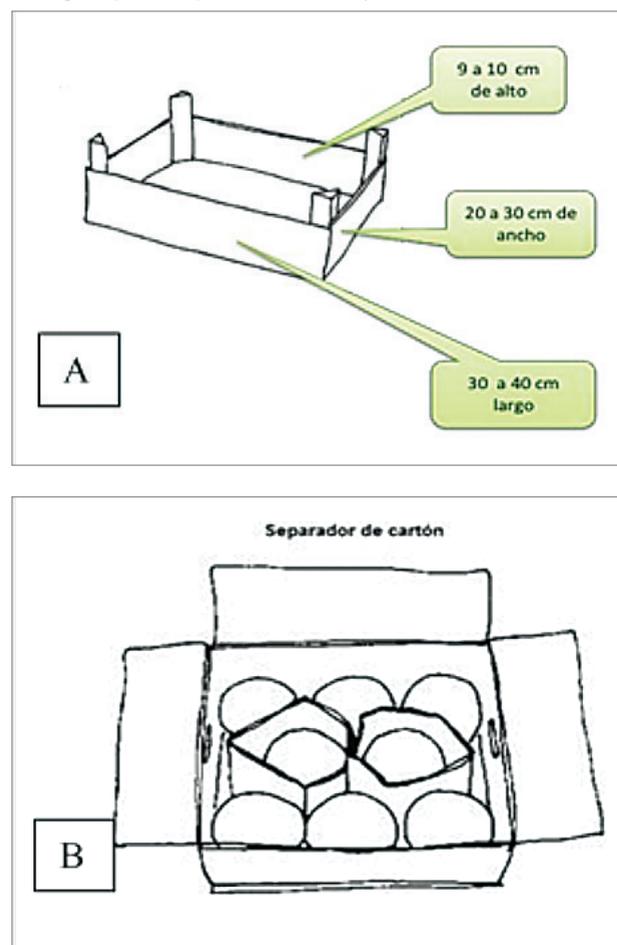
De acuerdo con Arribasplata (2013), cuando las frutas de chirimoya presentan cambios de color, deshidratación de las semillas o muerte del fruto, se debe a que ocurre una reacción de la oxidación en donde intervienen peroxidasas.

## Técnicas de conservación

### Clasificación y embalaje

Se recomienda que la clasificación y embalaje se haga en cajas de aproximadamente 18 kilogramos, donde caben entre 20 y 25 frutos medianos o pequeños; no se deben apilar, se debe mantener un solo piso (Pérez *et al.*, 2006). Una vez que los frutos han pasado por el proceso de selección y clasificación, deben ser envueltos con película plástica, papel celofán o mallas tipo calcetín y empaquetados en cajas pequeñas (30 x 20 x 9 cm) o grandes (40 x 30 x 10 cm), como se muestra en la figura 100 A y B, con capacidad de 3.8 a 4 kg de fruta. El objetivo de esto es prevenir daños (Toro, 2007; Guerrero, 2012).

**Figura 100.** Diseño en caja de madera (A) y en caja de cartón corrugado para despacho de chirimoya (B)



Fuente: FAO (1985), McGregor (1989), Guerrero (2012).

Según Salazar (2012), los empaques deben cumplir y satisfacer las necesidades y requerimientos del mercado. Como se indicó anteriormente, las frutas siempre deben colocarse en una sola fila; además, los materiales de relleno deben ser suaves y con divisiones verticales de cartón o papel picado para protegerlas y brindar estabilidad.

### Conservación de la fruta

Las chirimoyas deben ser cuidadosamente manipuladas, ya que son frutos delicados, con una temperatura que no sobrepase los 10 °C y no menor a los 8 °C. En estas condiciones se los puede conservar hasta 35 días (Pérez *et al.*, 2006).

### Encerado

Según Pérez *et al.* (2006), se han probado dos tipos de cera en frutas como la chirimoya, siendo la de mejores resultados la Pima-Fresh 31. Con esta se puede evidenciar el color de la fruta mejor, minimiza la deshidratación, no retrasa la madurez, y durante la etapa de almacenamiento los frutos se mantienen más firmes.

### Absorbedores de etileno

El uso de productos que tienen la capacidad de desdoblarse y eliminar el etileno del ambiente se realiza en embalajes como la bolsa de polietileno. El efecto parece ser más notable a temperatura ambiente, con un metabolismo más activo por parte de los frutos. En frutos de chirimoyas, al usarlos en combinación de los absorbentes de etileno con almacenes refrigerados no han existido diferencias, requiriéndose más investigación para su mejor utilización (Lena, 2014).

### Cambios físicos-químicos del fruto

#### Color

En el proceso de maduración, la corteza del fruto cambia de color de verde oscuro a uno más claro (Figura 101). Esto se debe a que la clorofila se degrada, por un cambio en la síntesis de pigmentos coloreados, específicamente las antocianinas y carotenoides (Flores, 2013; Arribasplata, 2013).

El color está determinado por la concentración de  $\text{CO}_2$  en la atmósfera del almacén. Cuando es alto, reduce el desgaste de la enzima 1.5 bifosfatocarboxilasa (RuBPCasa), conservando el color verde amarillento otorgado por la clorofila de los tejidos de la corteza; en cambio, cuando el nivel de oxígeno molecular —que protege a la clorofila— es bajo, se mantiene el verde oscuro (Universidad Católica de Valparaíso, 1999; Arribasplata, 2013).

**Figura 101.** Cambio de color de la chirimoya



Fuente: Arribasplata (2013).

### Tamaño

El tamaño de los frutos se fundamenta en el diámetro de la zona ecuatorial y polar de la fruta, que determina el calibre preciso para establecer los frutos del mismo peso y tamaño (Pérez de Castro, 1987; Arribasplata, 2013). Estas características son importantes en las chirimoyas para la clasificación, ya que se consideran de mejor calidad al tener un mayor tamaño y peso, factores que van a ser concluyentes para establecer el precio. Esta evaluación se realiza visualmente o usando calibradores de tamaño (Toro, 2007). Para obtener una mayor rentabilidad y mejorar los precios de la fruta es necesario clasificarla por su peso y calibre de acuerdo con las siguientes categorías (Tabla 44).

**Tabla 44.** Calidad física de los frutos de chirimoya de acuerdo con el peso y calibre

Categoría	Peso (g)	Calibre
Súper extra	Mas de 701	6
Extra	De 401 a 700	8
Primera	De 301 a 400	10
Segunda A	De 176 a 300	12
Segunda B	De 95 a 175	14
Tercera	De 50 a 95	16

Fuente: Toro (2007); Guerrero (2012).

Según Salazar (2012), el mercado tiene distintas preferencias. Apro Chile, “La Chirimoya Chile”, señala que una chirimoya adecuada para exportar debe cumplir con un rango entre 7 y 15 cm de diámetro ecuatorial; el mercado canadiense prefiere chirimoyas entre los 0.3 y 1.0 kg, y otros mercados internacionales tienen tres clasificaciones que se basan en el peso.

- Pequeña: 0.1 a 0.3 kg
- Mediana: 0.3 a 1.0 kg
- Grande: 1.0 a 3.0 kg

### Firmeza de la pulpa

La firmeza de la pulpa de chirimoya se ve afectada por la enzima poligalacturonasa (PG), que está fuertemente correlacionada con el ablandamiento y la maduración del fruto, ya que aumenta los niveles en el almacenamiento, debido a la temperatura y la presión a la que el fruto se somete. Para evitar que se acumule la enzima PG y retrasar el ablandamiento, se necesitan altas concentraciones de  $\text{CO}_2$ ; este proceso usualmente se da en el segundo ciclo respiratorio, lo cual preserva mejor la textura del fruto, alargando la vida útil (Universidad Católica de Valparaíso, 1993; Arribasplata, 2013).

### Acidez titulable total

En cuanto a la acidez titulable total, conforme se maduran los frutos, se incrementa (Toro, 2007; Arribasplata, 2013). Este aumento en la chirimoya se da por la acumulación de ácido málico, ya que se activa por la síntesis en la maduración

(Arze, Molfino y Muñoz *et al.*, 2007; Arribasplata, 2013). La disminución del intercambio gaseoso entre el ambiente y la fruta retrasa la pérdida de acidez, debido a la poca disponibilidad de oxígeno; esto limita la reducción de los ácidos (Gil, 2004).

### Sólidos solubles totales (°Brix)

La chirimoya tiene un sabor característico, que resulta de la combinación entre acidez y grados Brix. El incremento diferenciado de estos factores afectará de manera directa la palatabilidad de la fruta. Cabe mencionar que un valor aceptable para los consumidores se considera entre 20 a 25 °Brix (Hermoso *et al.*, 1990; Arribasplata, 2013).

Los grados Brix aumentan de manera constante y rápida en el periodo de maduración de los frutos de chirimoya, debido a que se acumulan los sólidos solubles totales, especialmente los azúcares, y ocurre con más velocidad durante el almacenamiento prolongado y cuando la temperatura aumenta, pudiendo incrementarse de 8.3 a 22 °Brix en cuatro días (Pérez de Castro, 1987; Arribasplata, 2013). Estudios realizados con las accesiones del Banco de Germoplasma Español del Chirimoyo (BEGCh) permitieron identificar una variación entre el periodo de cosecha y de consumo de los frutos: hay un incremento de los sólidos totales de 14 a 30 °Brix (Arribasplata, 2013).

### pH

En evaluaciones realizadas a los frutos de chirimoya durante cuatro días de maduración a temperatura constante de 22 °C, quedó demostrado que el pH disminuye de 6.2 a 4.3. Esta variación se vio

influenciada por el grado de madurez del fruto durante la cosecha (Universidad Católica De Valparaíso, 1993; Arribasplata, 2013).

Estudios demuestran que el polifenol oxidasa (PPO) es la enzima que produce el pardeamiento enzimático y se ve favorecido con un pH entre 5 y 7, mientras que se inhibe con pH menores a 3 (Arribasplata, 2013).

### Concentración de azúcares reductores en chirimoya

La fructosa y glucosa son las responsables del aroma y sabor en las frutas de chirimoya, las cuales se detectan a través del olfato y gusto (Universidad Católica de Valparaíso, 1999). Los frutos presentan cambios en el período de maduración y climatario, donde se modifica su apariencia exterior y sus características organolépticas, ya que los azúcares reductores como la sacarosa se incrementan por la degradación del almidón (Toro, 2007).

La pulpa de la chirimoya aporta un gran contenido de minerales, azúcares y pectina; por tanto, la calidad de la fruta estará relacionada con la cantidad de pulpa que se pueda aprovechar para consumo directo o procesamiento. El número de semillas en el fruto es una característica que viene tomando importancia en el mercado, ya que los consumidores prefieren frutos con la menor cantidad (Salazar *et al.*, s. f.; Arribasplata, 2013).

La Tabla 45 compara las propiedades físico químicas de las variedades de chirimoya lisa, impresa y mamilata; los frutos con corteza denominada impresa presentan un mayor número de semillas.

**Tabla 45.** Propiedades físico químicas de tres variedades de chirimoya (*Annona cherimola* Mill)

Propiedades	Variedades		
	Impresa	Lisa	Mamilata
Peso fruta (g)	243.2 ± 58.9a	245.3 ± 45.6a	283.3 ± 41.6a
Peso semilla (g) %	22.5 ± 6.2a (11.1)	16.9 ± 5a (7)	20.8 ± 6.1a (7.3)
Peso piel (g) %	57.4 ± 18.8b (23.4)	56.7 ± 9.6b (23.6)	72.3 ± 11.7a (26.1)
Peso pulpa (g) %	144.1 ± 33.4b (59.6)	137.3 ± 35.9b (62.5)	177.1 ± 37.9a (62.2)

Propiedades	Variedades		
	Impresa	Lisa	Mammillata
Semillas (n)	33.2 ± 8.7a	20.9 ± 7.6b	26.6 ± 8.5b
°Brix	24.6 ± 5.7a	25.8 ± 3.9a	26.2 ± 4.6a
Acidez (Ac. Málico)	0.2 ± 0.1a	0.45 ± 0.1a	0.37 ± 0.2a
pH	4.7 ± 0.1a	4.8 ± 0.1a	4.7 ± 0.1a
Humedad %	73.9 ± 4.9a	70.08 ± 0.02a	70.39 ± 2.96a
Cenizas %	0.84 ± 0.1a	0.87 ± 0.05a	0.79 ± 0.14a
Pectina %	1.69 ± 0.53a	1.94 ± 0.53a	1.56 ± 0.37a
Firmeza (kg/cm <sup>2</sup> )	1.64 ± 0.49a	1.5 ± 0.29a	1.4 ± 0.27a
Color	137C verde – 148A amarillo verde	137A verde - 147B amarillo verde	133A verde – 148A amarillo verde

Fuente: Salazar *et al.* (s. f.); Arribasplata (2013).

## Composición química de la pulpa de chirimoya

La pulpa es carnosa, blanquecina (Figura 103), con sabor subácido, aromática y azucarada, de un alto valor alimenticio (Ramos, 1987). A continuación, se indica la composición química de la chirimoya (Tabla 46).

**Tabla 46.** Composición de 100 g de pulpa de chirimoya (parte comestible sin semillas)

Componentes	Cantidad	Componentes	Cantidad
Agua	63.0-85.0 g	Cobre	2.4 mg
Proteínas	1.0-4.3 g	Zinc	2.7 mg
Azúcares totales	18.19 g	Azúcares reductores	16.9 g
Grasas	0.02-0.5 g	Acidez titulable (Ac. cítrico)	0.33 %
Carbohidratos	11.7-22.0 g	Carotenos	1.0 mg
Fibras	1.0-3.2 g	Vitamina A	0.01 mg
Cenizas	0.6-1.0 g	Tiamina B1	0.06-0.1 mg
Calcio	12.0-34.0 mg	Riboflavina B2	0.08-0.14 mg
Fósforo	30.2-47.0 mg	Niacina B3	0.42-0.8 mg
Hierro	0.4-1.0 mg	Ácido ascórbico	10-62 mg
Magnesio	88.2 mg	Calorías	56-101 kcal
Potasio	264 mg	Ácido fosfórico	14 %
pH	4.64	Sólidos Solubles	16-25 °Brix
Taninos	4.41 mg	Materia seca	22.49 %

Fuente: Pinto *et al.* (2005); Brito y Rodríguez (2004); Bonaventure (1999); Gardiazabal y Rosenberg (1995). Modificado de INIAP (2006).

De acuerdo con Guato (2015) y Moreu (2011), el componente mayoritario de la pulpa de esta fruta es el agua —con un 70 %—, el 20 % de hidratos de carbono, fundamentalmente azúcares simples como la fructosa y glucosa (11 %) y sacarosa alrededor del 9 %; el 10 % restante está compuesto por fibra y vitaminas, entre otros. Dado su alto contenido en azúcares, su aporte calórico es entre moderado y alto; proporciona 81 Kcal por 100 g de porción comestible.

**Figura 102.** Pulpa de chirimoya



Fuente: Brito y Cajas (2015).

Esta fruta subtropical es baja en grasa y en proteínas. Tiene la peculiaridad de contar con una gran cantidad de ácido fosfórico, que fluctúa alrededor de un 14 %, lo cual eleva notablemente su valor nutritivo, constituyendo un alimento fosfatado natural (Gualoto, 2015).

Aporta otros minerales, como calcio (30 mg por 100 g de porción comestible), potasio (264 mg por 100 g de porción comestible) y hierro (0.4 mg por 100 g de porción comestible). Su aporte de fibra (1.9 g por 100 g de porción comestible) mejora el tránsito intestinal. Tiene un gran valor vitamínico del grupo B (ninguna fruta fresca posee tan alto contenido de vitaminas B1, B2 y B6); también, es fuente de vitamina C y de pequeñas cantidades de vitamina A (Guato, 2015).

## Propiedades y beneficios

Las anonáceas contienen numerosas sustancias químicas bioactivas en diferentes órganos de las plantas. En el caso de la chirimoya, se han identificado seis tipos de acetogeninas en las raíces, varias de ellas con propiedades citotóxicas y antiparasitarias (Cortés *et al.*, 1993 b; Duret *et al.*, 1994, citados por Cordeiro y Pinto, 2005). Estas pueden tener usos antimicrobial y farmacéutico con propiedades insecticidas en las semillas, tallos y hojas del chirimoyo (Morton, 1987; Simeón *et al.*, 1990; Cortés *et al.*, 1993; Andrade, 2009).

En las hojas y ramas se han identificado tres alcaloides y se han obtenido también compuestos como acetogeninas, amidas, kauranes purinas y esteroides (Chen *et al.*, 1999; Fresno and Cañavate, 1983, citados por Cordeiro y Pinto, 2005). De las semillas de chirimoya se han extraído compuestos bioactivos como acetogeninas, alcaloides y aceites (Cortés *et al.*, 1993; Sahpaz *et al.*, 1996; Chen *et al.*, 1999, Fresno and Cañavate, 1983, Lizana and Reginato, 1990, citado por Cordeiro y Pinto, 2005).

La chirimoya es un fruto delicioso como fruta fresca; para evitar que se oxide (pardee) hay que rociarla con jugo de limón. La pulpa alcanza un rendimiento del 73 % del total de la fruta y con ella se pueden preparar cremas, helados y pulpas tratadas enzimáticamente con el fin de obtener materias primas con diferentes grados de viscosidad que demandan las industrias de jugos y lácteos (Brito y Rodríguez, 2004). De hecho, los mismos autores indican que las pulpas con mayor grado de solubilización a través del tratamiento enzimático y centrifugación se pueden utilizar para elaborar jugos clarificados. A partir de estos jugos se pueden preparar mieles con un promedio de sólidos solubles de 60 °Brix, que pueden tener una demanda potencial como endulzante natural con aroma y sabor característico de la chirimoya. Con la pulpa de fruta o el residuo del proceso de clarificación de los jugos se puede preparar compotas, mermeladas y jaleas.

De acuerdo con González (2013), la chirimoya tiene usos medicinales: es empleada para calmar inflamaciones y desinfectar heridas provocadas por elementos filosos. Para la primera aplicación, hay que licuar una chirimoya madura hasta lograr una crema homogénea que se pone en la zona afectada dos veces por día, hasta que surta efecto. Para desinfectar heridas, hay que licuar las hojas hasta que queden como polvo; se debe mezclar con aceite de coco y untarse dos veces por día sobre la zona afectada. La chirimoya, asimismo, se ha empleado con fines terapéuticos desde la prehistoria; es así que la corteza y las hojas eran usadas en forma de infusión, para combatir enfermedades cutáneas y el cáncer; la semilla molida se usaba como antiparasitario (García *et al.*, 2010; Sucapuca, 2013). Con el aceite que se extrae de las semillas se puede fabricar lubricantes y jabones, pero no es apto para el consumo humano (Castro, 2007; Arribasplata, 2013).

Asimismo, debido a las importantes cantidades de calcio, fósforo y hierro, y sobre todo su gran valor vitamínico, su ingesta es conveniente en la edad de crecimiento de las personas, durante el embarazo y en ancianos. Además, es recomendable utilizarla en los regímenes de dieta adelgazante, pues tiene un efecto saciante y regulador del nivel de glucosa en la sangre por la fibra que posee, retarda el volver a sentir hambre, lo cual ejerce influencia como laxante intestinal a la vez que retarda la asimilación de los azúcares (González, 2013). Por ello, es recomendable para deportistas, ya que tiene alto nivel energético y la fibra actúa como laxante y ayuda a personas que tienen estreñimiento o colon irritable.

La fibra previene o mejora el estreñimiento, contribuye a reducir las tasas de colesterol en la sangre y al buen control de la glucemia (niveles de azúcar en sangre) en la persona que tiene diabetes. Conviene elegir frutas pequeñas o tomar una porción en caso de diabetes u obesidad. Por el gran contenido en minerales, la chirimoya es de gran utilidad para coadyuvar en los procesos de recuperación de un sinnúmero de dolencias. Aporta hierro, por lo que es adecuada para personas con anemia; calcio, el cual es de valiosa ayuda para personas con descalcificación u osteoporosis; y fósforo, que contribuye a reforzar la memoria. De hecho, la chirimoya tie-

ne poca grasa y mucha fibra. Es por eso que ayuda a regular la flora intestinal: elimina el colesterol malo, ya que no deja que se pegue en los vasos sanguíneos; como resultado, hay una disminución de los niveles de colesterol (Rodríguez, 2013).

El contenido de vitamina C ayuda a contrarrestar los resfriados y contribuye a aliviar enfermedades artríticas, reumáticas y digestivas (gastritis, enteritis). La chirimoya tiene efecto antioxidante, importante aliado para el mantenimiento de la piel tersa y sin arrugas. Igualmente, por su riqueza en potasio y bajo aporte de sodio, resulta provechosa para las personas que sufren de hipertensión arterial o afecciones de vasos sanguíneos y corazón. El potasio ayuda a quienes padecen de insuficiencia renal y que requieren dietas especiales. Sin embargo, quienes toman diuréticos —que eliminan el potasio— se benefician de su consumo, ya que las chirimoyas tienen altos contenidos de este mineral.

Asimismo, el alto contenido de vitamina C ayuda a endurecer los huesos y dientes; ayuda también en la absorción del hierro de los alimentos y favorece a la resistencia a las infecciones. Se recomienda el consumo de chirimoya en uso pediátrico para un buen proceso de crecimiento o cuando existan enfermedades crónicas, ya que contiene fósforo y es saludable para niños y ancianos (Merodio y De La Plaza, 1997; Sucapuca, 2013).

Dicha fruta posee una acción tónica que impide el decaimiento y la fatiga; también sirve para combatir las depresiones. De hecho, a esta fruta se le atribuye una acción equilibradora del sistema nervioso, por lo que constituiría un excelente ansiolítico y tranquilizante, muy adecuado para el tratamiento de personas compulsivas.

Algunos productos extraídos de las semillas de la chirimoya han sido aplicados con éxito en investigaciones para el tratamiento de piojos, disentería, cefalalgias (dolores de cabeza), gota y cálculos. Este tesoro tropical cuenta con un componente natural hipotensor que activa la enzima nitrososintasa, un vaso dilatador, y favorece la excitación de forma natural, similar a los efectos provocados por el conocido viagra.

La pulpa de la chirimoya se usa en forma fresca como alimento, en elaboración de productos cosméticos e industriales, ya sea jugos (Figura 103), yogurt, helados, cremas, saborizantes, pastelería, panadería, licor, dulces y manjares (Vega, 2013).

**Figura 103.** Jugo de chirimoya



Fuente: Vega (2013).

## Industrialización

Geilfus (1994) señala que la chirimoya es muy importante para la economía y la agricultura de los pequeños productores. Es considerada de las mejores anonáceas, ya que tiene gran importancia comercial porque se la puede consumir fresca, en batidos, helados y postres, entre otros. Por su parte, Franciosi (1992) argumenta que para aumentar la exportación de chirimoya es necesario contar con infraestructura, técnicas de producción, maquinaria y logística de exportación vía aérea para consumo en fresco, además de que se incremente la superficie de plantaciones comerciales.

Los países productores de chirimoya deben industrializar la fruta; existen estudios que lo han hecho produciendo la pulpa, utilizando congelamiento instantáneo (IQF) a  $-38\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Gracias a este proceso se obtienen rodajas de pulpa, que se pueden almacenar, envasadas en fundas de polietileno 0.08 mm de espesor y almacenadas a  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$  por 120 días con el uso de aditivos para que no se deshidraten (Franciosi, 1992; Llique, 2016).

Por un lado, por ejemplo, Cobos (2015) realizó una crema a base de chirimoya, en donde se comprobaron las propiedades nutritivas y humectantes de la fruta con una duración de 24 horas. Por otro lado, la empresa “Éyone Cosmetics”, ubicada en Granada España, en 2015 creó y comercializó la primera crema facial basada en chirimoya, con el nombre de ChyrCream (Figura 104). La empresa señala que es una crema hidratante, regenerativa y con propiedades antioxidantes (Eyonecosmetics, 2015). Asimismo, Bolivia, en 2014, produjo pulpa, jugo y concentrado del fruto de chirimoya, ya que tuvo una producción de 2090 toneladas (Laguna, 2015).

En conclusión, industrializar la chirimoya además de las características organolépticas, presenta muchos beneficios nutricionales, alta rentabilidad para los productores de esta fruta, que en su mayoría son pequeños y medianos.

**Figura 104.** Crema de chirimoya



Fuente: Eyecosmetic (2015).

## Comercialización

De acuerdo con Guerrero (2012), en Ecuador la comercialización de la chirimoya se realiza principalmente en fresco. La mayor cantidad es destinada a supermercados, mercados informales y bordes de las carreteras del país de las zonas de producción (Figura 105 A y B). Los precios de la fruta varían de acuerdo con el lugar y la temporada; por ejemplo,

el kilogramo de chirimoya en los supermercados es de USD 4.28; en los mercados abiertos, USD 3.90 y en los bordes de las carreteras, USD 3.50, dando un promedio de USD 3.89 el kilogramo. A nivel de productor, varía entre USD 1.5 y 2 el kilogramo de fruta.

Un estudio realizado por Mera y Olmedo (2014) en Ecuador constata que los precios de la chirimoya van variando de acuerdo con el tamaño y la época; al por mayor, las frutas de 384 gramos tienen un valor de USD 0.34 y las de 500 gramos, USD 0.54. Los mismos autores indican que la chirimoya se comercializa al por menor en platos en donde vienen seis chirimoyas a USD 5 o una a USD 1 las de 500 gramos. En octubre inicia la cosecha y el costal de chirimoya tiene un valor de USD 80; en él vienen aproximadamente 100 o 150 frutas de 500 a 700 gramos. En febrero y marzo existe mayor cantidad de fruta, por lo que tiene un valor de USD 45; en agosto y septiembre existe escasez; se importa de Perú y se comercializa a un valor superior, llegando a costar USD 5 una unidad de 1 kg. Ecuador no exporta chirimoya, ya que toda su producción se comercializa en el mercado interno, principalmente en la ciudad de Guayllabamba, donde se distribuye a mayoristas y minoristas.

**Figura 105.** Comercialización de chirimoya en carreteras (A) y en los mercados (B) de Ecuador



A



B

Fuente: Sylva (2008).

La chirimoya ha logrado posicionarse en mercados internacionales, como España, Chile y Perú, con una alta demanda en países como Alemania, Canadá, Estados Unidos y Argentina (Barragán, 1999; Ilique, 2016). En América del Sur se pueden encontrar grandes producciones en Chile y Perú, con cultivos de chirimoya que llegan a las 1 600 ha, con la variedad Cumbe, ya que tiene alta calidad de exportación por sus características organolépticas: buen aroma, color, sabor y textura. Por ello, los productores manifiestan que producir chirimoya es altamente rentable, ya que existe una demanda cada vez mayor (Apaza, 2011).

Salazar (2012) señala que las chirimoyas deben estar bien embaladas en las cajas y protegidas para ser transportadas al mercado. Su embalaje debe ser uniforme y estar adecuadamente acomodado en los contenedores. Por su parte, los contenedores deben tener estampadas al menos en dos lados las instrucciones para el manipuleo durante el transporte. Las perspectivas de cultivo de la chirimoya son altas, ya que tienen muy buena aceptación en los mercados nacionales e internacionales.

De acuerdo con Gonzales (2015), las características que deben presentar estas frutas para exportación son 1) estar sanas, limpias y enteras, 2) no presentar material extraño, 3) no presentar lesiones causadas por el sol, 4) no presentar cicatrices ni heridas y 5) no presentar sabores y olores extraños.

Según Morales (2019), Chile es el país con mayor importación de chirimoya; le sigue Canadá, Italia y Holanda. Por lo tanto, resulta pertinente que se analice el tipo de mercado o consumidores, teniendo como referencia las características de estos mercados. El mismo autor señala que en el mercado chileno es muy apreciada su pulpa, ya que no

tienen frutos tropicales. Chile importa desde Perú 100 % de esta fruta en pulpa. El mercado canadiense es el segundo país de gran importancia para la exportación de chirimoyas peruanas y, finalmente, el mercado europeo considera a esta fruta de fácil consumo, de alto valor nutritivo y buen sabor (Tabla 47).

**Tabla 47.** Perú: principales mercados de exportación de chirimoya en 2017

País	Total (TM)		Total FOB (Miles USD)		Precio FOB (USD/kg)		Forma del fruto
	Total	%	Total	%	Precio	Modalidad	
Chile	90.87	75.3 %	204.64	65.9 %	2.25	Marítimo	Pulpa
Canadá	19.43	16.1 %	73.87	23.8 %	3.80	Aéreo	Fruta fresca
Italia	4.72	3.9 %	13.20	4.3 %	2.80	Aéreo	Fruta fresca
Holanda	4.46	3.7 %	16.23	5.2 %	3.64	Aéreo	Fruta fresca
España	1.06	0.9 %	2.18	0.7 %	2.06	Aéreo	Fruta fresca
Suiza	0.03	0.0 %	0.10	0.0 %	3.07	Aéreo	Fruta fresca
Francia	0.02	0.0 %	0.11	0.0 %	5.14	Aéreo	Fruta fresca
Estados Unidos	0.01	0.0 %	0.02	0.0 %	1.50	Aéreo	Fruta fresca

Fuente: Morales (2019).

Toro (2007) señala que, para comercializar en el mercado internacional, es importante tener en cuenta varios aspectos en el proceso productivo del fruto, como el manejo adecuado de la cosecha y postcosecha y tener la certificación de las BPA. El autor también resalta que la chirimoya tiene gran demanda insatisfecha a nivel mundial, porque presenta estacionalidad en la producción, precios y bajas superficies del cultivo en el mundo. Asimismo, explica que existe alta rentabilidad y una excelente alternativa es la industrialización de la fruta.

Además, si se utilizan nuevas técnicas en los cultivos, como la poda de formación y mantenimiento y control fitosanitario, polinización manual y

biotecnología de suelos, se tendrá frutas de mejor calidad para consumo en fresco; las frutas que presenten daños físicos se pueden procesar para obtener pulpa y jugo. Todo esto permitirá tener una mayor rentabilidad para los agricultores; además, los productores deben asociarse para tener mayores volúmenes de producción.

Los países que más demandan esta fruta son los que se presentan en la Tabla 48 (TradeMap, 2018).

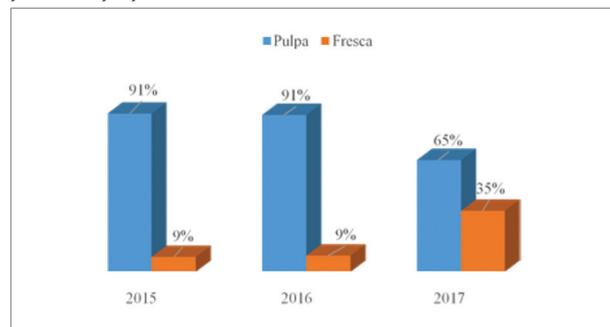
**Tabla 48.** Países importadores de fruta fresca de chirimoya (t) a nivel mundial, 2013-2017

Importador	2013	2014	2015	2016	2017
Total mundo	2 332.49	2 390	2 647	2 416	3 189
China	965.42	979.25	1 252.79	983.80	1 095
Hong Kong	280.8	221.53	196.82	151.12	215.9
Estados Unidos	141.756	160.51	155.54	174.06	188.1
Países Bajos	54.01	63.110	53.46	60.5	68.27
Arabia Saudita	64.103	52.494	53.37	54.12	67.74
Rusia	89.52	79.01	71.13	49.382	67.02
Emiratos Árabes	39.825	45.640	66.30	58.786	60.37
Alemania	51.32	55.796	57.10	51.57	49.45
Francia	34.125	33.207	28.86	37.209	41.048
Malasia	33.350	27.951	41.324	26.761	40.340
Italia	26.271	29.315	33.201	34.478	37.464
Tailandia	50.307	42.109	54.967	41.683	36.170
Nepal	4.203	6.341	9.529	10.739	31.275
Austria	22.709	15.784	19.328	23.689	25.854
Kuwait	10.263	15.985	54.386	48.390	25.085
Reino Unido	15.534	17.037	21.511	23.186	24.560
Singapur	26.558	27.422	27.703	20.976	23.697
Canadá	23.422	24.446	21.434	21.233	23.462
Belarús	8.776	11.326	8.444	21.696	22.620

Fuente: TradeMap (2018), Morales (2019).

Según Morales (2019), el precio internacional promedio del kilogramo de frutos de chirimoya es de USD 4, con una disminución del 9.5 % en el periodo de octubre de 2017 a octubre de 2018. El mismo autor evidencia que la chirimoya peruana es muy apetecida en el mercado internacional. Chile, España, Canadá, Italia, Estados Unidos y los Países Bajos son sus principales mercados en 2017 (Figura 106).

**Figura 106.** Proporción de la cantidad exportada de chirimoya peruana: pulpa vs. fruta fresca



Fuente: Trademap (2018).

Ecuador se encuentra en la posición 54 de 112 países, contribuyendo a la oferta mundial con tan solo el 0.058 %. El Banco Central del Ecuador señala que los principales países importadores de chirimoya ecuatoriana en 2005 fueron Estados Unidos, Arabia Saudita, España y Canadá (CORPEI, 2006; Guerrero, 2012).

Durante 2018, Perú logró exportar 208 670 kilogramos de chirimoya a Chile, España, Canadá, Italia y Países Bajos (Agraria.pe, 2018).

La cosecha de fruta de chirimoya en la Costa Tropical de España, principalmente en la región de Andalucía, se establece entre septiembre y abril con una producción anual que oscila entre los 40 y 50 millones de kilos de fruta (Estatista, 2023). La chirimoya se comercializa mayoritariamente en España. En cuanto a mercados internacionales se exporta entre el 10 y 20% de la producción a la Unión Europea, principalmente a Alemania y Reino Unido (Comercio Agrario, 2024).

Es importante destacar que España, mayor productor mundial de chirimoya, no consigue el éxito comercial debido a que esta fruta es aún desconocida, por lo que muchos agricultores están abandonando su cultivo a favor del aguacate y el mango, considerados de mayor rentabilidad comercial (Estatista, 2023).

En Ecuador, debido a la poca tecnología, la escasa producción y oferta de fruta, y de seguir esta tendencia, este frutal en el transcurso del tiempo está en camino a desaparecer como cultivo comercial y será limitado al traspaso de algunos productores. Por lo que es necesario generar tecnología, información y difundirla para la implementación de huertos, tomando en cuenta que en nuestro país esta fruta tiene actualmente buenos precios de comercialización y es rentable para el productor.

Por esta razón, los autores esperamos que esta publicación sea un aporte para los productores y todos los involucrados en la industria de la chirimoya en el país y la región.

# Glosario

**abono.**

Sustancia con que se aplica al suelo o a la planta para nutrirle.

**ácido abscísico.**

Fitohormona con importantes funciones dentro de la fisiología de la planta. Participa en procesos del desarrollo y crecimiento, así como en la respuesta adaptativa al estrés tanto de tipo biótico como abiótico.

**acodo.**

Método de propagación vegetal para producir plantas de origen asexual.

**almacenamiento.**

Condiciones ambientales favorables para preservar la calidad del producto.

**aluminio intercambiable.**

Aluminio que se desplaza de las arcillas por otros cationes; reacciona con el agua y libera hidrógenos.

**annonaceae.**

Familia de angiospermas que pertenecen al orden Magnoliales. Está formada de 130 géneros y unas 2 300 especies que se distribuyen por los trópicos del Nuevo y Viejo Mundo, hasta el norte de Australia y las islas del Pacífico.

**arvenses.**

Especies de plantas que crecen en los campos agrícolas.

**brote.**

Nuevos crecimientos de una planta.

**bsMB.**

Bosque seco montano bajo.

**canopia o dosel.**

Área de hojas y ramas que crean sombra debajo del árbol o grupo de árboles.

**capa freática.**

Acumulación de agua subterránea que se encuentra a una profundidad relativamente pequeña bajo el nivel del suelo.

**capacidad de intercambio catiónico.**

Propiedad química del suelo que se refiere a la cantidad total de cargas negativas que están disponibles sobre la superficie de las partículas en el suelo.

**catalizador.**

Proteína que acelera la velocidad de una reacción química específica en la célula.

**cationes.**

Átomos o grupos de átomos que tienen una carga eléctrica positiva.

**clorosis.**

Condición fisiológica anormal en la que el follaje produce insuficiente clorofila.

**coeficiente de cultivo (Kc).**

Describe la variación de agua extraída del suelo por la planta desde la siembra hasta la cosecha por efecto de la evaporación y la transpiración.

**conductividad eléctrica del suelo.**

Capacidad del agua disponible en el suelo para conducir una corriente eléctrica a través de los iones disueltos.

**crecimiento.**

Incremento en número y volumen de las estructuras de la planta; se cuantifica.

**defoliación.**

Eliminación de las hojas, ya sea por medios naturales, físicos u hormonales.

**desarrollo.**

Conjunto de modificaciones y cambios cualitativos que la planta experimenta durante el ciclo de vida.

**deterioro.**

Pérdida de la calidad de los productos por factores bióticos y abióticos.

**dicogamia.**

Condición en la que en una especie vegetal monoica existe una separación temporal en la maduración de los sexos dentro de la misma flor o planta.

**diferenciación floral.**

Cambio morfológico que ocurre en la yema al poco tiempo de producirse la inducción y que conduce a la aparición de primordios o rudimentos florales.

**dormancia.**

Período en el ciclo biológico de un organismo en el que el crecimiento, desarrollo y actividad física se suspenden temporalmente. Reduce drásticamente la actividad metabólica, permitiendo que el organismo conserve energía.

**Dormex.**

Fitorregulador que interviene en los procesos de diferenciación floral; químicamente, es cianamida hidrogenada estabilizada.

**ecodormancia.**

Ocurre cuando uno o más factores ambientales se hacen inapropiados para el metabolismo general de la planta, como es el caso de déficit de agua, nutrientes y temperaturas extremas, entre otros.

**enmienda del suelo.**

Las enmiendas son sustancias que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Pueden estar constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto (enmienda orgánica) o también mineral (enmienda química).

**erosión.**

Pérdida de la capa superficial del suelo por viento, agua, manipulación.

**escarificación.**

Técnica que permite reducir o eliminar la latencia y acelerar la germinación.

**especie perenne.**

Aquella que vive durante más de dos años o florece y produce semillas más de una vez en su vida.

**estrés hídrico.**

Respuesta a la escasez de agua, en donde la tasa de transpiración excede al ingreso de agua.

**evapotranspiración.**

Pérdida de agua del suelo (evaporación) y de la planta (transpiración).

**factores edáficos.**

Condiciones de suelo a las cuales se ve expuesta la planta.

**fecundación.**

Unión del material genético masculino con el femenino, dando inicio a un nuevo ser.

**fenología.**

Ciencia que describe los cambios de un ser con relación a factores climáticos y ambientales.

**fertiirrigación.**

Nutrientes que se aplican a los cultivos mediante el agua de riego.

**fitohormonas.**

Compuesto producido por la planta que actúa en bajas concentraciones y que incide en el crecimiento.

**flor.**

Estructura reproductiva de la planta.

**fotoperiodo.**

Tiempo diario que una planta está expuesta a luz.

**fotosíntesis.**

Proceso fisiológico donde el agua y el dióxido de carbono se combinan para formar carbohidratos y desprender oxígeno.

**fotosíntesis.**

Proceso químico que se produce en las plantas, las algas y algunos tipos de bacterias cuando se exponen a la luz del sol, cuyos productos son azúcares a partir de CO<sub>2</sub>, agua y luz.

**fruto sincarpo.**

Conjunto de frutos soldados entre sí, provenientes de la misma o de distintas flores.

**fruto.**

Se deriva del ovario de la flor fecundado y desarrollado.

**horizonte de suelo.**

Se llama horizonte a cada una de las capas que contiene el suelo, con unas características diferentes debido a su composición mineral, cantidad de materia orgánica, grado de descomposición de la roca y textura granulométrica.

**infiltración de agua.**

Proceso a través del cual el riego o agua de lluvia ingresa al suelo a través de la superficie, hacia sus capas inferiores, en forma vertical y horizontal.

**injertación.**

Método de propagación vegetativa de las plantas; para esto, un tejido procedente de una planta se pone en el patrón.

**madurez.**

Cuando el producto alcanzó la mayor acumulación de reservas.

**marchitamiento.**

Déficit hídrico de la planta.

**meristemos vegetativos.**

Responsables del crecimiento vegetal. Sus células son pequeñas, tienen forma poliédrica, paredes finas y vacuolas pequeñas y abundantes; se caracterizan por mantenerse poco diferenciadas.

**morfotipo.**

Grupo de organismos que no puede diferenciarse a simple vista o con herramientas sencillas, en sus taxones respectivos.

**paradormancia.**

Es una reacción que promueve el control del crecimiento, donde una señal bioquímica es originada en una estructura diferente a aquella en donde se manifiesta la detención de dicho crecimiento.

**plaga.**

Cualquier ser vivo que perjudica a una planta.

**poda.**

Corte selectivo de las partes de una planta con un propósito definido.

**polinización.**

Proceso que ocurre cuando el polen deja el estambre y llega al pistilo de la flor.

**polinización.**

Transferencia de granos de polen de la parte masculina de una flor (antera) a la femenina (estigma) de la misma flor o de otra.

**portainjerto.**

Denominado también “patrón”; es la planta en que se hace un injerto.

**postcosecha.**

Manejo adecuado de los productos agrícolas para su conservación.

**propagación.**

Actividades que se realizan para multiplicar las plantas de forma sexual o asexual.

**respiración.**

Se realiza por los estomas y lenticelas para el intercambio gaseoso: sale  $O_2$  y entra  $CO_2$ .

**sistema de conducción.**

Manejo que permite dirigir el crecimiento del árbol para un mayor rendimiento y facilidad de las labores culturales y de cosecha.

**solarización.**

Destrucción de la mayoría de los fitopatógenos, insectos y arvenses a través del incremento de la temperatura.

**sustrato.**

Medio donde crecen las plantas o semillas.

**transpiración.**

Pérdida de vapor de agua de las plantas hacia la atmósfera, a través de los estomas de las hojas principalmente.

**trasplante.**

Proceso de extracción de una planta del lugar donde está creciendo a otro.

**variabilidad genética.**

Diversidad en las frecuencias de los genes. La variabilidad genética puede referirse a las diferencias entre individuos o entre poblaciones.

**yema.**

Botón escamoso, normalmente alojado en nudos, que da origen a nuevas estructuras de las plantas.

## Reseñas profesionales

### Wilson Arturo Vásquez Castillo

Nació en Atuntaqui en 1959, PhD en Fisiología Vegetal del Imperial College de la Universidad de Londres en Reino Unido. Máster en Ciencias en la Universidad Antonio Narro, Coahuila México. Ingeniero Agrónomo, Universidad Central del Ecuador. Es docente-investigador de pregrado y posgrado en la Universidad de las Américas. Docente en la Escuela Politécnica del Ejército y la Universidad San Francisco de Quito. Gerente de Producción y Servicio y Líder del Programa Nacional de Fruticultura en INIAP. Consultor nacional e internacional sobre la producción de semillas de hortalizas. Tiene experiencia en planificación y ejecución de proyectos de investigación, producción. En la actualidad lidera proyectos para la domesticación de especies nativas: variabilidad genética, fenotípica de la guayusa (*Ilex guayusa*) y BPA en las chacras de las comunidades quichuas de la Amazonía. Potenciación del mortiño (*V. floribundum* Kunth) en los andes ecuatorianos. Biocontrol de plagas en frutales. Aplicación de métodos alternativos para el control de las podredumbres en la postcosecha de frutas andinas y tropicales. Expositor en simposios nacionales e internacionales sobre producción sustentable de cultivos y manejo integrado de cultivos. Cuenta con más de 70 publicaciones en revistas científicas indexadas, libros, sección de libros y publicaciones para difusión de resultados de investigación.

### Pablo Francisco Viteri Díaz

Ingeniero agrónomo (Universidad Central del Ecuador), nacido en Quito en 1961, con estudios de posgrado en Protección de cultivos (ESPE) y Suelos y Nutrición de plantas (UCE). Investigador del Programa de Fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) desde 1988. Tiene experiencia en frutales andinos (tomate de árbol, mora, naranjilla, chirimoya), perennes y de hoja caduca de bajo requerimiento de frío en áreas de manejo agronómico, mejoramiento genético, fisiología y nutrición en las granjas experimentales Tumbaco-Pichincha y La Pradera-Imbabura. Se ha capacitado en fruticultura en Ecuador, Brasil, Colombia, Chile, México. Ha participado en la generación y ejecución de Proyectos de Investigación y Producción con organismos como la Agencia Suiza Para el Desarrollo y Cooperación (COSUDE), Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), Programa Internacional Coreano para la Agricultura y Tecnología (KOPIA) de Corea, Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT, Ecuador), Departamento de Agricultura (USDA, Estados Unidos), Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID, España), Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA, Brasil). Ha publicado artículos en revistas indexadas, libros y manuales de varios frutales, elaboración de documentos técnicos. Participación en eventos de difusión y capacitación a nivel nacional e internacional. Actualmente, es el responsable del Programa de Fruticultura (EESC) del INIAP.

## **William Fernando Viera Arroyo**

Nacido en 1977 en Quito (Ecuador), Máster en Fitomejoramiento por Lincoln University (Nueva Zelanda). Investigador agrícola del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Tiene publicaciones técnicas para el manejo de cultivos frutales y artículos científicos (> 90) sobre investigación en el sector agrícola. Ha recibido reconocimientos: Master of Science con honores en Lincoln University (Nueva Zelanda), Investigador Destacado INIAP período 2014 a 2016, reconocimiento al Mérito Científico en 2019 y 2022. Su experiencia laboral hasta la actualidad es de Coordinador Nacional del Programa de Fruticultura para la ejecución de proyectos y actividades de investigación. Ha participado en proyectos de investigación y en cooperación con organismos internacionales, en temas relacionados a producción integrada de frutas, manejo integrado de plagas, control biológico y manejo agronómico de frutales tropicales, andinos y amazónicos. Actualmente es candidato a PhD por la Universidad de Tokio, en Japón.

## **Evelin Alexandra Tamayo Gutiérrez**

Nació en Quito en 1982. Doctora en Ingeniería Industrial, Magister en Gestión de Proyectos Socio Productivos e Ingeniera Agropecuaria. Docente de la Universidad de las Américas en la carrera de Ingeniería Agroindustrial. Especialista en producción orgánica de alimentos y manejo de la cadena de valor desde producción primaria hasta producto con valor agregado. Coordinadora del área de Vinculación con la Comunidad de la carrera, dando apoyo en proyectos agro-productivos rurales en diferentes provincias del país. Ha desarrollado investigación sobre biomateriales lignocelulósicos que puedan reemplazar funcionalmente a los plásticos de un solo uso. Directora de 17 tesis de pregrado y una de postgrado relacionadas con el ámbito agroindustrial.

## **Paúl Ricardo Mejía Bonilla**

Nació en 1979, en Ambato, Tungurahua. Ingeniero Agropecuario por el Instituto Agropecuario Superior Andino (IASA-ESPE), Magister en Fisiología y Producción Vegetal, Fruticultura por la Pontificia Universidad Católica de Chile; tiene una especialización técnica en Siembra, Cultivo, y Extracción de Cannabis por la UDLA. Actualmente, es investigador del Programa de Fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Ha desarrollado trabajos de investigación enfocados en manejo agronómico, incremento de productividad y calidad de frutales de hoja caduca, evaluación de segregantes y materiales promisorios de frutales andinos (mora de Castilla, tomate de árbol y naranjilla) y de hoja persistente (aguacatero). Ha participado en proyectos de investigación llevados a cabo por instituciones como INIAP-Ecuador, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), Comisión Interamericana del Atún Tropical (CIAT), Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Pontificia Universidad Católica de Chile-Laboratorio de Frutales de Hoja Caduca, Fundación para la Innovación Agraria (FIA, Chile) y sector privado. Ha publicado artículos en revistas indexadas, libros y manuales de frutales: ha elaborado documentos técnicos. Ha participado en eventos de difusión y capacitación a nivel nacional e internacional.

## **María Raquel Meléndez-Jácome**

Nació en la ciudad de Quito, Ecuador en 1976. Estudió Ingeniería Agronómica en la Universidad EARTH de Costa Rica, con posteriores especializaciones en Maestría en Protección Vegetal y Fito-farmacia en Bélgica. Desde que se vinculó con la academia, ha venido trabajando en frentes relacionados con plantas y alimentos. Tiene publicaciones científicas en el ámbito del manejo de plantaciones comerciales y conservación de la biodiversidad. Desde 2012, trabaja en la Universidad de las Américas, en la Carrera de Ingeniería Agroindustrial apoyando en asignaturas del eje de Ciencias Biológicas y Ciencias Aplicadas.

## **Jorge Luis Merino Toro**

Nació en 1982. Es Doctor en Ciencias de la Agronomía; Magister en Gestión de Proyectos Socio Productivos e Ingeniero Agrónomo con formación multidisciplinaria en Investigación Agropecuaria, Transferencia de Tecnología, Producción de Semillas, Planificación y Economía Agrícola, vinculado al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias desde 2009. Actualmente, desde la Granja Experimental Tumbaco del Programa de Fruticultura INIAP, lidera proyectos de investigación en el rubro cáñamo medicinal y en frutales: tomate de árbol, naranjilla y aguacate. Tiene publicaciones en revistas indexadas, ha elaborado documentos técnicos y ha participado en congresos como asistente y ponente.

## **Yamil Everaldo Cartagena Ayala**

Nació en 1970 en Otavalo, Imbabura. Doctor y Maestro en Ciencias en Edafología en la especialidad de Nutrición de Plantas en el Colegio de Postgraduados en México. Especialista en Nutrición de Plantas y Suelos e Ingeniero Agrónomo por la Universidad Central del Ecuador. Profesor de las cátedras de Nutrición de Plantas y Suelos en Pregrados de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela Politécnica Nacional y Pontificia Universidad Católica, Sede Ibarra. Realiza investigación en las áreas de conservación de suelos, nutrición vegetal y riego. Su experiencia en investigación la desarrolla en el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en el Departamento de Manejo de Suelos y Aguas. Tiene capacitaciones profesionales en Colombia, México, Brasil, Cuba, Chile, Costa Rica, Uruguay y Estados Unidos. Autor, coordinador y colaborador de varios proyectos de investigación y desarrollo agrícola. Trabaja en el manejo eficiente del suelo, el agua de riego y la nutrición adecuada para los cultivos.

## **Michelle Alejandra Noboa Basantes**

Nació en Quito en 1991. Es ingeniera y agrónoma por la Universidad Central del Ecuador y máster en Desarrollo Territorial Rural (FLACSO). Técnica del Programa de Fruticultura del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Tiene experiencia en biología y manejo integrado de plagas de frutales andinos (naranjilla, tomate de árbol y mora). Ha participado en Proyectos de Investigación con entidades como: Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO), AgResearch, de Nueva Zelanda, SENESCYT, de Ecuador, y Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), de España. Tiene publicaciones en revistas indexadas. Ha participado en eventos de capacitación y difusión de resultados a nivel nacional.

## Índice de figuras

- 21 **Figura 1.** Distribución del cultivo de chirimoya en el mundo
- 24 **Figura 2.** Producción de chirimoya en Ecuador expresada en toneladas
- 24 **Figura 3.** Sistemas de producción de chirimoya en Pichincha
- 24 **Figura 4.** Labores culturales frecuentes en chirimoya
- 25 **Figura 5.** Principales plagas del cultivo, porcentaje de control y pérdidas
- 25 **Figura 6.** Lugar de venta de la producción de fruta de chirimoya por parte de los productores
- 25 **Figura 7.** Principales requerimientos de los productores
- 26 **Figura 8.** Venta de producción de chirimoya al consumidor en Ecuador
- 26 **Figura 9.** Producción de chirimoya en las parroquias del cantón Quito
- 26 **Figura 10.** Edad promedio de los productores de chirimoya – Pichincha
- 27 **Figura 11.** Género y escolaridad de productores y comerciantes de chirimoya en 2008
- 27 **Figura 12.** Nivel de educación de los productores de chirimoya en la provincia de Pichincha en 2012
- 28 **Figura 13.** Origen de las plantas para el establecimiento del huerto
- 28 **Figura 14.** Razones de importancia para producir chirimoyas
- 33 **Figura 15.** A: Área foliar mostrando la copa, B: Altura de planta del árbol de chirimoya
- 34 **Figura 16.** Raíz ramificada del chirimoyo
- 34 **Figura 17.** A: Tallo principal, con sus ramas primarias y secundarias. B: Ramas terciarias verticales y curvadas del chirimoyo
- 35 **Figura 18.** A: Hojas jóvenes. B: Hojas maduras en las ramas terciarias del árbol de chirimoya
- 36 **Figura 19.** Tipos de yema. A y B: Yemas florales. C: Yema vegetativa. D: Yemas mixtas en las ramas del chirimoyo
- 37 **Figura 20.** Meristemos con diferenciación floral a 4.5 (A) y 5.5 meses después del apareamiento de la yema floral (B)
- 37 **Figura 21.** Estados fenológicos de la flor. A: En estado hembra. B: Estructuras reproductivas femeninas. C: Estructuras reproductivas masculinas. D: Estado macho, con los estambres libres
- 38 **Figura 22.** A: Granos de polen en tétradas. B: Germinación grano de polen mostrando el tubo polínico
- 41 **Figura 24.** Curva de crecimiento en diámetro ecuatorial del fruto de cinco cultivares de chirimoya
- 42 **Figura 25.** Tipo de exocarpo
- 42 **Figura 26.** Forma lisa
- 42 **Figura 27.** Forma impresa
- 42 **Figura 28.** Forma umbonata
- 43 **Figura 29.** Forma tuberculata

- 43 **Figura 30.** Forma mamillata
- 43 **Figura 31.** A: semillas frescas. B: Semillas maduras
- 49 **Figura 32.** A. Cultivar San José de Minas. B. Cultivar MAG – Tumbaco. C. Cultivar Loja. D. Cultivar Fabulosa y E. Cultivar Paute
- 54 **Figura 33.** Ciclo fenológico de la flor y el fruto del cultivar MAG - Tumbaco
- 54 **Figura 34.** Ciclo fenológico de la flor y el fruto del cultivar Paute
- 58 **Figura 35.** Semillas de chirimoya con ceniza
- 59 **Figura 37.** Semillas de chirimoya en camas (A) y en fundas (B)
- 60 **Figura 38.** Preparación de la púa, A y B: Corte del patrón, C: Colocación de púa en patrón, D: Amarre con cinta plástica y E: Injertos con fundas transparentes de la plántula de chirimoya
- 61 **Figura 39.** Plantas de chirimoyo listas para trasplante definitivo
- 62 **Figura 40.** Rastra de disco durante la preparación del suelo
- 63 **Figura 41.** Marcos de plantación y distancias tradicionales
- 63 **Figura 42.** Distancias de plantación de alta densidad
- 63 **Figura 43.** Representación del trazado huerto de chirimoya
- 64 **Figura 44.** Plantación 8 x 8 m (A) y 6 x 8 m (B) con manejo de poda
- 64 **Figura 45.** Líneas guía marcadas con estacas
- 66 **Figura 47.** Aplicación de abono en el fondo de manera uniforme
- 66 **Figura 48.** Aplicación de fertilizante en el fondo de manera uniforme en el lugar donde irá la planta
- 67 **Figura 49.** Aplicación del estiércol de corral en el fondo
- 67 **Figura 50.** Aplicación de tierra de mejor calidad alrededor de la planta
- 73 **Figura 51.** Deficiencias de minerales en el chirimoyo
- 75 **Figura 52.** A, B: Recorrido en zig-zag, división del terreno en lotes para muestreo
- 76 **Figura 53.** A: Muestreo de suelo con barreno. B: Muestreo con pala de desfonde
- 76 **Figura 54.** A: Herramientas para muestreo establecido. B: Muestreo en huerto establecido
- 83 **Figura 55.** Riego en las plantaciones de chirimoya
- 85 **Figura 56.** Estados fenológicos de la chirimoya
- 86 **Figura 57.** Bandeja “Clase A” para medir evaporación
- 89 **Figura 58.** Riego por gravedad en coronas (A) y por goteo (B)
- 91 **Figura 59.** Poda de formación en el chirimoyo
- 92 **Figura 60.** Formación de plantas de chirimoya en vaso (A), ingreso de luz al interior (B)
- 95 **Figura 61.** Intercepción de luz en poda para la formación de los árboles en líder central
- 96 **Figura 62.** A: Poda de mantenimiento inicial y B: poda final en el chirimoyo. Sistema de conducción en copa
- 96 **Figura 63.** Poda de fructificación en el chirimoyo
- 98 **Figura 64.** A: En árboles muy altos, viejos. B: Enfermos o debilitados óptimos a poda de renovación
- 98 **Figura 65.** A: Rebaje de ramas principales. B y C: Reacción de la brotación posterior a la poda
- 99 **Figura 66.** Parte dorsal y ventral masculino del insecto *Carpophylus hemipterus*
- 100 **Figura 67.** A: Frutos generados por polinización manual. B: fruto generado por polinización libre
- 101 **Figura 68.** A: Flor en estado prehembra. B: Flor en estado hembra. C: Estambres y pistilos visibles en estado hembra. D: Flor en estado macho. E: Estambres y pistilos visibles en estado macho
- 102 **Figura 69.** Flores cosechadas en estados hembra
- 102 **Figura 70.** Separación de conos florales y pétalos
- 103 **Figura 71.** A: Recolección de estambres. B: Polen y estambres obtenido en una superficie limpia y lisa
- 104 **Figura 72.** A: Polinización manual con pincel. B: planta de chirimoya etiquetada
- 104 **Figura 73.** Polinización manual con insuflador

- 109 **Figura 74.** Defoliación natural parcial
- 109 **Figura 75.** Planta desorganizada en emisión de flores y frutos
- 112 **Figura 76.** Rama con escasa brotación de yemas
- 115 **Figura 77.** A. Inducción y brotación uniforme. B. Floración y brotación equilibradas
- 115 **Figura 78.** Lotes por defoliarse y defoliados desfasados
- 116 **Figura 79.** Brotes foliares. A: Yema terminal dormancia. B: Hojas viejas amarillentas. C: Yemas café maduras
- 120 **Figura 80.** Poda de formación
- 120 **Figura 81.** Formación en “spindle”
- 122 **Figura 82.** Conducción en vaso
- 123 **Figura 83.** Apertura de ramas
- 123 **Figura 84.** Colocación de peso en ramas
- 123 **Figura 85.** Brotación de yemas bajas
- 123 **Figura 86.** Brotación de ramas secundarias
- 130 **Figura 87.** Adulto de mosca de la fruta
- 130 **Figura 88.** Control químico.
- 131 **Figura 89.** Trampa MacPhail
- 131 **Figura 90.** Trampa casera
- 131 **Figura 91.** Frutos de chirimoya enfundados para el control de mosca de la fruta
- 132 **Figura 92.** Hormiga
- 132 **Figura 93.** Daño generado por minador
- 133 **Figura 94.** Daño generado por cochinilla
- 134 **Figura 94.** Fruto con daño de antracnosis
- 134 **Figura 95.** Daño por roya
- 134 **Figura 96.** Manchas necróticas causadas por *Alternaria alternata*. Hojas (A) y fruto (B)
- 137 **Figura 97.** Comportamiento de las fitohormonas durante el proceso de fructificación del chirimoyo
- 138 **Figura 98.** A: Fenología reproductiva flor-fruto del cultivar MAG - Tumbaco. 2006 y B: Fenología reproductiva flor-fruto del cultivar Paute. 2006
- 138 **Figura 99.** Frutos cosechados en madurez fisiológica
- 140 **Figura 100.** Diseño en caja de madera (A) y en caja de cartón corrugado para despacho de chirimoya (B)
- 141 **Figura 101.** Cambio de color de la chirimoya
- 144 **Figura 102.** Pulpa de chirimoya
- 146 **Figura 103.** Jugo de chirimoya
- 146 **Figura 104.** Crema de chirimoya
- 147 **Figura 105.** Comercialización de chirimoya en carreteras (A) y en los mercados (B) de Ecuador
- 149 **Figura 106.** Proporción de la cantidad exportada de chirimoya peruana: pulpa vs. fruta fresca

## Índice de tablas

- 22 **Tabla 1.** Principales países productores de chirimoya 2005
- 23 **Tabla 2.** Principales países productores de chirimoya
- 23 **Tabla 3.** Estadísticas de producción de chirimoya en Ecuador
- 31 **Tabla 4.** Clasificación taxonómica del chirimoyo
- 32 **Tabla 5.** Lista de descriptores mínimos altamente discriminantes para el chirimoyo
- 41 **Tabla 6.** Diámetro del fruto de cinco cultivares de chirimoya en Tumbaco
- 41 **Tabla 7.** Tipo de exocarpo de la chirimoya
- 45 **Tabla 8.** Características morfoagronómicas de los grupos 1, 2 y 3, morfotipo 1, 2, 3, 4 y 5
- 48 **Tabla 9.** Características físicas y químicas del fruto de cinco cultivares de chirimoya
- 49 **Tabla 10.** Características físicas del fruto del clon de chirimoya INIAP Fabulosa 2015
- 50 **Tabla 11.** Características químicas y nutricionales de la pulpa del clon de chirimoya INIAP Fabulosa 2015
- 52 **Tabla 12.** Peso promedio del fruto (g) y rendimiento (kg/pl) de cinco cultivares de chirimoya (Tumbaco, Pichincha 2006)
- 52 **Tabla 13.** Rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) anual y promedio del clon INIAP Fabulosa 2015 en tres localidades (2013-2014)
- 53 **Tabla 14.** Comportamiento fenológico de la chirimoya
- 55 **Tabla 15.** Ciclo fenológico de cinco cultivares de chirimoya
- 64 **Tabla 16.** Marcos de plantación de chirimoyo
- 70 **Tabla 17.** Nutrientes minerales esenciales para las plantas
- 73 **Tabla 18.** Elementos esenciales para el crecimiento vegetal y sus fuentes
- 74 **Tabla 19.** Clave para identificar deficiencias
- 77 **Tabla 20.** Niveles adecuados de macro y micronutrientes en hojas de chirimoya
- 78 **Tabla 21.** Recomendación de fertilización para establecimiento y mantenimiento del huerto de chirimoya
- 79 **Tabla 22.** Recomendación de fertilización anual de la chirimoya
- 79 **Tabla 23.** Fertilización nitrogenada en chirimoya
- 80 **Tabla 24.** Programa de fertilización en el cultivo de chirimoya
- 80 **Tabla 25.** Plan de fertilización de árboles adultos mayores a 8 años
- 81 **Tabla 26.** Cantidad de nutrientes que la chirimoya extrae
- 86 **Tabla 27.** Valores del coeficiente de cultivo (Kc) del chirimoyo, adaptados a las etapas fenológicas de los valles subtropicales de Ecuador
- 87 **Tabla 28.** Aportes hídricos mensuales en una hectárea de chirimoya en producción

- 88 Tabla 29.** Rango de agua fácilmente aprovechable (AFA) en suelo de diferente textura (PSM = 0.5; sin piedras, se usa una fracción de agotamiento P de 0.4)
- 105 Tabla 30.** Promedios y porcentajes de flores persistentes y frutos cuajados a los 15, 30, 45 y 60 DDP mediante métodos naturales y artificiales. Tukey (0.05)
- 105 Tabla 31.** Promedios y porcentajes de variables de calidad (forma y tamaño) de frutos de chirimoya a los 90 DDP generados a partir de métodos naturales y artificiales de polinización. Prueba de comparación de medias Tukey (0.05)
- 112 Tabla 32.** Duración del período de flor a cosecha en cinco cultivares de chirimoya
- 113 Tabla 33.** Promedios de tres variables agronómicas y costos de los defoliantes e inductores de brotación en el genotipo San José de Minas-M1
- 114 Tabla 34.** Promedios de tres variables agronómicas y costos de los tratamientos del genotipo MAG Tumbaco-T61.
- 115 Tabla 35.** Desfasamiento de la producción para la obtención de fruta fuera de época (Tumbaco- INIAP)
- 122 Tabla 36.** Productividad (ton/ha) de las densidades de plantación y sistemas de conducción
- 124 Tabla 37.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x1 m (2 500 p/ha)
- 124 Tabla 38.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x 2 m (1250 p/ha).
- 125 Tabla 39.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en densidad media 4 x 4 m (625 p/ha)
- 125 Tabla 40.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en baja densidad 4 x 6 m (417 p/ha)
- 126 Tabla 41.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en distintas densidades de plantación
- 139 Tabla 43.** Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo con su tasa de producción de etileno
- 141 Tabla 44.** Calidad física de los frutos de chirimoya de acuerdo con el peso y calibre
- 142 Tabla 45.** Propiedades físico químicas de tres variedades de chirimoya (*Annona cherimola* Mill)
- 143 Tabla 46.** Composición de 100 g de pulpa de chirimoya (parte comestible sin semillas)
- 148 Tabla 47.** Perú: principales mercados de exportación de chirimoya en 2017
- 149 Tabla 48.** Países importadores de fruta fresca de chirimoya (t) a nivel mundial, 2013-2017
- 149 Tabla 48.** Países importadores de fruta fresca de chirimoya (t) a nivel mundial, 2013-2017
- 114 Tabla 34.** Promedios de tres variables agronómicas y costos de los tratamientos del genotipo MAG Tumbaco-T61
- 115 Tabla 35.** Desfasamiento de la producción para la obtención de fruta fuera de época (Tumbaco- INIAP)
- 122 Tabla 36.** Productividad (ton/ha) de las densidades de plantación y sistemas de conducción
- 124 Tabla 37.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x1 m (2 500 p/ha)
- 124 Tabla 38.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en alta densidad 4 x 2 m (1250 p/ha)
- 125 Tabla 39.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en densidad media 4 x 4 m (625 p/ha)
- 125 Tabla 40.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en baja densidad 4 x 6 m (417 p/ha)
- 126 Tabla 41.** Rendimientos promedio de plantas de chirimoya en distintas densidades de plantación
- 138 Tabla 42.** Ciclo fenológico de cinco cultivares de chirimoya
- 139 Tabla 43.** Clasificación de productos hortofrutícolas de acuerdo con su tasa de producción de etileno
- 141 Tabla 44.** Calidad física de los frutos de chirimoya de acuerdo con el peso y calibre
- 142 Tabla 45.** Propiedades físico químicas de tres variedades de chirimoya (*Annona cherimola* Mill)
- 143 Tabla 46.** Composición de 100 g de pulpa de chirimoya (parte comestible sin semillas)
- 148 Tabla 47.** Perú: principales mercados de exportación de chirimoya en 2017
- 149 Tabla 48.** Países importadores de fruta fresca de chirimoya (t) a nivel mundial, 2013-2017

## Referencias

- Acosta, M., Galárraga, O. (2011). Efecto de la siembra directa sobre el suelo, desarrollo y rendimiento de dos ciclos sucesivos de maíz, bajo diferentes arreglos de siembra y formas de aplicación de nitrógeno. [https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4985/1/T-ESPE- % 20IASA % 20II- % 20002394.pdf](https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/4985/1/T-ESPE-%20IASA%20II-%20002394.pdf)
- Ader la Palma. (2011), Video divulgativo por la Asociación para el Desarrollo Rural de la Isla de La Palma [https://www.youtube.com/watch?v = K8JkBpZrz4o](https://www.youtube.com/watch?v=K8JkBpZrz4o)
- Agraria.pe (2018). Importante incremento en la exportación de chirimoya y guanábana. <https://agraria.pe/noticias/importante-incremento-en-la-exportacion-de-chirimoya-y-guana-18238>
- Agraria.pe. (2013). Artículo Periodístico: Asociaciones Impulsarán Gremio de Chirimoya. <http://agraria.pe/noticias/asociaciones-impulsaran-gremio-dechirimoya-4457>
- Agriculturers (2018). Síntomas que indican deficiencias de potasio. <https://agriculturers.com/sintomas-que-indican-deficiencias-de-potasio/>
- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology. Quinta Edición*. Elseiver Academic Press: Massachusetts.
- Agustí, M. (2004). *Fruticultura*. Madrid: ES Aedos.
- Agustí, M. (2010). *Fruticultura*. Madrid: Mundi-Prensa. España.
- Agustín, J A. 1997. El cultivo del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill) en el estado de Michoacán, México. *Proc. Amer. Soc. Trop. Hort.* 41: 152-161
- Alania, E. (2014). Poda y polinización en el cultivo de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). <https://es.calameo.com/read/003456903963a646e7d01>
- Alarcón, A. (2001). El boro como nutriente esencial. <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/Boro-comonutrienteesencial.pdf>
- Almaguer Vargas, G. 1998. *Principios de Fruticultura. 3ra ed.* Mundi Prensa.
- Amezcu, J., Lara, M. (2017). El zinc en las plantas. [https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68\\_3/PDF/zinc\\_plantas.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_3/PDF/zinc_plantas.pdf)
- Anaya, M. E. (1995). “Nutrición del manzano y fundamentos técnicos para su fertilización”. En: Aristizabal, L. M., Villegas, E. B. y Noreña, E. C. A. (Eds.). *Segundo Simposio Internacional sobre Manzano. Memorias Universidad de Caldas*. Corporación para el Desarrollo de Caldas. Manizales: Artes Gráficas Tizán, pp. 1-22.

- Anderson, C., Banfi, G., Beñatena, H., Casafus, C., Costa, N., Danos, E., Fabiani, A., Garran, S., Larocca, L., Marco, G., Messina, M., Mika, R., Mousques, J., Plata, M., Ragone, M., Rivas, R., Vaccaro, N., Vazquez, D. (1996). *Manual para productores de naranja y mandarina de la región del río, Uruguay*. Concordia: INTA: Concordia.
- Andino, F. (2014). *Determinación de la eficiencia de cuatro niveles de flores polinizadas, utilizando dos métodos de polinización manual, en chirimoya (Annona cherimola Mill)*, Guachapala-Azuay-Ecuador. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21063/1/tesis.pdf>
- Andrade, R. (2009). *Caracterización morfológica y molecular de la colección de chirimoya (Annona cherimola Mill) en la Granja Experimental Tumbaco INIAP-Ecuador*. Tesis de Ingeniería en Biotecnología. Sangolquí: ESPE.
- Apaza, O. (2011). Identificación de plagas insectiles en el cultivo de chirimoya (*Annona cherimola*) en la localidad de Sorata. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/7431/T1581.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Arias, A. y Jinez, J. (2004). *Manejo integrado de mosca de la fruta en el litoral ecuatoriano*. Guayaquil: INIAP.
- Arribasplata, R. (2013). Efecto de la aplicación foliar de calcio, en pre cosecha, en la calidad de fruta del cultivo de chirimoya (*Annona cherimola Mill*). Universidad Nacional de Cajamarca. [http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/396/T\\_F04\\_A775\\_2013.pdf?sequence=1](http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/396/T_F04_A775_2013.pdf?sequence=1)
- Atiencia, V. (2010). Estudio de la viabilidad del polen de chirimoya (*Annona cherimola mill*) almacenado en condiciones ambientales y controladas, como base para la polinización manual en la granja Tumbaco del programa de fruticultura del INIAP, Tumbaco-Ecuador. <http://dspace.ueb.edu.ec/bitstream/123456789/1172/1/154.pdf>
- Badillo, A. (2016). Evaluación del aporte de gallinaza fresca en el rendimiento del cultivo de maíz (zea maíz) variedad INIAP 122, en dosis diferentes, en la parroquia Malchinguí, cantón Pedro Moncayo, Provincia Pichincha. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10735/1/INFORME%20FINAL%20DE%20TESIS%20MAIZ%20%2012-01-2016.pdf>
- Barragán, E., Gómez, L. E., Lozano, M. D., Mendoza, L. A., Ramírez, L. E., & Rivera, J. J. (1999). *Manejo integrado del cultivo de la mora (módulo instruccional)*. Tecnimpresos; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).
- Barrientos, A. F., González-Andrés, F. y Gallegos-Vázquez, C. (2004). Variación morfológica de la hoja del chirimoyo. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2003.10.065>
- Bataller, V. (2014). El calcio y su asimilación por parte de las plantas. *Cannabis Magazine: La revista de los profesionales y amantes del cáñamo*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4813146>
- Bautista, J. (2014). *Evaluación de tratamientos pregerminativo para estimular la germinación en dos variedades de Chirimoya (Annona cherimola mill.) en la localidad de Torrempa Provincia Loayza*. Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/4227/T1914.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bellotto, F. A. y Manica, I. (1994.) "Clima e Solo". En I. Manica (Ed.). *Fruticultura-cultivo das Anonáceas (Ata-Cherimólia-Graviola)*. Porto Alegre, p. 13-17.
- Benavides, A. (1998). El azufre en las plantas. [http://intranet.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El\\_azufre\\_en\\_plantas.pdf](http://intranet.exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/El_azufre_en_plantas.pdf)

- Benítez, E., Viera, W., Garrido, P., Flores, F. (2020). "Current research on Andean fruit crop diseases". En: Chong, A. P., Newman, D. J., Steinmacher, D. A. (Eds.), *Agricultural, Forestry and Bioindustry Biotechnology and Biodiscovery*. Springer: Cham, Switzerland. pp. 387-401.
- Bertsch, F. (1986). *Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica*. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Escuela de Fitopatología, Programa de Comunicación Agrícola.
- Bioversity International and CHERLA (2008). Descriptors for Cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) Bioversity International. Rome: CHERLA Project.
- Bloodnick, E. (2021). Rol del potasio en el cultivo de plantas. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-potasio-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Bonaventure, L. (1999). *A cultura da cherimola e de seu híbrido a atemóia*. Sao Paulo, Brasil, Nobel.
- Bonilla, S. (2018). Efecto del 1-Metilciclopropeno en la inhibición del etileno en la maduración de Chirimoya (*Annona cherimola* Mill). <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16585/1/T-UC-0004-CAG-026.pdf>
- Brady, N.C.; Weill, R.Y. (2002). *The nature and properties of soils. 13a Edición*. New Jersey: Prentice Hall.
- Brinceño, A. (2014). Observaciones preliminares sobre el minador de la chirimoya, *Phyllocnistis* sp. (Lepidoptera-Gracilariidae). *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 6(3): 827-832.
- Brito, B. y Cajas, P. (2015). Informe Técnico INIAP. Actividad: Determinación de las características fisicoquímicas y estudio del comportamiento poscosecha de dos nuevas variedades de chirimoya, provenientes de la provincia del Azuay. Proyecto Cambio de la Matriz Productiva – Agroindustria.
- Brito, B., Cajas, P., Rosales, C., Ortiz, B. (2015). *Informe Técnico del Departamento de Nutrición y Calidad*. INIAP.
- Brito Grandes, B. Vaillant, F., Espín, S., Lara, N., y Valarezo Concha, M.A. (2001). Informe final del Proyecto IQ-CV-077: "Aplicación de nuevas tecnologías agroindustriales para el tratamiento de frutas tropicales y andinas para exportación" [CD]. Quito: INIAP/CIRAD-FLHOR.
- Brito, B., Rodríguez, M. (2004). Aplicación de tecnologías agroindustriales para el tratamiento de la guayaba con fines de exportación. Quito: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Departamento de Nutrición y Calidad. Plegable.
- Brunnet, F. (2001). *Evaluación técnica de cinco sistemas de poda de árboles adultos de palto (Persea americana Mill) Hass en la zona de Quillota, Chile*.
- Buban, T. y Faust, M. (1982). Flower bud induction in apple trees: Internal control and differentiation. *Horticultural Reviews* 4: 174-203.
- Cabrera, D., Formento, A. y Rodríguez, P. (2008). Sistemas de conducción y poda. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8749/1/bd-108-p.165-194.pdf>
- Cakmak, I. e Yazici, A. (2010). Magnesium: A Forgotten Element in Crop Production. *Better Crops* 94 (2):23-25.
- Cañadas, L. (1983). *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Quito: MAG- PRONAREG.
- Casierra, F., Sepúlveda, C. y Aguilar, O. (2008). Brotación del manzano (*Malus domestica* Borkh), cv. Anna en respuesta a la época de defoliación. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 11(1), 113-122.

- Castillo, P., Muñoz, R., Rubí, M., Cruz, J. (1997). Métodos de propagación del chirimoyo (*Annona cherimola* M.). *Revista Chapingo Serie Horticuultura* 3(2):59-62.
- Castro, J. (2007). *Cultivo de la Anona (Annona cherimola, Mill)*. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería. Fundación para el Fomento y Promoción de la Investigación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria en Costa Rica.
- Cautín, R. (2008). *Propuesta de un nuevo sistema de conducción en alta densidad de cultivo del chirimoyo (annona cherimola m.). sus efectos sobre factores microambientales, fisiológicos y productivos*. Valencia: Universitat Politècnica de València
- Cautín, R. (2007). “Distancias de plantación, poda y sistemas de conducción en el chirimoyo”. En *Primer S Ecuador*. Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Agropecuarias.
- Cautín, R., y Agustín, M. (2005). Phenological growth stages of cherimoya tree (*Annona cherimola* Mill). *Scientia Horticulturae* 105(4), 491-497.
- Cautín, R., Razeto, B. (1999). *Caracterización de la madera anual presente en árboles de chirimoyo en tres sistemas de conducción*. Valparaíso: Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- Cedeño, M. (2020). *Inventario actualizado de insectos plaga presentes en el cultivo de Guanábana (Annona muricata L.) en la provincia del Guayas*. Tesis de Pregrado. Universidad de Guayaquil. Guayaquil.
- Centeno, P. (2018). Gerencia de fincas cafetaleras a través de la metodología del sistema de semáforo y buenas prácticas agrícolas. [https://www.researchgate.net/publication/328191070\\_Gerencia\\_de\\_fincas\\_cafetaleras\\_a\\_traves\\_de\\_la\\_metodologia\\_del\\_sistema\\_de\\_semaforo\\_y\\_buenas\\_practicas\\_agricolas/citation/download](https://www.researchgate.net/publication/328191070_Gerencia_de_fincas_cafetaleras_a_traves_de_la_metodologia_del_sistema_de_semaforo_y_buenas_practicas_agricolas/citation/download)
- Centro Técnico Agropecuario Cinco Villas (2016). Método para la toma de muestras foliares. <https://ctacincovillas.com/wp-content/uploads/2016/02/MUESTREO-FOLIAR.pdf>
- Chandler, W. H. (1962). *Frutales de hoja perenne*. México: U.T.E.H.A.
- Chaparro A. 1999. *Determinación de las relaciones existentes entre los manejos de poda y fertilización con respecto a la distribución de N,P,K en madera y fruta, en chirimoyo A. cherimola cv. Concha lisa*. Tesis Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso.
- Chen C. Y.; Chang, F. R.; Teng, C. M. y Wu, Y. C. (1999). Chiritaminne a new nfatty-cyltryptmine and other constituents from the stems of *Annona cherimola*. *Journal of the Chinese Chemical Society*, 46, p. 77-86.
- Cobos, D. (2015). *Elaboración de una crema nutritiva facial a base de la pulpa de Chirimoya (Annona cherimola, Annonaceae)*. Tesis de maestría. Universidad Politécnica Salesiana. Quito.
- Corfo - Corporación de Fomento de la Producción. (1989). *Situación y cultivo de chirimoyo, papayo y lúcumo en Chile*. Chile: Gerencia de Desarrollo.
- Cordeiro, M. C. R. y Pinto, AC de Q (2005). *Annona species: International Centre for underutilized crops*. University of Southampton, Southampton, SO17 1BJ, UK, pp. 26-38.
- Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones - CORPEI (2006). Programa de Mitigación de Barreras Técnicas de Acceso a Mercados bajo el APTDEA. Proyecto (BID – FOMIN/CORPEI) ATN/ME -8530. Guayaquil
- Cortés, D., Myint, S., Dupont, B., Davoust, D. (1993). Bioactives acetogenins from seeds of *Annona cherimolia*. *Phytochemistry* 32:1475-1482

- Coto, D., Saunders, J. (2001). Insectos plaga de la guanábana (*Annona muricata*) en Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 61: 60-68.
- Cruz, E. (2002). *Cultivo de Anona*. CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Cruz, F. 2012. Frutas medicinales andinas; agencia agraria de noticias Lima Perú. URL. <http://www.agraria.pe/noticias/exportan-productos-base-de-sanky>.
- Cuevas, J., González, M. (2011). *Cherimoya and loquat*. Almería: Universidad de Almería.
- De Fátima, J., Bahía, E., Reco, P. (2013). Disability and toxicity of nutrients in visual soybeans. [https://www.researchgate.net/publication/273688119\\_DISABILITY\\_AND\\_TOXICITY\\_OF\\_NUTRIENTS\\_IN\\_VISUAL\\_SOYBEANS](https://www.researchgate.net/publication/273688119_DISABILITY_AND_TOXICITY_OF_NUTRIENTS_IN_VISUAL_SOYBEANS)
- De La Barra, N. (2008). Los parientes silvestres de la chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) en Bolivia. *Revista de Agricultura (Bol.)* 60(44):17-23.
- De la Cruz, F. (2015). Temperaturas de almacenamiento en la vida poscosecha de Chirimoya (*Annona cherimola*) ecotipo Cumbe. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1855/J11.C78-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Del Bo, L. (1976). *Cultivo moderno de los árboles frutales*. De Vecchi. Barcelona.
- Delgado, C. (2005). *El cultivo de la chirimoya*. Colombia: Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola.
- Dellinger, M., Jequier, J., Contreras, M., Quartieri, M., Musacchi, S. (2012). Manual de poda cerezo. <https://biblioteca.inia.cl/bitstream/handle/123456789/7508/NR38446.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Díaz, D. (1993). *Fertilización y riegos en manzano*. I Simposio Internacional sobre el manzano. Manizales, Colombia, Facultad de Agronomía, Universidad de Caldas. p. 45-54.
- Díaz, D., Álvarez, A. y Sandoval, J. (1987). Cultural and chemical practices to induce uniform bud break of peach and apple under warm climates. *Acta Horticulturae* 199: 129-136.
- Díaz, M. D. (1989). Fisiología de la floración y comportamiento de los árboles de clima templado en los subtrópicos. En Memorias del Simposium sobre producción forzada en frutales. Chapingo, México, Centro de Fruticultura. p. 13-16.
- Díaz Robledo, J. (2004). *Descubre los frutos exóticos. Primera edición*. Capitel Ediciones. <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=DF11ZhGk614C&oi=fnd&pg=PA14&dq=cosecha+de+chirimoya+en+Espa%C3%B1a+D%C3%ADaz+2004&ots=nLiYkwTE7q&sig=6boLeEV-Dcy6CTa-p1U82i7IBm9w#v=onepage&q&f=false>
- Díaz, N. (2017). Cultivo de chirimoya. <https://www.slideshare.net/HITLERLANCASTERLLANT/cultivo-de-la-chirimoya>
- DiLorenzo, C. L., Powell, G. S., Cline, A. R. y McHugh, J. V. (2021). *Carpophiline-ID, a taxonomic web resource for the identification of Carpophilinae (Nitidulidae) of eastern North America*. University of Georgia.
- Domínguez, J. y Castañeda (2002). *Guía técnica para la producción de chirimoya*. México.
- Duarte, O., Villagarcía, J., Franciosi, R. (1974). Efecto de algunos tratamientos en la propagación de chirimoyo por semilla, estaca e injertos. *Proc. Trop. Reg. Amer. Soc Hort. Sci.* 18: 41-48.
- Duchi, M. (2017). Caracterización pomológica y agromorfológica de chirimoya (*Annona cherimola* Mill), existentes en el INIAP y Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28100/1/tesis.pdf>

- Ebert, A. y Raasch, Z. (1988). *Conducao da maceira em sistemas de baixa e alta densidade*. EMPASC. Brasil: Florianópolis, p. 45-58.
- eComercio Agrario. (2024). España, primer productor mundial de chirimoya variedad Fino de Jete. Agrario Actualidad del Sector Agroalimentario. <https://ecomercioagrario.com>
- Elizalde, G. (2018). *Relación de la temperatura, humedad relativa y precipitación en la fenología floral de poblaciones silvestres de Annona cherimola Mill. en la provincia de Loja*.
- Encalada, C. (2011). Densidades de Plantación en chirimoya. III Seminario Internacional de Chirimoya y II de Guanábana. Facultad de Agronomía. Universidad de Cuenca.
- Encalada, C., Feicán, C., Gómez, M., Viera, W., Viteri, P., Brito, B., Minchala, L. (2015). *INIAP Fabulosa-2015 nuevo clon de chirimoya (Annona cherimola Mill.)*. Plegable divulgativo 424.
- Environmental Sciencies (ENVU) (2009). Control profesional de plagas: Hormiga faraón. <https://www.environmentalscience.bayer.es/pest-management/o-que-controlar/pharaoh-ant>
- Erez, A. (1985). Defoliation of deciduous fruit trees with magnesium chlorate and cyanamide. *HortScience* 20(3), 452-453.
- Escobar, J., Mendoza, E., Morillo, C., Simbaña, D., Valladares, G. (2013). *Control biológico de la mosca de la fruta (Drosophila melanogaster) mediante trampas plásticas (amarillo, azul, violeta) en el cultivo de chirimoya (Annona cherimola)*. Tesis de Pregrado. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.
- Esquivel, G. (s. f.). Importancia del hierro (fe) en la agricultura. [http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/notas/Importancia\\_del\\_Hierro\\_\(Fe\)\\_en\\_la\\_agricultura\\_peruana.pdf](http://drokasa.pe/application/webroot/imgs/notas/Importancia_del_Hierro_(Fe)_en_la_agricultura_peruana.pdf)
- Eyonecosmetics (2015). Home. <http://eyonecosmetics.es/es/>.
- FAO (2015). El fomento del cultivo de la chirimoya en América Latina. <http://www.fao.org/docrep/x2450s/x2450s09.htm>
- FAO (2017). La agroindustria y el desarrollo económico. <http://www.fao.org/docrep/w5800s/w5800s12.htm>.
- Farré, J. M., Hermoso, J. M., Guirado, E. (1999). "Técnicas de cultivo del chirimoyo en España". En Van Damme, V., Van Damme, P., Sheldeman, X. (Eds.) *Primer simposio internacional sobre chirimoya. Acta Horticulturae* (497):105-118.
- Farré, J., Hermoso, J., González, M. (1976). Ensayo sobre la polinización, cuajado y crecimiento del fruto en chirimoya. *Anuales del I.N.I.A. Serie Prod. Vegetal* (6).
- Feicán, C., Vanegas, I., Encalada, C., Brito, B., Moreira, R., Viera, W. (2019). Efecto de la densidad de plantación en la calidad del fruto de chirimoya (*Annona cherimola* mill). <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/view/2395/1310>
- Fernández, A. (2004). *Fisiológica de las Plantas. Estudios Fenológicos en cultivos*. Madrid, España.
- Fischer, G. (1993). *Fisiología del crecimiento del manzano*. Memorias Simposio Internacional del manzano, Manizales, Colombia, p. 17-27.
- Flores, D. (2013). Cultivo de Chirimoyo. Manual Práctico para productores. Swisscontact. [http://www.swisscontact.org/fileadmin/user\\_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL\\_CHIRIMOYA.pdf](http://www.swisscontact.org/fileadmin/user_upload/COUNTRIES/Peru/Documents/Publications/MANUAL_CHIRIMOYA.pdf)

- Flores, K. (2009) *Determinación no destructiva de parámetros de calidad de frutas y hortalizas mediante espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano*. Tesis doctoral. Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Córdoba. España.
- Franco, G. (2001). "Fertilización de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) en zonas del departamento de Caldas". En: *Memorias Tercer seminario de clima frío moderado. Manizales*.
- Franciosi, R. (1992). El cultivo del chirimoyo en el Perú. Lima.
- Fresh Plaza (2014). La chirimoya. <http://www.freshplaza.es/article/35069/Producci%F3n-de-chirimoyaest%E1-aumentando>.
- Fresno, A. V., & Canavate, J. R. (1983). Alkaloids from *Annona cherimolia* seed. *Journal of Natural Products*, 46(3), 438-438.
- Fundación para el fomento y promoción de la investigación y transferencia de tecnología agropecuaria en Costa Rica (s. f.). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-9412.pdf>
- García, A. (2012). *Criterios modernos para la evaluación de la calidad agua del agua para riego*.
- García, K. (2019). *Elaboración de un recetario de repostería a base de chirimoya con técnicas vanguardistas*.
- García, W., Guzmán, B., Lino, V., Rojas, J., Hermoso, J., Guirado, E., ... Hormaza, I. (2010). Manual de Manejo Integrado del Cultivo de Chirimoyo. [http://www.proinpa.org/tic/pdf/Frutales/Varios Frutales/pdf56.pdf](http://www.proinpa.org/tic/pdf/Frutales/Varios%20Frutales/pdf56.pdf)
- García-Carbonell S, Yagüe B, Bleiholder H, Hack H, Meier U, Agustí M. (2002). Phenological growth stages of the persimmon tree (*Diospiros kaki*). *Ann Appl Biol*;141(1):73-76.
- Gardiazabal, F. y Cano, G. (1999). Characterization of 10 chirimoya cultivars (*Annona cherimola*) and their response to artificial pollination in Quillota, Chile. *Acta Horticulturae*, 497, p. 225-237.
- Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. (1986). *Cultivo del chirimoyo*. Chile: Universidad Católica de Valparaíso.
- Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. (1993). *El cultivo del chirimoyo*. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía de Chile.
- Gardiazabal, F., Rosenberg, G. y Cano, G. (1999). "Caracterización de 10 cultivares de chirimoyo (*Annona cherimola* M.) y su respuesta a la polinización artificial en Quillota, Chile". En Van Damme, V., Van Damme, P., Sheldeman, X. (Eds.). Primer simposio internacional sobre chirimoya. *Acta Horticulturae* (497): 239-254.
- Gazit, S., Galon, I., Podoler, H. (1982). The role of Nitidulid beetles in natural pollination of anona in Israel. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 107 (5): 849-852.
- Geilfus, F. (1994). *El Árbol al Servicio del Agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural* (Vol. II). Turrialba: Ediciones CATIE: ENDA CARIBE.
- George, A. y Nissen, R. (1987). Effects of cincturing, defoliation and summer pruning on vegetative growth and flowering of custard apples in subtropical Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 27: 915-918.
- Gil, G. (2004). *Madurez de la fruta y manejo poscosecha*. Santiago: Ed. Universidad Católica de Santiago.
- Gómez, Víctor. (2007). Multiplicación asexual del chirimoyo (*Annona cherimola*) por injertación en la zona agroecológica del cantón Patate. Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuaria Recursos Naturales y Ambiente. Guaranda.

- González, F. (2013). Curso de fruticultura general. Cultivo de chirimoya. <https://es.slideshare.net/luisoscoaldazabal/chirimoya-cultivo>
- González, J. (2015). Manejo poscosecha de *annona cherimola* en el valle de puchka- ancash para la producción de pulpa. Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1411/T007211.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- González, M. (2007). *Mejora de la productividad y calidad del fruto mediante el control de la polinización en Chirimoyo*. Almería: Fundación Cajamar.
- González, M. (2013). Chirimoya (*Annona cherimola* Miller), frutal tropical y sub-tropical de valores promisorios. *Cultivos Tropicales*, 34(3), 52–63. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362013000300008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300008)
- González, M., Peinado, S., Pinillos, V., Hueso, J., Alonso, F. (2010). *Fenología de la maduración del fruto en chirimoya (Annona cherimola Mill). Determinación de un índice de recolección*. Almería: Fundación Cajamar.
- Granada hoy (2014). Líderes mundiales en la producción de chirimoya. [http://www.gradahoy.com/granada/Lideres-mundiales-produccionchirimoya\\_0\\_862414250.html](http://www.gradahoy.com/granada/Lideres-mundiales-produccionchirimoya_0_862414250.html)
- Grossberger, D. (1999). *La industria de chirimoya en California*. Primer simposio internacional sobre chirimoya.
- Guacán, E. (2010). *Evaluación y selección de defoliantes e inductores de brotación para la producción forzada en dos genotipos de chirimoya (Annona cherimola M.)*. Tesis Ingeniería Agr. Tumbaco, Pichincha, Quito. Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Gualoto, S. (2008). *Estudio de la diferenciación floral en chirimoya (Annona cherimola M. cv. MAG-Tumbaco T61) como base para implementar la producción forzada*. Tesis Ingeniería Agr. Tumbaco, Pichincha, Quito, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas.
- Guato, E. (2015). Utilización de la chirimoya (*Annona cherimola*) en un tipo de bebida alcohólica bajo un proceso de maceración como alternativa en el área de mixiología, Riobamba 2014. <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/10273/1/84T00370.pdf>
- Guerrero, M. (2012). Estudio de factibilidad para la producción comercialización de chirimoya (*annona cherimola mill*), ecotipo t61. Tumbaco – Pichincha. <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1822/1/104357.pdf>
- Guevara, F., Oviedo, M., Corral, M., Viera, W., Garrido, P., León-Reyes, A., Flores, F. (2019). First Report of *Alternaria* Brown Spot in Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) caused by *Alternaria alternata* in Ecuador. *Plant Disease*, 103(11), 2949.
- Guirado, E. (1988). *Chirimoyo. Comparación de métodos de polinización artificial. Análisis de componentes de fruto. Efecto del ácido giberélico en el desarrollo del fruto y sus componentes*. La Rábida (Huelva): UITA.
- Guirado, E. (1991). *Polinización artificial del chirimoyo*. Publicación Gabinete Técnico. Caja Rural de Granada.
- Guirado, E.; Hermoso, J.; Pérez, M.; García-Tapia, J. Y Farré, J. (2001). *Polinización del Chirimoyo. Finca Experimental La Nacla*. Caja Rural De Granada.
- Guirado, E., Hermoso, J., Pérez, M., Farré, M. (2003). *Introducción al cultivo de chirimoyo. Finca Experimental La Nacla*. Caja Rural de Granada.

- Gur, L., Reuveni, M., Cohen, Y. (2020). Control of *Alternaria* fruit rot in 'Pink Lady' apples by fungicidal mixtures. *Crop Protection*, 127: 104947.
- Gutiérrez, M. (2011). *Destilación de licor de dos variedades de chirimoya (Annona cherimola Miller), en la comunidad de Lloja perteneciente al Municipio de Cairoma Quinta Sección*. Universidad Mayor de San Andrés. <http://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/10261/T-1523.pdf?sequence=1>
- Henríquez, C., & Cabalceta, G. (1999). *Guía práctica para el estudio introductorio de los suelos con un enfoque agrícola*. ACCS.
- Hermoso, J. M., Soria, J. A., González, J. A., Farré, J.M. (1990). *Estudios sobre la polinización natural del chirimoyo*. I Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Lisboa. p. 218- 223.
- Hermoso-González, J. M., Pérez De Oteyza, M. A., Ruiz-Nieto, A., Farré-Massip, J. M. (1999). El Banco español de Germoplasma de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). *Acta Horticulturae*, 497, 239-253.
- Hernández, A. (2010). *Evaluación del almacenamiento refrigerado y al ambiente de cuatro ecotipos seleccionados de chirimoya (Annona cherimola Mill.)*. Tesis de Titulación. Sangolqui, Ecuador. Escuela Politécnica del ejército.
- Herrera, G. (2006). *Estudio del desarrollo vegetativo, floral y del fruto en cinco genotipos de chirimoya (Annona cherimola M.) Tumbaco – Pichincha*. Tesis Ingeniería Agr., Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20969/1/GENIA%20DEL%20CISNE%20ELIZALDE%20GRANDA.pdf>
- Cerna Cabada, M., Huamán Vera, J. M., & Ibañez Alfaro, J. (2006). *Escuelas de campo para agricultores de chirimoya. Manual para el facilitador* (No. C20 C47). Lima: CARE Perú.
- Huayhuash, R. (2019). Contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de hojas de *Annona cherimola* (Chirimoya). <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/14986>
- Huayllani, E. (2011). *Fenología vegetativa y reproductiva del chirimoyo (Annona cherimola Mill.) en Huanchacc, 2380 msnm Huanta-Ayacucho*. Ayacucho.
- Ibar Albiñana, L. (1986). "El chirimoyo". En *Cultivo del aguacate, chirimoyo mango y papaya*. Barcelona: Editorial Aedos.
- Ibar, L. (1979). Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango, papaya. [https://www.iberlibro.com/products/isbn/9788470032240?cm\\_sp=bdp\\_-\\_ISBN10\\_-\\_PLP](https://www.iberlibro.com/products/isbn/9788470032240?cm_sp=bdp_-_ISBN10_-_PLP)
- Ilique, R. (2016). Asociatividad y exportación para los productores de chirimoya de los distritos de San Juan y La Asunción – Cajamarca, orientadas al mercado de estados unidos, en el año 2016. <https://core.ac.uk/download/pdf/147655188.pdf>
- Infoagro (2017). Síntomas de deficiencia de boro. <https://mexico.infoagro.com/sintomas-de-deficiencia-de-boro/>
- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2008). *Informe Anual, Departamento Nacional de Biotecnología, Estación Experimental Santa Catalina*. Quito, Ecuador.
- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2008). *Memoria Taller sobre el manejo agronómico de chirimoya en la zona Norcentral de la provincia de Pichincha*. Tumbaco, Ecuador, Programa de fruticultura, Granja Tumbaco.
- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2013). *Informe anual del Programa de Fruticultura Estación Experimental del Austro*. Cuenca, Ecuador.

- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2014). *Informe anual del Programa de Fruticultura Estación Experimental del Austro*. Cuenca, Ecuador.
- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2014). Cultivos, Chirimoya. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rchirimoya>
- INIAP - Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (2014). Nutrición. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/chirimoya/6nutricion.pdf>
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2018). Producción Forzada en Chirimoya. <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4770/1/iniapscR2013n8p30.pdf>
- INIAP - Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (2023). Informe anual del Programa de Fruticultura en Estación Experimental Santa Catalina.
- IICA - Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (2004). Guía técnica del cultivo de la Anona. Santa Tecla, El Salvador. <http://repiica.iica.int/docs/B0214e/B0214e.pdf>
- INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2003). La injertación en frutales. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-intasp-valentini-bdt14.pdf>
- INTA - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2013). Muestreo de suelos. <https://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos-0>
- INTAGRI (2016). Importancia del Azufre (S) en las Plantas. <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/importancia-del-azufre-s-en-las-plantas>
- INTAGRI (2017). Los sistemas de riego aptos para la fertirrigación. *Serie Agua y Riego Núm. 16. Artículos Técnicos de INTAGRI*. México. <https://www.intagri.com/articulos/agua-riego/los-sistemas-de-riego-aptos-para-la-fertirrigacion>
- IPGRI (2002). *El IPGRI en las Américas*. Informe Regional 1999-2000. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Roma.
- Irigoyen, N. J. (2004). Guía técnica del cultivo de la anona. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/7362>
- Jaramillo, J. (2005). *Estudio de cuatro sistemas de labranzas sobre el rendimiento en el cultivo del maíz (Zea mays L.) en el valle del río Portoviejo*. Tesis. Ingeniero. Agrícola. Portoviejo- Manabí.EC
- Juárez, R. (2018). Introducción. Materiales y métodos. <https://silo.tips/download/introduccion-materiales-y-metodos>
- Kant, S., Kafkañi, U. (2000). Sesión V. Potasio en plantas animales. <https://www.ipipotash.org/uploads/udocs/Sesion%20V.pdf>.
- Kobashigawa, S. (2018). Análisis de oportunidades comerciales en mercados exigentes de la chirimoya a partir del desarrollo de la cadena productiva en Huaaura. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3306/kobashigawa-nako-silvia-stefany.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Koutinas, N., G. Pepelyankov, and V. Lichev. (2010). Flower induction and flower bud development in apple and sweet cherry. *Biotechnology* 1549-1558.
- Labanda, D. (2019). Evaluación de métodos de injertación y edad de varetas en plántulas de chirimoya (*Annona cherimola* mill) bajo invernadero. <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mfruti/rchirimoya>

- Laguna, V. (2015). Industrialización de la pulpa de chirimoya en los valles interandinos del departamento de la Paz. <https://repositorio.umsa.bo/bitstream/handle/123456789/22457/tes-813.pdf?sequence=1&isallowed=y>
- Lang, G., J. Early, G. Martin, and R. Darnelli. (1987). Endo-, Para- and Ecodormancy: Physiology terminology and clasification for dormancy research. *HortScience* 22: 371-377.
- Larranaga, N., Albertazzi, F. J., Fontecha, G., Palmieri, M., Rainer, H., van Zonneveld, M., & Hormaza, J. I. (2017). A Mesoamerican origin of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.): Implications for the conservation of plant genetic resources. *Molecular Ecology*, 26(16), 4116– 4130. doi:10.1111/mec.14157
- Lena, M. (2014). Fruta chirimoya. <https://es.scribd.com/doc/225060681/FRUTA-chirimoya-pdf>
- López, L. (2017). Aplicación de extractos naturales de vitis para incrementar la vida postcosecha en chirimoya (*Annona cherimola* Mill.). <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/68186/IMPRESION+DE+TESIS.pdf?sequence=1>
- Lizana, L. A. y Reginato, G. (1990). Cherimoya. Fruits of Tropical and Subtropical. Composition, properties and uses. Florida: Florida Science Source. Lake Alfred. p. 131-148.
- Luna-Flores, W., Estrada-Medina, H., Jiménez-Osornio, J. J. M., y Pinzón-López, L. L. (2012). Efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. *Terra Latinoamericana*, 30(4), 343-353.
- Madero, E., Frusso, E. y Casaubon, E. (2013). Manejo del cultivo. <https://docplayer.es/53568816-Capitulo-xii-manejo-del-cultivo-ernesto-madero-enrique-a-frusso-y-edgardo-casaubon-resumen-introduccion.html>
- Malaree Kahn, M. (1977). Influencia de tratamientos mecánicos a la semilla en la germinación y en el crecimiento de plántulas de chirimoyo, *Annona cherimola* Mill, cv bronceada.
- Reyes, R. D. Z. (1990). Fertilización en frutales con énfasis en el cultivo de guanábano *Annona muricata* L. *Acta Agronómica*, 40(3-4), 136-153. [https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta\\_agronomica/article/view/15479](https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/15479)
- MAG - Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Regional Central Occidental Agencia de Extensión-Santa Bárbara (2016). Qué es el trazado de suelos. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-divulgativa-38-2016.pdf>
- MAGAP - Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (2010). Sistema de Información del Agro. <http://www.agricultura.gob.ec/>
- MAPA - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). *Guía de gestión Integrada de Plagas. Chirimoyo*. Madrid, España.
- MAPA - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (2019). Guía de gestión integrada de plagas Chirimoyo. [https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiachirimoyo\\_web\\_tcm30-525600.pdf](https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/guiachirimoyo_web_tcm30-525600.pdf)
- Martin, L. (1993). *Descripción pomológica y análisis de componentes del fruto en la colección de los cultivares de Chirimoyo (Annona cherimola Mill.)*.
- Martínez, M. (2003). *Biología y control de cotoñet Planococcus citri (Homoptera: Pseudococcidae) en huertos de cítricos*. Tesis Doctoral. Universidad Técnica de Valencia. Valencia.

- Mazariegos, L. (2011). Efecto de cuatro concentraciones de Ácido indolbutírico (IBA) y tres niveles de consistencia de estacas en la propagación asexual de Papaua (*Annona diversifolia* Saff; Anonaceae). Universidad Rafael Landívar. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesario/2011/06/17/Mazariegos-Leonel.p>
- Mata, J. (2009). Chirimoya. <https://es.slideshare.net/etnografiaverde/chirimoya>
- Medardo, C. (2014). *Fundas de polietileno con orificios de diferentes tamaños para reducir el daño del trips de la mancha roja en banano orgánico*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil Facultad de Ciencias Agrarias.
- Mendoza, M., Valdez, M. (2015). Labranza mecanizada en la productividad del cultivo de maíz h. trueno. <http://repositorio.espm.edu.ec/bitstream/42000/36/1/Mendoza%20Alc%20C3%ADvar%20Magno%20Rafael-Valdez%20Rodr%20C3%ADguez%20Mar%20C3%ADa%20Gregoria.pdf>
- Mera, A., Olmedo, K. (2014). Plan de negocios para la creación de una empresa elaboradora y comercializadora de compotas a base de chirimoya para los niños de doce meses a tres años, destinado al consumo local y con apertura al mercado canadiense. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/269>
- Mercadona (2021). Negocio y cadena de supermercados. Chirimoya (venta Por Unidades), varios, (peso aproximado de la unidad 450 gr). [https://www.missupermercados.com/comprar/chirimoya-venta-por-unidades-varios-peso-aproximado-de-la-unidad-450-gr-pid-84069148.html#:~:text=Precio%20en%20Mercadona%201.125%20Euros%20\(2.5%20%20E2%82%AC%20Fkg.\)](https://www.missupermercados.com/comprar/chirimoya-venta-por-unidades-varios-peso-aproximado-de-la-unidad-450-gr-pid-84069148.html#:~:text=Precio%20en%20Mercadona%201.125%20Euros%20(2.5%20%20E2%82%AC%20Fkg.))
- Merodio, C. y De la Plaza, J. (1997). *Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. CAB International.
- Meza, J. (2013). Aplicación de hidrogenofriamiento y una cubierta de polímero al Melón Cantaloupe para disminuir su tasa de respiración y actividad enzimática. <http://eprints.uanl.mx/3575/1/1080256802.pdf>
- Mgocheki, N., Addison, P. (2009). Interference of ants (Hymenoptera: Formicidae) with biological control of the vine mealybug *Planococcus ficus* (Signoret) (Hemiptera: Pseudococcidae). *Biological Control*, 49(2): 180-185.
- Montiel, M. (2013). *Fisiología y Nutrición del Chirimoyo (Annona cherimolla, M.)*. Chile.
- Morales, A. (2015). Aplicación de resveratrol y 6-bencilaminopurina para incrementar vida poscosecha en chirimoya. <https://core.ac.uk/download/pdf/76002222.pdf>
- Morales, V. (2019). Acopio de chirimoya Cumbe cultivado en el Callejón de Conchucos (Región Ancash) para exportación en fresco y merma para agroindustria peruana: Plan de Negocios para la ampliación del portafolio de productos de la empresa GEOAGRO SAC. [https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1630/2019\\_MAAA\\_16-2\\_07\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1630/2019_MAAA_16-2_07_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Moreno, J. C. (1987). *Polinización Artificial del chirimoyo (Annona cherimola M.), comparación de técnicas de conservación y aplicación del polen, acción de los insectos y test de viabilidad*. Sevilla. E.U.I.T.A.: Cortijo de Cuarto.
- Moreu, M. (2011). Puleva salud, La chirimoya. [http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=56915&TIPO\\_CONTENIDO=Articulo&ID\\_CATEGORIA=90&ABRIR\\_SECCION=2](http://www.pulevasalud.com/ps/contenido.jsp?ID=56915&TIPO_CONTENIDO=Articulo&ID_CATEGORIA=90&ABRIR_SECCION=2)
- Morton, J. (1987). Cherimoya. En Morton, J. *Fruits of warm climates*. Creative Resource Systems, Winterville.
- Munns, R. and Tester, M. (2008) Mechanisms of Salinity Tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651-681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Muñoz, A., Ayuso, M., Labrador, J. (2005). *Polinización de cultivos*. Barcelona: Mundi Prensa.

- Nakasone, H. Y., Paull, R. E. (1998). Annonas. En *Tropical Fruits*. H. Y. Nakasone y Paull R. E (Ed.). Londres: CAB International, p. 45-75.
- National Research Council-NRC. (1989). Lost Corps of the Incas. Washington. *National Academy Press*, p. 267-275.
- Nava-Díaz, C., Osada-Kawasoe, S., Rendón-Sánchez, G. y Ayala-Escobar, V. (2000). Organismos asociados a chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) en Michoacán, México. *Agrociencia* 34: 217-226.
- Navia, V., Valenzuela, J. (1978). *Sintomatología de deficiencias nutricionales en chirimoyo (Annona cherimola Mill) cv. Bronceada*. Agricultura Técnica. <https://biblioteca.inia.cl/handle/123456789/32017>
- Noboa Bustamante, L. E. (2021). *Manejo integrado de los principales insectos plaga del cultivo de guanábana (Annona muricata L.)*. Tesis de Pregrado. Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo, Ecuador.
- Nova, G., Caro, F., Marcucci, G., Rivera, J., Ordus, J. (1991). Deforestación de microcuencas, trazado para la siembra. [https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1498/reforestacion\\_vol6.pdf;jsessionid=C59EA534F13627B54B1BAFC7C2004120?sequence=1](https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/1498/reforestacion_vol6.pdf;jsessionid=C59EA534F13627B54B1BAFC7C2004120?sequence=1)
- Núñez, G. (2019). Efecto de remojo y escarificación sobre la emergencia de plántulas de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill). Arequipa, Perú. Universidad Católica de Santa María Facultad de Ciencias e Ingenierías Biológicas y Químicas Escuela Profesional de Ingeniería Agronómica y Agrícola. <https://core.ac.uk/reader/233004980>
- Núñez, N. (2008). *Control de la mosca de la fruta Anastrepha fraterculus W., en chirimoya Annona cherimola M., mediante cebos tóxicos, atrayentes alimenticios y formas de trampeo en tres localidades de Pichincha*. Tesis Ing. Agr. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. 107 p.
- Ochse, J. J., Soule, M. J., Dijkman, M. J., Wehlburg, C. (1972). *Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales, Volumen 1*. Limusa: Wiley S. A., p. 616-634.
- Ojer, M., Reginato, G., Vallejos, F. y Boulet, A. (2011). *Poda de formación y producción*.
- Olesen, T. y Muldoon, S. (2012). Effects of defoliation on flower development in atemoya custard apple (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) and implications for flower-development modelling. *Australian Journal Botany* 60(2): 160-164.
- Páliz Guamán, K. V. (2012). *Desarrollo de un protocolo de micropropagación de chirimoya (Annona cherimola) a partir de segmentos nodales para la producción masiva de plantas de alto rendimiento*. Tesis Ing. en biotecnología. Sangolquí, EC, ESPE.
- Pávez, M. (1985). *Respuesta a la polinización artificial y determinación de cambios físicos y químicos del fruto de chirimoyo (Annona cherimola M.) en distintos cultivares en la zona de La Cruz*. Tesis de Ing. Agr. Quillota. Chile, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- Pedroza, J. (2017). *Aplicación de extractos procedentes de Cissus tiliacea Kunth para incrementar la vida post-cosecha en chirimoya (Annona cherimola Mill.)*. Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/67909/TESIS.pdf?sequence=3>
- Penn State (2007). Deficiencia de Fósforo. <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-fosforo#:~:text=La%20deficiencia%20de%20f%3%B3sforo%20tiene,por%20la%20s%3%ADn%20de%20antocianinas>.
- PennState Extension (2017). Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-los-suelos>

- PennState (2007). Deficiencia de calcio. <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-calcio>
- PennState (s. f.). Deficiencia de hierro. <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/observando-los-desordenes-nutricionales-de-las-plantas/deficiencia-de-hierro#:~:text=Las%20hojas%20j%C3%B3venes%20de%20las,a%20medida%20que%20se%20expanden.&text=%2D%20Clorosis%20clara%20de%20color%20amarillento%20en%20las%20hojas%20j%C3%B3venes>.
- Perdomo, C., Barbazán, M., Durán, M. J. M. (s.f.). *Nitrógeno. Área de Suelos y Aguas*. Facultad de Agronomía. Universidad de la República. Montevideo.
- Pérez De Castro, L. (1987). *Descripción de la calidad de chirimoyas (Annona cherimola, Mili), Paltas (Persea americana, Mill.) y Platanos (Musa sp.) comercializadas en supermercados de Santiago*. Seminario de investigación para optar el título de ingeniero agrónomo. Facultad de agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.
- Pérez *et al.*, (2006). Granadilla, Palta, Lúcuma y Chirimoya. Proyecto parques en peligro (pip) proyecto parques en peligro (pip) agencia de los Estados Unidos para el desarrollo internacional. <http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL389.pdf>
- Pérez, V., Albengrin, E., Roncal, Z., Berrospi, L., Quispe, E., Córdova, J., Rada, O. (2006). *Estudio de mercado de los frutos granadilla, palta, lúcuma y chirimoya*. USAID. Oxapampa.
- Pino, G. (2008). Obtención de frutos partenocárpicos de chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) mediante el uso de reguladores de crecimiento. Tesis Ing. Agr. Universidad Nacional de Valparaíso, Chile.
- Pinto, A., Cordeiro, M., Andrade, S., Ferreira F., Filgueiras, H., Alves, R., Kinpara, D. (2005). *Annona species*. UK: International Centre for Underutilised Crops, University of Southampton. Southampton.
- Pioneer (2012). Compactación del suelo. [https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina/productos\\_y\\_servicios/Boletin\\_Compactacion\\_de\\_suelo.pdf](https://www.pioneer.com/CMRoot/International/Argentina/productos_y_servicios/Boletin_Compactacion_de_suelo.pdf)
- Pizarro, R. (2014). Cariotipo y determinación del número de Cromosomas en chirimoya (*Annona cherimola* Mili) del Banco Nacional de Germoplasma de la E.E.A. Canaan - Ayacucho. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP\\_e93b3a19c4f43269cf6ab808f8724e78](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNCP_e93b3a19c4f43269cf6ab808f8724e78)
- Plantix (2018). Deficiencia de nitrógeno. <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/700006/nitrogen-deficiency>
- Popenoe, W. (1934). *Manual of tropical and subtropical fruits*. New York, Michigan, p. 161-165.
- Potash y Phosphate Institute (PPI) (2009). *Better Crops* 83(1): 6-7.
- Pozo, M. (2012). *Planificación de la producción para el cultivo de chirimoya*. Buenas Prácticas para el cultivo de la chirimoya. Entrevista personal. Tumbaco, Ecuador.
- Prado, O. (1988). "Fertilización y nutrición en chirimoyo". En *Curso Producción de Chirimoyo*, Universidad Católica de Valparaíso. APROEX.
- Prive, J., Sullivan, J., Proctor, J., Allen, O. (1993) Climate influences vegetative and reproductive components of Primocane-fruiting Red Raspberry Cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 118(3): 393-399. 6 p.
- Proain (2020). Temperatura, factor que influye en la asimilación de calcio. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/temperatura-factor-que-influye-en-la-asimilacion-de-calcio>
- Proexant (1993). *Zonificación Agroecológica para cultivos de exportación. Programa de Exportación de Productos No tradicionales*. Quito, Ecuador.

- Programa de fruticultura (2008). Memoria Taller sobre el manejo agronómico de chirimoya en la zona Nor-central de la provincia de Pichincha. Tumbaco, Ecuador, INIAP, Granja Tumbaco.
- Programa Nacional de la Mosca de la Fruta. (2001). Manual del sistema nacional de detección de mosca de la fruta. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/1783/H10-H4-T.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- PROFRUT - Proyecto Aumento De La Productividad Fruticola (1997). El cultivo de chirimoyo, aspectos de la producción, manejo en post cosecha y comercialización. Boletín técnico N. 11. Lima, Perú.
- Proinpa (2010). *Manual de manejo integrado de cultivo de Chirimoyo*. Cochabamba. <https://www.proinpa.org/tic/pdf/Frutas/Varios%20Frutas/pdf56.pdf>
- Promix (2021). Rol del hierro en el cultivo de plantas. <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/rol-del-hierro-en-el-cultivo-de-plantas/>
- Proyecto aumento de la productividad frutícola-Profrut (1997). El cultivo de chirimoyo, aspectos de la producción, manejo en post cosecha y comercialización. *Boletín técnico N.º 11*. Lima.
- Quezada, A. (2018). *Identificación de polinizadores y su eficiencia en el cuajado de frutos de la chirimoya en poblaciones silvestres de la provincia de Loja*.
- Ramos, M. (1987). *Descripción pomológica y análisis de componentes del fruto en una colección de cultivares de chirimoya (Annona cherimola M.)*. Sevilla. E.U.I.T.A, p. 5-100.
- Razeto, B., y Díaz, E. (2000). Producción forzada mediante deshoje y recorte de brotes en chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.). *Agricultura Técnica* 60(2), 173-177.
- Razeto M., Bruno (1999). *El chirimoyo, un árbol que puede producir más* [en línea]. Aconex (no. 64) p. 12-15. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14001/28489>
- Rebolledo, A. (2012). Fisiología de la floración y fructificación en los cítricos. En L. Garcés, *Cítricos: cultivo, postcosecha e industrialización*. Itagüí: Editorial Artes y Letras S. A. S., 89-106.
- Revelo, J., Viteri, P., Vásquez, W., Valverde, F., León, J., Gallegos, P. (2010). *Manual del Cultivo Ecológico de la Naranja*. Manual Técnico N.º 77. INIAP. Quito, Ecuador.
- Ríos, F. (1993). Desarrollo histológico de la yema floral y determinación del estado óptimo para la aplicación del compensador de frío en duraznero *Prunus persica* (L.) Batsch. *Agro-Desarrollo* 4(1): 32-36.
- Rodríguez Albornoz, M. C. (2013). *Estudio de la Chirimoya y Propuesta de repostería de Autor*. Tesis Ing. en Gastronomía. Quito, EC, UIDE.
- Rodríguez, C., Cambeiro, I., Fernández, R., Gil, R. (2006). *Revista Cubana de Química* 18(1). <https://go.gale.com/ps/anonymouse?id=GALE%7CA308436097&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=02585995&p=IFME&sw=w>
- Rodríguez, M. (2013). *Estudio de la Chirimoya y Propuesta de Repostería de Autor*. Tesis Ing. en gastronomía. Quito: UIDE. <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/324/1/T-UIDE-0303.pdf>
- Rodríguez, M., & V. Flores. (2004). Nociones básicas de fertirriego. CYTED Tecnologías y Programación en Agroplasticultura (25-36) Colombia.
- Rodríguez, L. (2000). Densidad de población vegetal y producción de materia seca. *Revista de la Sociedad Colombiana de Control de Malezas y Fisiología Vegetal*. 27:31-38.

- Rosell, G. P., Galán S. V. y Hernández D. P. (1997). *Cultivo del chirimoyo en Canarias*. Departamento de Fruticultura Tropical Instituto Canario de Investigaciones Agradas. ICIA. Gobierno de Canarias Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación.
- Saavedra, E. (1977). Influence of pollen grain stage at the time of hand pollination as a factor on fruit set of cherimoya. *Hort Science* 12(2): 117-118.
- Salazar, J. (2012). *Proyecto de factibilidad para la exportación de chirimoyas a la ciudad de Toronto Canadá en el periodo 2012-2021*.
- Sahpaz, S., Carmen, M., Hocquemiller, R., Zafra-Polo, M. C., & Cortes, D. (1996). Annosenegalin and anogalene: Two cytotoxic mono-tetrahydrofuran acetogenins from *Annona senegalensis* and *Annona cherimolia*. *Phytochemistry*, 42(1), 103-107.
- Sanchez-Gonzales, G., Castro-Rumiche, C., Alvarez-Guzman, G., Flores-García, J., & Barriga-Sánchez, M. (2019). Compuestos fenólicos y actividad antioxidante de los extractos de la hoja de chirimoya (*Annona cherimola* Mill). *Revista Colombiana de Química*, 48(2), 21-26.
- Sandvik Española (1997). *Podar e injertar*. Madrid.
- Sarrío, S. (2017). *Efecto del estado de madurez de la chirimoya (Annona cherimola, Mill.) sobre la composición fisicoquímica y funcional de la piel para el desarrollo de harinas*. Quito: Universidad Miguel Hernández de Elche. <http://dspace.umh.es/bitstream/11000/4234/1/TFG%20Bas%20Sarri%C3%B3%20%20Soni%20a.pdf>
- Saure, M. (1985). Dormancy release in deciduous fruit trees. *Horticultural Reviews* 7: 239-299.
- Schroeder, C. (1947). Hand pollination of cherimoya improves fruit set. *Cal. Av. Soc. Yrbk.* p. 67-70.
- Schweizer, S. (2011). *Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad*.
- Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) (2001). *Manual del sistema nacional de detección de moscas de la fruta*. Lima: SENASA.
- Simaco S. A. (2021). Fertilizantes. <http://www.simacosa.com.ar/fertilizantes.html>
- Simeón, S., Ríos, J. L., & Villar, A. (1990). Antimicrobial activity of *Annona cherimolia* stem bark alkaloids. *Pharmazie*, 45(6), 442-443.
- Smart Fertilizer (2020). Magnesio en plantas y suelo. <https://www.smart-fertilizer.com/es/articulos/magnesium/#:~:text=Las%20plantas%20absorben%20el%20magnesio,por%20la%20corriente%20de%20transpiraci%C3%B3n>
- Smith, E.H., Whitman, R.C. (1992). *Field guide to structural pests*. National Pest Management Association, Dunn Loring, VA.
- Soppe, W., y L. Bentrink. (2016). Dormancy in Plants. John Wiley & Sons. doi:10.1002/9780470015902.a0002045.pub2
- Soria, J. T., Hermoso, J. M., Farré, J. M. (1991). Polinización artificial del chirimoyo. *Fruticultura Profesional* 35: 15-22.
- Sucapuca, M. (2013). Evaluación de la vida en anaquel de la chirimoya (*Annona cherimola* mill) mínimamente procesada con el uso de antioxidantes envasada al vacío y almacenada a temperatura baja. [http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3383/Sucapuca\\_Cayo\\_Mirian\\_Bianca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3383/Sucapuca_Cayo_Mirian_Bianca.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- Sylva, I. (2008). *Estudio de la cadena productiva de la chirimoya en la provincia de Pichincha 2001 – 2005*. Tesis Ing. en Finanzas. Quito, Ecuador, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estadística y Finanzas.
- Tacán Pérez, M. V. (2007). *Caracterización agromorfológica e identificación de zonas potenciales de conservación y producción de guanábana (*Annona muricata*) y chirimoya (*Annona cherimola*) en fincas de agricultores y condiciones ex situ en Costa Rica*. Tesis Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad. Turrialba, CR, CATIE.
- Tineo, J. (2009). *Manejo del cultivo de chirimoyo frente al cambio climático*. Ayacucho: Dirección nacional de investigación agraria. Estación Experimental Canaán.
- Tineo, J. (2019). *Manejo del Cultivo del chirimoyo en Valles Interandinos del Perú*. X Congreso Latinoamericano de Agronomía. Ayacucho-Perú. [https://cidecuador.org/wp-content/uploads/congresos/2019/x-congreso-latinoamericano-de-agronomia/diapo/manejo-del-cultivo-del-chirimoyo-en-valles-interandinos-del-peru\\_juan-tineo.pdf](https://cidecuador.org/wp-content/uploads/congresos/2019/x-congreso-latinoamericano-de-agronomia/diapo/manejo-del-cultivo-del-chirimoyo-en-valles-interandinos-del-peru_juan-tineo.pdf)
- Toro, Liliana. (2007). *Estudio de las etapas de cosecha y postcosecha de la chirimoya para potenciar su aprovechamiento agroindustrial en el departamento de Quindío*. Tesis de grado: Universidad Gran Colombia, Seccional Armenia, Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Armenia-Quindío, Colombia. 361 p
- TradeMap. (2018). Home. <https://www.trademap.org>
- Universidad Católica De Valparaíso – UCV (1999). Curso taller internacional de manejo en chirimoyo. Requerimientos hídricos y operaciones de riego. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Chile.
- UPOV (2003). *El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.) Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad*. Ginebra: Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV).
- UPOV (2011). Introducción a la unión internacional para la protección a las obtenciones vegetales. X Curso de formación sobre la protección de las obtenciones vegetales para países iberoamericanos. Montevideo.
- Urbina, V. (2015). El medio ecológico en plantaciones frutales. <http://ocw.udl.cat/enginyeria-i-arquitectura/fructicultura/continguts-1/9/n.o-9-monografias-de-fructicultura-v-urbina-web-udla> <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/15168/1/T-UCE-0004-A79-2018.pdf>.
- Van Damme, P., Scheldeman, X. (1999). Desarrollo Comercial de la chirimoya (*Annona cherimola* M.) en América Latina. Primer Simposio Internacional sobre Chirimoya. *Acta Horticulturae* (497): 29 – 41.
- Vanegas Vásquez, E. B. (2014). *Evaluación de 2 inductores de brotación con 3 dosis de aplicaciones en chirimoya (*Annona cherimola* Mill) de 5 años en Bullcay cantón Gualaceo provincia del Azuay*. Tesis Ing. Agr. Azuay, EC, Universidad Católica de Cuenca.p.6-18.
- Vásquez, W., Viteri, P., & Viera, W. (2008). *Validación de componentes tecnológicos para el manejo integrado del cultivo del chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.)*. Tumbabiro-Imbabura, Ecuador.
- Vásquez, W. y Villavicencio, A. (2008). *Cultivo de Chirimoya Guía Nro. 23*. Quito: INIAP.
- Vásquez, W., Viteri, P., Racines Oliva, M., Feicán, C., Martínez, L. y Viera, W. (2022). How to Improve the Production and Quality of Chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) in the Tropical Andes. *International Journal on Advanced Science Engineering and Information Technology* 12(6): 2508-2512.
- Vásquez, W., Viteri, P., y León, J. (2007). *El Chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.): Tecnologías para mejorar la productividad y la calidad de la fruta*. INIAP.

- Vega, D.M. (2013). Cultivos tropicales. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid = S0258-59362013000300008&script = sci\\_arttext](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362013000300008&script=sci_arttext)
- Venegas, E., Encalada, C., Feicán, C., Gómez, M., y Viera, W. (2016). Cianamida Hidrogenada y Nitrato de Potasio Para Manipular Épocas de Cosecha en Chirimoya (*Annona cherimola* Mill), <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3611/1/iniapscCD87.pdf>
- Vidal, E. y Ruiz, Y. (2014). Efecto del tipo de poda en la fenología de la chirimoya (*Annona cherimola* M.) en condiciones agroecológicas de Cayhuayna. *Investigación Valdizana* 8 (2).
- Vidal, H. y Martínez, M. (2006). *Factores involucrados en el desarrollo de frutos asimétricos en Guanabana (Annona muricata L.)*. Tabasco-España: Villa Hermoza.
- Vilatuña, J., Sandoval, D., y Tigrero, J. (2010). *Manejo y control de moscas de fruta*. Quito: Agrocalidad.
- Vilatuña, J., Sosa, C. (2016). *Manual de manejo integrado de moscas de la fruta*. Quito: Agrocalidad.
- Villanueva, R., Hernández, A., Yáñez, M., Téliz, D., Mora, A., Cárdenas, E., Castañea, A. (2005). Caracterización e identificación de *Colletotrichum fragariae* en frutos de chirimoya. *Agrociencia* 39(1), 93-106.
- Viteri, P., León, J., Ortega, C. (1999). Evaluation of shoot inducers in chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) in Tababela, Ecuador. *Acta Horticulturae. First International Symposium on Chirimoya*, 497(1): 347-354. DOI: 10.17660/ActaHortic.1999.497.19
- Viteri, P., León, J., Soria N., Vásquez W. (2011). Avances en el Manejo de la Producción Forzada en chirimoya para mejorar y/o alterar los procesos fisiológicos de las plantas, y planificar las cosechas de fruta. *III Seminario Internacional de Chirimoya y II de Guanábana*. Facultad de Agronomía. Universidad de Cuenca. Cuenca.
- Viteri, P., León, J., Soria, N. (2004). *Efecto de la polinización manual en flores de chirimoyo (Annona cherimola M.), para incrementar el amarre, mejorar la forma y tamaño de los frutos*. INIAP, Programa de Fruticultura, Granja Experimental Tumbaco.
- Viteri, P., Viera, W., Gaona, P., Hinojosa, M., Sotomayor, A., Park, C., Villavicencio A. (2021). *Manual para el manejo de la poda en aguacate (Persea americana Mill.)*. Manual técnico N.º 123. Quito: INIAP.
- Viteri, P., y Soria, N. (2004). *Efecto de la polinización manual en flores de chirimoyo (Annona cherimola M.), para incrementar el amarre, mejorar la forma y tamaño de los frutos*. INIAP, Programa de Fruticultura, Granja Experimental Tumbaco. p. 1-5.
- Viteri, P., León, J. y Soria, N. (2005). *Memoria día de campo: Implementación de la producción forzada en chirimoya para la manipulación fisiológica de las plantas y obtener cosechas fuera de época*. Quito: INIAP.
- Viteri, P., León, J., Soria, N., Vásquez, W. (2011). Avances en el Manejo de la Producción Forzada en chirimoya para mejorar y/o alterar los procesos fisiológicos de las plantas, y planificar las cosechas de fruta. *III Seminario Internacional de Chirimoya y II de Guanábana. Facultad de Agronomía*. Universidad de Cuenca. Cuenca.
- Viteri, P., & Vásquez, W. (2011). Avances en el Manejo de la Producción Forzada en chirimoya para mejorar y/o alterar los procesos fisiológicos de las plantas y planificar las cosechas de fruta. *III Seminario Internacional de chirimoya y II de Guanabana*. Cuenca: Universidad de Cuenca. p 20-28.
- Viteri D., P., y Vásquez C., W. (2012). Manejo integrado del cultivo de chirimoyos. *Revista Informativa INIAP*, 7, 6-8.

- Yaguana, F. (2018). Caracterización morfológica de poblaciones nativas de chirimoya (*Annona cherimola* Mill.) con fines de aprovechamiento en la provincia de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/20970/1/TESIS%20CARACTERIZACION%20MORFOLOGICA%20DE%20POBLACIONES%20NATIVAS%20DE%20CHIRIMOYA%20%28Annona%20cherimola%20Mill.%29%20CON%20FINES%20DE%20APROVECHAMIENTO%20EN%20LA%20PROVINCIA%20DE%20LOJA.pdf>
- Yáñez, G. (2018). *Mejoramiento del amarre y obtención de frutos partenocárpicos en chirimoyo (Annona cherimola Mill.) mediante el uso de reguladores de crecimiento*. San José: Agricultura y Ganadería.
- Yuri, J.A., Torres, C., Bastías, R., Neira, A. (2000). Golpe de sol en manzanas: Factores inductores y respuestas bioquímicas. *Agro-Ciencia*. 16:23-32.

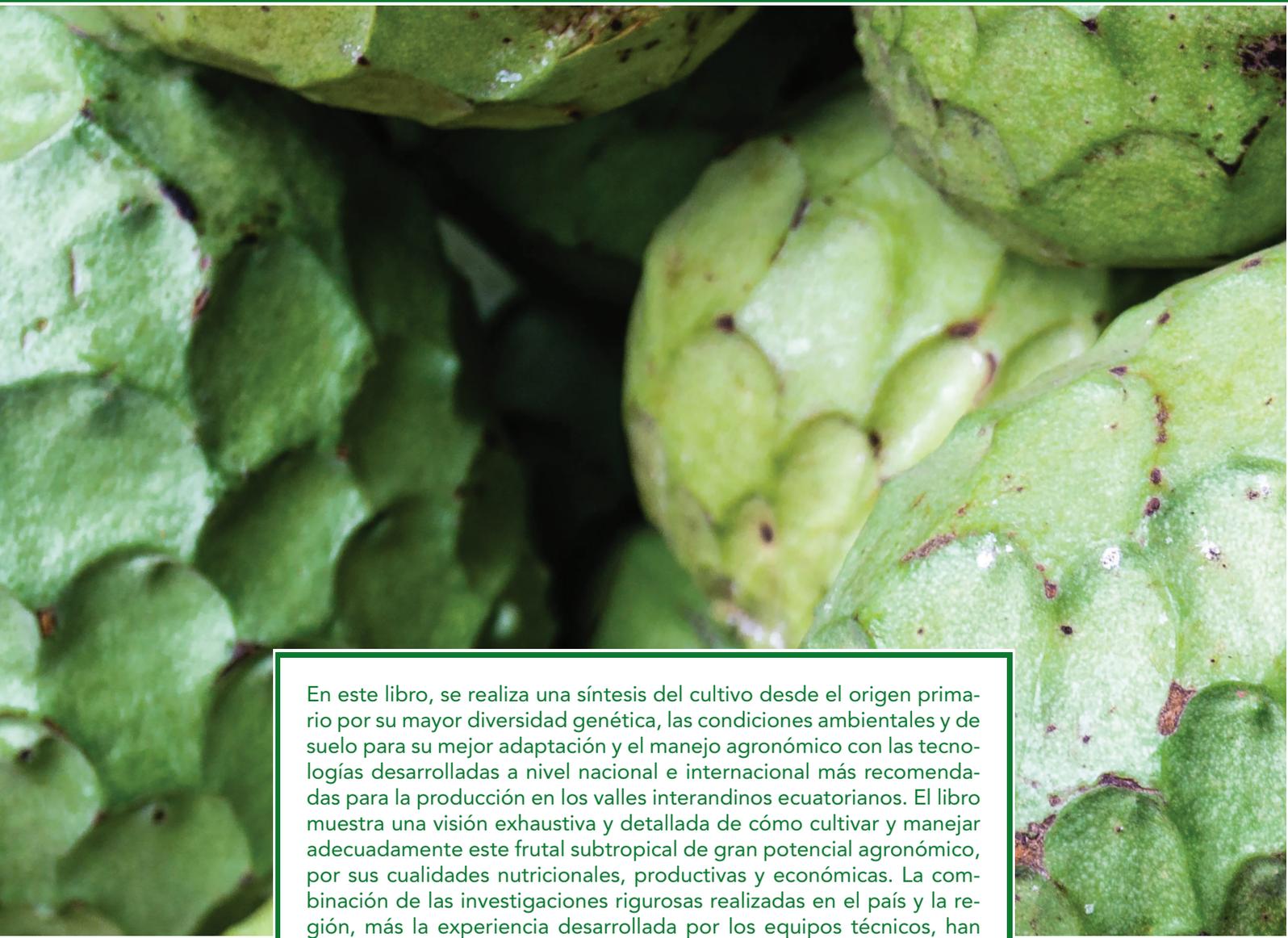
**El chirimoyo (*Annona cherimola* Mill.):  
producción en los valles interandinos de Ecuador**  
se terminó de editar,  
en Quito, Ecuador,  
el mes de diciembre de 2023,  
bajo la marca

  
ediciones





ISBN 978-9942-779-85-4



En este libro, se realiza una síntesis del cultivo desde el origen primario por su mayor diversidad genética, las condiciones ambientales y de suelo para su mejor adaptación y el manejo agronómico con las tecnologías desarrolladas a nivel nacional e internacional más recomendadas para la producción en los valles interandinos ecuatorianos. El libro muestra una visión exhaustiva y detallada de cómo cultivar y manejar adecuadamente este frutal subtropical de gran potencial agronómico, por sus cualidades nutricionales, productivas y económicas. La combinación de las investigaciones rigurosas realizadas en el país y la región, más la experiencia desarrollada por los equipos técnicos, han permitido que los autores pongan a consideración de los actores de la industria del cultivo de chirimoya las mejores prácticas agronómicas sostenibles (BPA) para lograr maximizar el rendimiento del cultivo y la calidad del fruto, considerando la salud de los consumidores y el manejo racional de los recursos para su conservación.