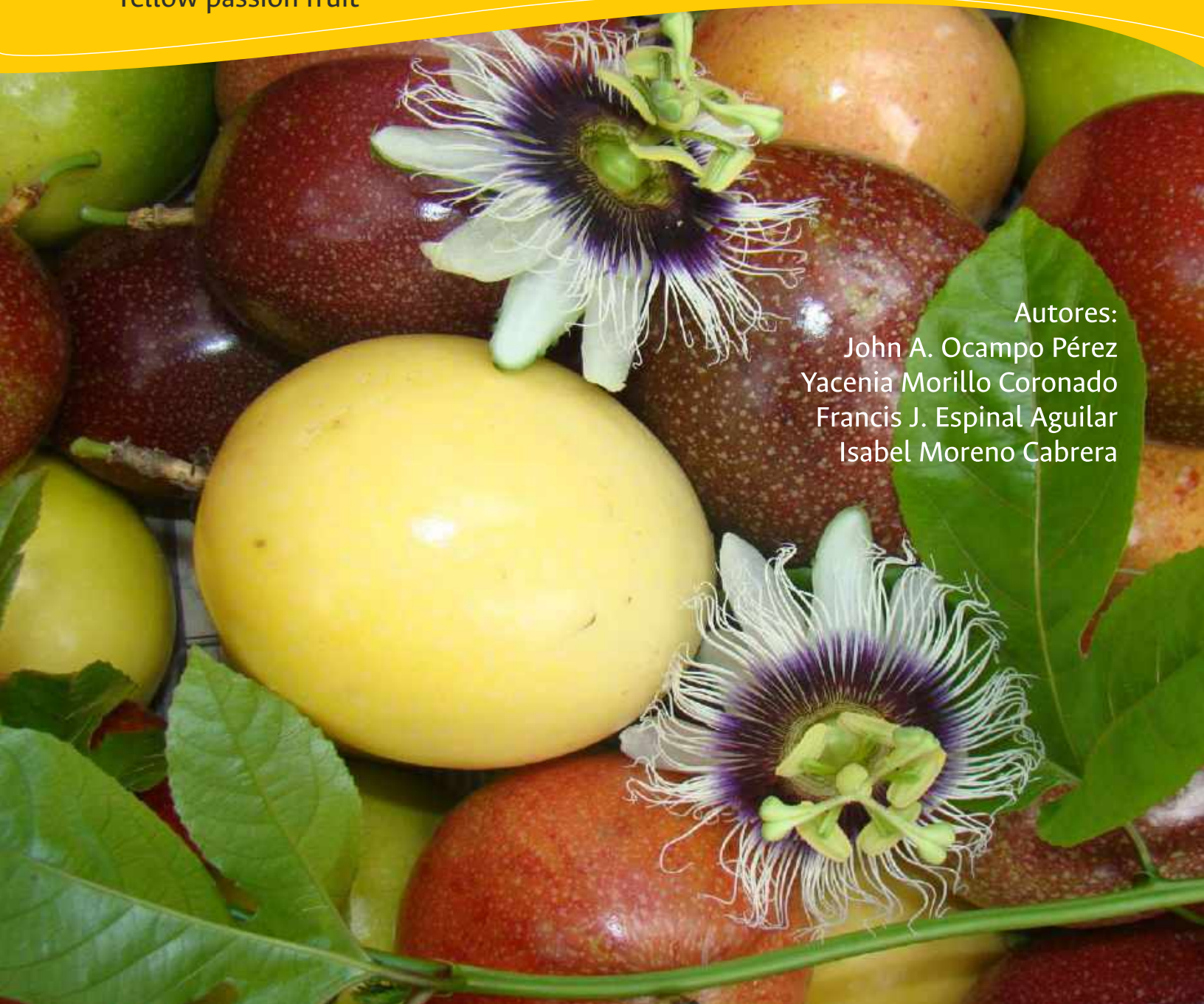


Tecnología para el cultivo del maracuyá en Colombia

Passiflora edulis f. *flavicarpa* Degener

Yellow passion fruit



Autores:

John A. Ocampo Pérez

Yacenia Morillo Coronado

Francis J. Espinal Aguilar

Isabel Moreno Cabrera

AGROSAVIA

Corporación colombiana de investigación agropecuaria



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Tecnología para el cultivo del maracuyá en Colombia

(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)

Yellow passion fruit

Autores:

John A. Ocampo Pérez, I.A., M.Sc., Ph.D.

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Yacenia Morillo Coronado, I.A., Ph.D.

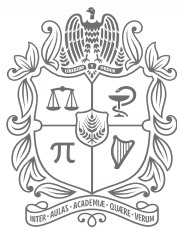
AGROSAVIA Palmira

Francis J. Espinal, I.A., M.Sc.

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Isabel Moreno Cabrera, Bac., M.Sc., Ph.D.

AGROSAVIA Palmira



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

2022

Primera edición, mayo de 2022

Diseño y diagramación:

Johanna Milena Veloza Fandiño

Revisores:

Edgar Herney Varón Devia, I.A., Ph.D

Agrosavia - Nataima

Luis Eduardo Forero Pinto, Biol., Esp.

Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

©2022 UNAL/AGROSAVIA

Corrección de estilo:

Floreliá del Pilar Martínez, Pub., M.Sc.

Reservados todos los derechos

Cualquier parte de esta publicación puede ser reproducida, almacenada o transmitida por cualquier medio, sea electrónico, por fotocopia, grabación, mecánico o cualquier otro, con la previa autorización escrita por parte del propietario del copyright o de los autores.

Citación:

Ocampo, J., Morillo-Coronado, Y., Espinal, F. y Moreno, I. (2022) Tecnología para el cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en Colombia. Universidad Nacional de Colombia y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia Palmira. Palmira, Colombia.

Foto portada y contraportada

©John Ocampo

Catalogación en la publicación Universidad Nacional de Colombia

Tecnología para el cultivo del maracuyá en Colombia :(Passiflora edulis f. flavicarpa Degener)
Yellow passion fruit / John A. Ocampo Pérez [y otros tres].- 1ª. edición : Palmira, Valle del Cauca :
Universidad Nacional de Colombia, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
(Agrosavia), 2022.

100 páginas : ilustraciones, fotos, 21 cm
Incluye bibliografía

ISBN: 978-958-505-074-7 (papel)
ISBN: 978-958-505-075-4 (digital)

1. Passiflora edulis 2. Cultivo (Maracuyá) 3. Fruticultura 4. Manejo de cultivo
I. Ocampo Pérez, John Albeiro II. Morillo Colorado, Yacenia III. Espinal, Francis Joel
IV. Moreno, Isabel

634.425 - CDD-23

Proyecto

Este manual hace parte del proyecto de investigación “Evaluación y selección de genotipos élite para el mejoramiento genético del maracuyá en Colombia (Hermes 50402 - PlanView ID 1001657)” ejecutado y financiado por la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia entre los años 2020 y 2022.

Instituciones ejecutoras:

Universidad Nacional de Colombia sede Palmira y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia Palmira.

Agradecimientos

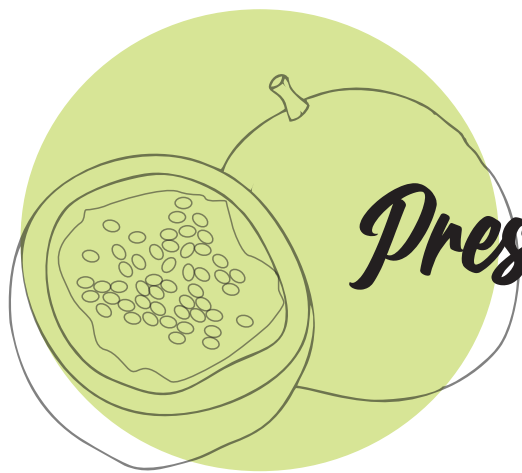
Los autores agradecen a todos los productores visitados durante las colectas en campo por compartir su valiosa información acerca del manejo agronómico del cultivo del maracuyá. Se agradece también a las empresas comercializadoras, procesadoras y exportadoras por su inmenso apoyo al brindar información acerca de la cadena productiva del cultivo de maracuyá. Asimismo, un sincero reconocimiento a los Ingenieros Agrónomos: Ramiro Urrea, Juan Carlos Arias, Viviana Marín, Mauricio Salazar, Bernardo Villegas, Nathali López, Kris Wyckhuys, Omar Tabares, Diego F. Cuero, Yaneth P. Ramos, Juan D. Hincapie, María Claudia Cortes, Luis F. Bocanegra y Walter Monsalve por sus conocimientos académicos, técnicos e información científica aportados para la elaboración de este manual.

Contenido

PAG.

INTRODUCCIÓN	10
1. GENERALIDADES DEL CULTIVO	11
Origen y distribución.....	11
Taxonomía.....	11
Descripción botánica.....	12
Propiedades y usos.....	15
Recursos genéticos.....	17
Mejoramiento genético.....	17
2. ASPECTOS FISIOLÓGICOS	19
Floración.....	19
Polinización.....	21
Fecundación.....	21
Maduración.....	22
Fenología.....	22
3. MÉTODOS DE PROPAGACIÓN	23
Propagación por semilla.....	23
Almácigo.....	25
Propagación vegetativa.....	25
Propagación por esqueje.....	25
Propagación por injerto.....	25
Propagación <i>in vitro</i>	26
4. ECOLOGÍA	27
Rango altitudinal.....	27
Temperatura.....	28
Humedad Relativa.....	28
Precipitación.....	28
Vientos.....	29
Radiación solar.....	29
Suelo.....	29
Biodiversidad.....	30
5. ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	31
Preparación del terreno.....	33
Sistema de riego.....	34
Densidad de siembra.....	35
Trasplante al campo.....	36
Sistemas de conducción o tutorado.....	37
Espaldera sencilla.....	37
Mantel o "T".....	38
Emparrado.....	38
Zonas productoras.....	39

6. MANEJO DEL CULTIVO	41
Podas.....	41
Deschuponado.....	41
Poda de formación.....	42
Poda de producción.....	42
Poda fitosanitaria.....	42
Poda de renovación.....	42
Fertilización y nutrición.....	43
Aplicación de fertilizantes.....	46
Fertirriego.....	46
Control de arvenses	48
Cosecha.....	48
Manejo postcosecha.....	50
7. ARTRÓPODOS Y NEMATODOS	54
Trips (<i>Neohydatothrips signifer</i> Priesner).....	55
Mosca del botón floral (<i>Dasiops inedulis</i> Steyska).....	58
Arañita (<i>Tetranychus</i> spp.).....	61
Gusano cosechero (<i>Dione junco</i> Cramer).....	63
Tortuguita (<i>Ceroplastes cirripediformis</i> Comstock).....	65
Nematosis (<i>Rotylenchulus reniformis</i> Lindford y Oliveira).....	67
Otras plagas.....	69
8. ENFERMEDADES	70
Virosis (SMV-PF, PFYMV, PLDV).....	71
Secadera (<i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>Passiflorae</i>).....	74
Antracnosis [<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz) Sacc.].....	76
Mancha parda (<i>Alternaria passiflorae</i> J.H.Simmonds).....	79
Roña (<i>Cladosporium cladosporioides</i> ATK).....	80
Bacteriosis (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i> (Pereira) Gonçalves & Rosato).....	81
Botritis (<i>Botrytis cinerea</i> Pers.).....	83
Patógenos en las semillas.....	84
Consideraciones generales.....	85
9. COSTOS DE PRODUCCIÓN	87
Análisis de costos.....	87
10. COMERCIALIZACIÓN	90
Mercado nacional.....	90
Mercado internacional.....	90
11. BIBLIOGRAFÍA	93



Presentación

Las frutas son indispensables para una adecuada alimentación por sus beneficios para la salud y la nutrición. Colombia, gracias a su posición geográfica en la región tropical y la diversidad de hábitats es un país con condiciones apropiadas para la producción de frutas con alta calidad durante todo el año. La producción frutícola en el país se ha tecnificado considerablemente en la última década por la creciente demanda nacional e internacional de frutas exóticas y las pasifloras como el maracuyá, la gulupa, la granadilla, la badea, la cholupa y las curubas ocupan un lugar destacado en la producción nacional de frutas. A pesar de esto, las áreas cultivadas en frutales no son suficientes y los volúmenes producidos aun no son representativos para el sector agrícola, ni generan un impacto en el desarrollo económico del país.

El maracuyá es una de las especies frutales con grandes oportunidades para responder a la demanda de fruta fresca y jugo concentrado en los mercados por su alto contenido nutricional rico en minerales y vitaminas. Esta fruta se introdujo en Colombia a inicios de 1960 y por más de 60 años los agricultores han contribuido con nuevas prácticas agronómicas, desarrollo tecnológico y generación de empleos. Sin embargo, el cultivo del maracuyá carece de un documento con información técnica precisa, que le permita a los productores y técnicos tomar mejores decisiones para un adecuado establecimiento de sus cultivos. Por tal razón, es importante el apoyo a los productores de este frutal para que el desarrollo, promoción e incursión del maracuyá en los mercados sea exitoso e igualmente para que los productores mejoren su calidad de vida con mayores ingresos económicos. La rentabilidad y la generación de empleos rurales de este cultivo lo constituyen como una alternativa importante de competitividad y diversificación agrícola del país, orientada a la estabilidad social que puede mitigar el éxodo de nuestros campesinos a las grandes ciudades.

Este manual está dirigido a productores, estudiantes, técnicos e investigadores y fue diseñado con el propósito de brindar apoyo técnico en relación con el establecimiento, manejo agronómico y comercialización del maracuyá. El monitoreo y el control de problemas fitosanitarios están enfocados en el manejo Integrado de Plagas (MIP) con el uso de bioinsumos y siguiendo las normas de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). En este documento se describen las generalidades del maracuyá y las experiencias de campo recopiladas durante los últimos 12 años, a través de visitas realizadas a las principales zonas productoras de maracuyá en Colombia, con énfasis en el departamento del Valle del Cauca. Las visitas fueron realizadas a través del proyecto financiado por la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira y Agrosavia, con el apoyo de los productores, comercializadoras, exportadoras y procesadoras de maracuyá. Igualmente, la información disponible y expuesta en este manual contribuye con prácticas agronómicas innovadoras para una óptima productividad y que son la base de una agricultura de precisión para preservar los recursos, garantizar la sostenibilidad y la protección del medio ambiente.

John A. Ocampo

Generalidades del cultivo



Origen y distribución

El maracuyá es originario de Brasil, de la región de la Amazonia Oriental cerca de la Costa Atlántica (Bernacci *et al.*, 2008). La especie se ha adaptado en otros países tropicales de América, África, Asia y Oceanía, desde el nivel del mar hasta zonas montañosas a los 1.500 m.s.n.m. (Ocampo *et al.*, 2013a). En Colombia, el maracuyá se distribuye predominantemente en zonas planas en los valles interandinos en los ríos Magdalena y Cauca, y en la región de la Orinoquía cerca al piedemonte Andino.



Taxonomía

La familia Passifloraceae cuenta con 17 géneros y aproximadamente 900 especies distribuidas en las zonas tropicales en cuatro continentes desde las zonas costeras hasta los 4.100 m en los límites de los páramos o punas en la región Andina (Ulmer & MacDougal, 2004). *Passiflora* L, es el género con mayor importancia económica, por poseer cerca de 610 especies distribuidas principalmente en el continente americano (96%) y con cerca de 80 especies reportadas con fruto comestible incluyendo al maracuyá (Ocampo *et al.*, 2021a).

La primera descripción taxonómica de la planta de maracuyá fue realizada Estados Unidos en la isla de Hawái por Olsen Degener en 1932 a partir de semillas traídas desde Australia (Degener, 1932). El maracuyá fue designado como una forma botánica de la especie *Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*, haciendo referencia al color amarillo de la cáscara de sus frutos (Tabla 1). El nombre maracuyá tiene su origen en la región amazónica de Brasil, debido a que los indígenas lo llamaron "marau-ya", que proviene del fruto "marahu", y que a su vez viene de "ma-râ-ú" que significa "fruto que se come de sorbo" (Schwentesius-Ríndermann *et al.*, 1997). Así, cuando los colonizadores portugueses conocieron la fruta, la palabra se degeneró a la que hoy es conocida como maracujá (en portugués) o maracuyá (en español). En otros países, esta fruta también es nombrada parchita (Venezuela), calala (Nicaragua), chanh leo (Vietnam), fruit de la passion (Francia) y yellow passion fruit o lilikoi en países anglófonos (Ocampo *et al.*, 2021a).

Tabla 1. Clasificación taxonómica del maracuyá de acuerdo con Feuillet y MacDougal (2003).

Orden	Malpighiales
Familia	Passifloraceae
Subfamilia	Passifloreae
Tribu	Passifloroideae
Género	<i>Passiflora</i>
Supersección	<i>Passiflora</i>
Serie	<i>Passiflora</i>
Especie	<i>Passiflora edulis</i> Sims
Forma	<i>flavicarpa</i>
Nombre científico	<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Degener, 1932



Descripción botánica

El sistema radical del maracuyá es pivotante, conformado por un grupo de raíces secundarias poco profundas, las cuales se originan de una raíz primaria de escaso crecimiento en grosor y longitud (Figura 1). Las raíces se expanden hasta 1,40 m de diámetro del tallo y a una profundidad de 0 a 30 cm (60%), 31 a 45 cm (27%) y 46 a 60 cm el 13%.

La planta del maracuyá es una liana trepadora semiperenne, con un tallo estriado, glabro (sin pubescencia), de color verde o eventualmente púrpura, herbáceo y leñoso hacia la base con aproximadamente 12 cm de diámetro (Degener, 1932).



■ **Figura 2.** Planta de maracuyá en floración. Foto: John Ocampo

Las ramas presentan hojas alternas y alcanzan entre 30 a 40 m de longitud con entrenudos entre 8 a 13 cm (Figura 2).

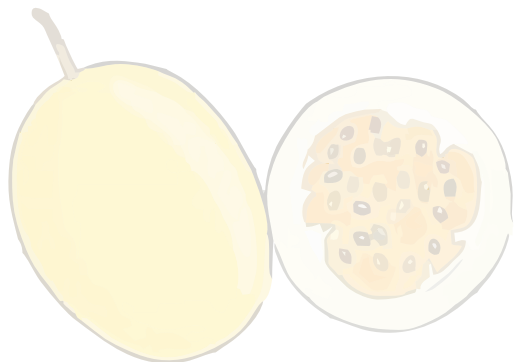


■ **Figura 1.** Sistema radical de la plántula de maracuyá. Foto: John Ocampo.

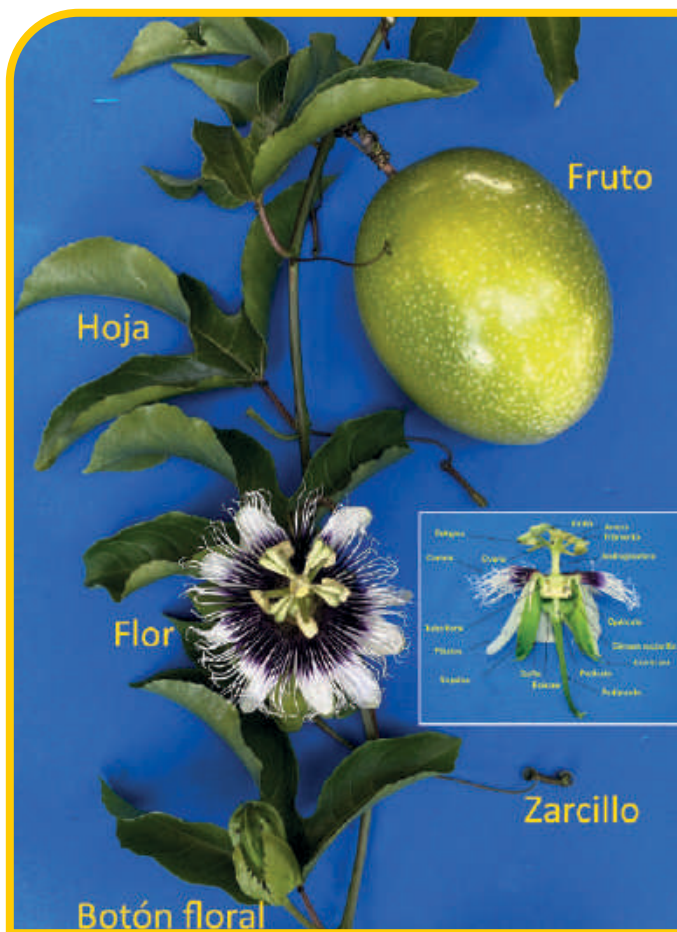
En cada nudo se origina una yema, dos estípulas lineares, una hoja y un zarcillo que la planta utiliza para adherirse a su soporte. Los zarcillos son de color verde a púrpura de 20 a 30 cm de longitud y en forma de espiral, los cuales son responsables que la planta tenga el hábito de crecimiento trepador.

En la yema donde sale la hoja se localiza el pedúnculo que une la flor con el tallo y puede medir de 3 a 3,6 cm de longitud. En su ápice se ubican tres brácteas de color verde con margen aserrado que se asemejan a las hojas con 1,7 a 3,2 cm de longitud y 1,0 a 1,6 cm de ancho, que le sirven de protección a la flor en los primeros estadios de su desarrollo. La flor es generalmente solitaria, semierecta, pentámera, hermafrodita, vistosa y de aroma agradable, con una longitud que oscila entre 4,5 a 6,5 cm y un ancho de 4 a 5 cm (Figura 3).

La flor es hermafrodita provista de cinco pétalos y cinco sépalos reflexos, oblongos, de color blanco y verduzcos con márgenes blancos en el envés (Degener, 1932). En la margen superior de los sépalos se localizan 1 o 2 pares de glándulas vistosas (eventualmente tres pares). La corona está distribuida en dos series exteriores con color púrpura intenso hacia la base y blanco hacia el ápice (35 a 45 mm) y entre 4 a 5 series interiores de color púrpura de 1 mm de longitud (Vanderplank, 2000).



Las hojas son glabras, alternas, de color verde, semi coriáceas, con marcadas nervaduras y 3 lóbulos (cuando están jóvenes tienen un solo lóbulo). Las dimensiones de la hoja oscilan entre 9-15 cm de longitud por 4-6 cm de ancho, con margen dentada (Degener, 1932). Las hojas se insertan en el tallo mediante el pecíolo de 3 a 4 cm de longitud y provisto de 2 glándulas en el ápice (Figura 3).



■ **Figura 3.** Rama de maracuyá con flor y fruto. Foto: John Ocampo.

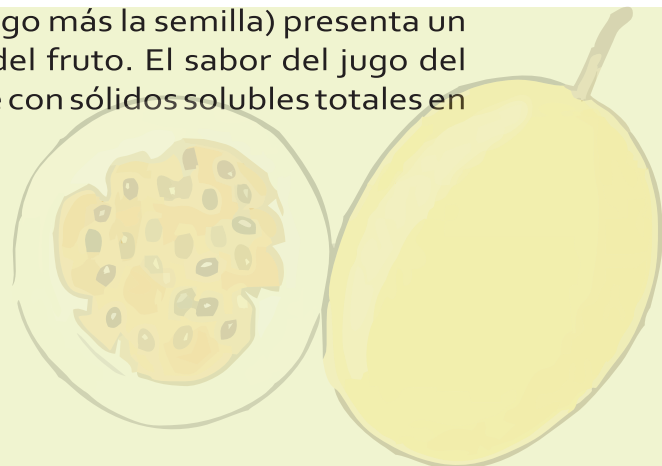
El androginóforo es de color verde con puntos púrpura y soporta el órgano masculino (androceo), formado por cinco estambres con anteras que contienen los granos de polen de color amarillo vistoso y pegajoso (Degener, 1932). El órgano femenino (gineceo) constituido por un ovario súpero, glabro, de color verde pálido, y del cual salen los tres estilos generalmente verdes punteados con color púrpura y que soportan los estigmas (Degener, 1932; Vanderplank, 2000).



■ Figura 4. Frutos de maracuyá. Foto: John Ocampo.

El fruto es de forma esférica u ovoide de 7,6 a 10,6 cm de longitud por 6,7 a 8,5 cm de diámetro, de cáscara (pericarpio) con consistencia dura, cerosa y lisa, con dimensiones entre 3,5 a 8,5 mm de espesor y con un mesocarpio de color blanco y esponjoso (Degener, 1932). El fruto en estado inmaduro es de color verde pálido con puntos blancos y va tomando una coloración amarilla, rosada o roja cuando alcanza la madurez (Bernacci *et al.*, 2008). El peso del fruto oscila entre 127 a 285 g aproximadamente, y contiene en promedio de 205 a 454 semillas (Ocampo *et al.*, 2021b), las cuales están cubiertas por un arilo o mucílago (Jugo de color amarillo a anaranjado) de agradable sabor y aroma, y rico en azúcares, vitaminas y minerales (Figura 4).

El porcentaje promedio de la pulpa (jugo más la semilla) presenta un rango entre 34 a 55% del peso total del fruto. El sabor del jugo del maracuyá es ácido y ligeramente dulce con sólidos solubles totales en promedio de 12,8 a 18,5 °Brix.



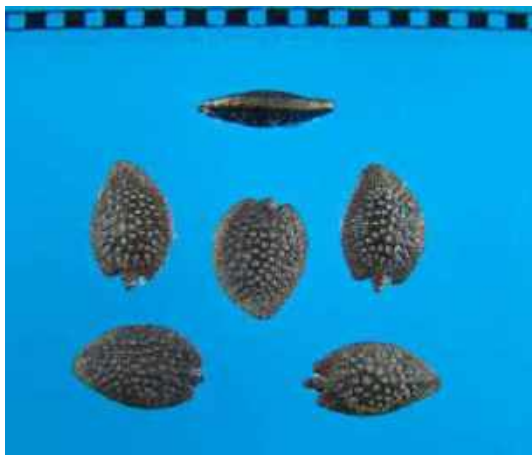


Figura 5. Semillas de maracuyá. Foto: John Ocampo.

La semilla es de forma acorazonada u ovalada de color gris oscuro, tiene una longitud de 6 a 8 mm por 4 a 5 mm de ancho (Figura 5). Su cubierta o testa es dura y rugosa, presenta entre 45 a 50 hendiduras (fóvelas) que se van desvaneciendo hacia el borde (Degener, 1932; Vanderplank, 2000). Las semillas representan entre el 2,2 y 8,3% del peso del fruto y 100 semillas (índice de semilla) tienen un peso entre 2,1 a 2,7 g (Ocampo *et al.*, 2021b). Las semillas están constituidas por fibra (64,1 g/100 g), aceite (23,4 a 24,5%), proteína (10 a 10,8%) y minerales como sodio (2,9 mg/g), magnesio (1,5 mg), potasio (0,8 mg) y calcio (0,5 mg) por cada gramo de semilla (Nyanzi *et al.*, 2005; Liu *et al.*, 2008).

Propiedades y usos



Las frutas son alimentos que contienen gran cantidad de nutrientes indispensables para el buen funcionamiento del organismo humano, debido a que el consumo de una gran variedad de frutas que son ricas en carbohidratos, vitaminas (A, B₂, B₃ y C), minerales, fibras y antioxidantes, puede contribuir con la salud y bienestar humano.

El contenido nutricional de la pulpa del fruto del maracuyá (Tabla 2) la posicionan entre una de las frutas nutraceuticas mas recomendable para incluirse en la dieta alimenticia, no solo por sus bondades como bebida refrescante, sino también por sus potenciales usos en repostrería (Carvajal *et al.*, 2014).

Tabla 2. Rangos de la composición nutricional del maracuyá y la gulupa por cada 100 g de pulpa. Datos publicados por diferentes autores y compilados por Ocampo *et al.* (2021a).

Componentes	Maracuyá	Gulupa
Humedad (%)	80 - 88,2	75,1 - 85,6
Proteínas (g)	0,67 - 1,5	0,39 - 2,2
Calorías (cal.)	36 - 78	51 - 90
Carbohidratos (g)	6,20 - 15	13,6 - 21,2
Grasas (g)	0,18 - 0,70	0,05 - 0,70
Fibras (g)	0,17 - 0,40	0,01 - 0,04
Cenizas (g)	0,49 - 1,2	0,3 - 1,36
Fósforo (mg)	18 - 25	12,5 - 13
Potasio (mg)	238 - 278	374
Calcio (g)	3,8 - 9,0	3,6 - 13
Hierro (mg)	0,3 - 1,7	0,24 - 1,6
Sodio (mg)	6	28
Tiamina (mg)	0,01 - 0,04	
Riboflavina (mg)	0,13 - 0,17	0,1 - 0,15
Niacina (mg)	0,8 - 2,24	1,46 - 1,7
Vitamina A (U.I)	1,730 - 2,410	
Vitamina C (mg)	16 - 29	28,9 - 30,0
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	12,8 - 18,5	13,0 - 15,5
pH	2,5 - 3,19	2,56 - 3,59

Los usos



■ Figura 6. Diferentes usos del fruto de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Los usos del maracuyá son diversos, y van desde el consumo como fruta fresca (Figura 6) hasta sus variadas formas en la industria de bebidas como jugo simple o concentrado (Coppens d'Eeckenbrugge, 2003). El intenso aroma y su contenido en vitamina C y minerales permiten el uso como complemento de productos multivitamínicos y en la generación de nuevos sabores en la industria de jugos, bebidas, pastelería y confitería. Los altos contenidos de aceites (23,4 - 24,5%) en la semilla pueden ser empleados en la industria alimenticia y en la cosmetología.

La belleza de las flores y su fragancia permiten su uso como planta ornamental o para la elaboración de perfumes. Las hojas contienen un compuesto químico de uso farmacéutico local y con estas se preparan infusiones para aliviar la bilis, la gastritis y evitar el vomitivo (Carvajal *et al.*, 2014; Taiwe & Kuete, 2017). Asimismo, la obtención de Passiflorina de las hojas es utilizada como base para un producto farmacéutico con propiedades para el control de la ansiedad y el insomnio.



Recursos genéticos

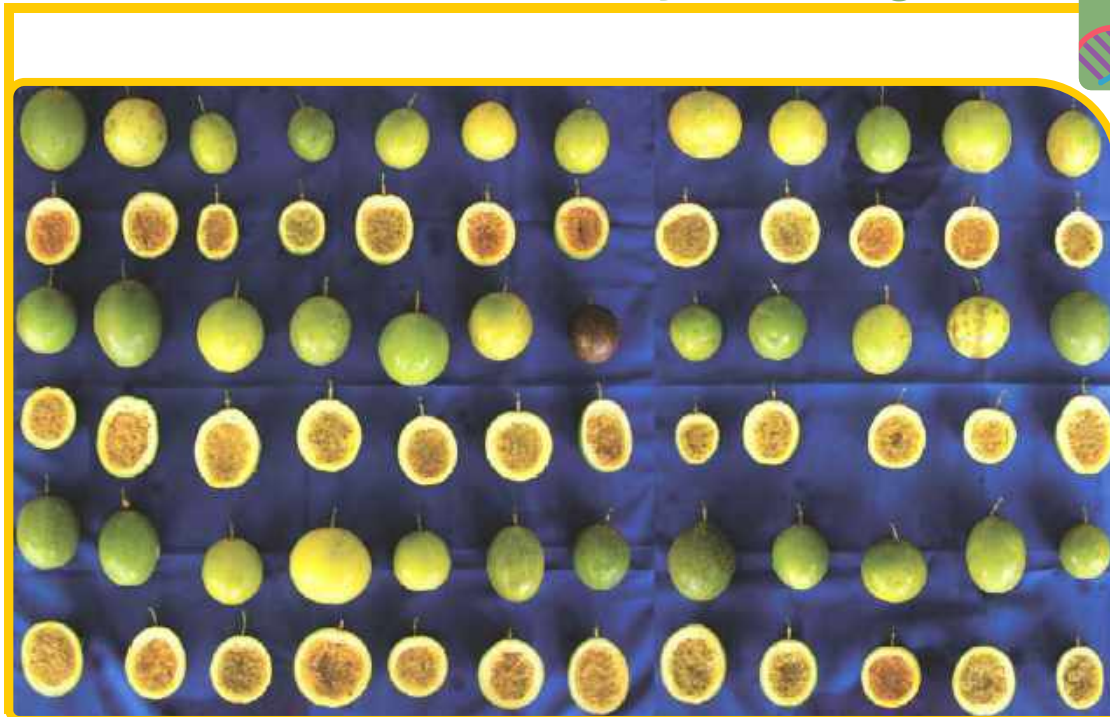
El maracuyá es una de las 240 especies del subgénero *Passiflora*, las cuales poseen el mismo número de cromosomas ($2n= 18$) y pueden ser consideradas como especies relacionadas (acervos genéticos) para el desarrollo de nuevas variedades mejoradas por medio de la hibridación convencional, el uso como portainjertos y/o con la aplicación de la biotecnología (Ocampo *et al.*, 2021a).

Entre las especies relacionadas o parientes silvestres se destacan la gulupa (*P. edulis* f. *edulis*), el maracuyá de caatinga (*P. cincinnata*), el maypop (*P. incarnata*), la cholupa (*P. maliformis*), la maracua (*P. alata*), la badea (*P. quadrangularis*) y el maracuyá perola (*P. setacea*) entre otras. Estas especies deben ser tenidas en cuenta en programas de

fitomejoramiento por poseer genes de interés que pueden ser transferidos al maracuyá para el mejoramiento del cultivo.

Estudios de caracterización morfológica de plantas del maracuyá provenientes de las principales zonas productoras en Colombia y otros países muestran una moderada variabilidad en relación con los caracteres asociados con la flor y el fruto (Ocampo *et al.*, 2013a; 2021b; Galeano *et al.*, 2018). A nivel genético, una investigación preliminar por Ocampo *et al.* (2017) reporta una alta variabilidad genética, con especial énfasis en los materiales cultivados en el departamento del Valle del Cauca, los cuales pueden ser la base para un programa de mejoramiento genético.

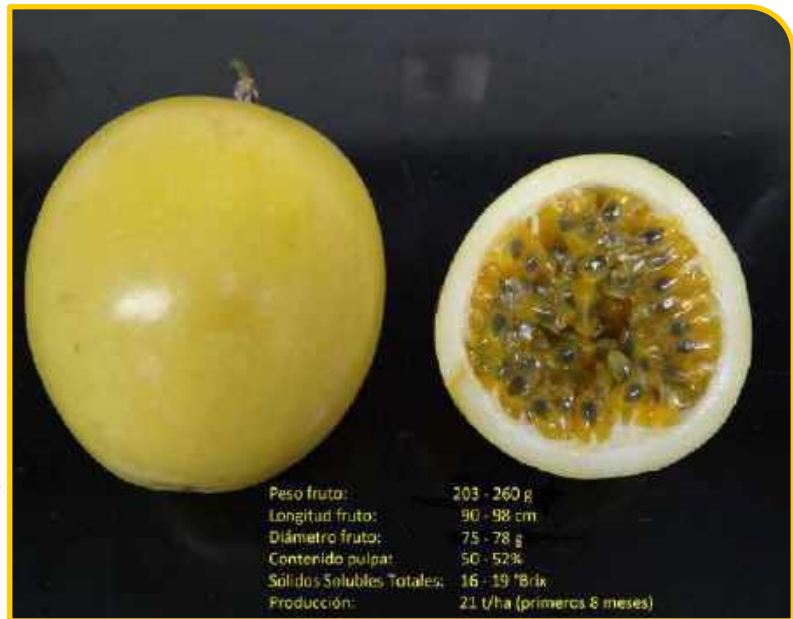
Mejoramiento genético



■ **Figura 7.** Variabilidad de formas y color de frutos de maracuyá cultivados en Colombia.
Foto: John Ocampo.

Los agricultores en Colombia en su mayoría seleccionan las semillas de los mejores frutos en cada cosecha con base en las características de calidad y teniendo como base un ideotipo impuesto por el mercado local. Estos procesos de selección de frutas no tienen en cuenta la polinización cruzada propia del maracuyá, la cual genera una alta variabilidad del fruto (Figura 7) y trae como consecuencia una selección exhaustiva para obtener los mejores frutos para el mercado. Al contrario de Colombia, en otros países existen más de 30 cultivares con tolerancia a enfermedades y características sobresalientes de calidad del fruto, como °Brix, porcentaje de jugo y contenidos nutraceuticos (Faleiro *et al.*, 2020; Ocampo *et al.*, 2021a), los cuales han sido obtenidos por medio de selección artificial o por cruzamientos dentro del mismo maracuyá o con otras especies emparentadas como la gulupa (*P. edulis* f. *edulis*). Entre los principales cultivares desarrollados en Brasil se destacan Composto IAC-27', 'Monte Alegre IAC-273', 'Maravilha IAC-275', 'Joia IAC-277', 'IAC Paulista', 'FB 200-Yellow Master', 'FB 300-Araguari', 'CPATU Casca Fina', 'BRS Gigante Amarelo', 'BRS Sol do Cerrado', 'BRS Ouro Vermelho', 'BRS Rubi do Cerrado', 'UENFRio Dourado' y 'SCS437Catarina' (Ocampo *et al.*, 2021a).

En Colombia, aún no hay reportes de variedades mejoradas y una primera selección de un material superior fue obtenido y sembrado en diferentes zonas del país desde el 2011 (Ocampo *et al.*, 2013a), el cual ha sido llamado 'Gran Luker' (Figura 8).



■ **Figura 8.** Selección colombiana de maracuyá denominada 'Gran Luker'.
Foto: John Ocampo.



■ **Figura 9.** Planta de maracuyá injertada en un patrón (*P. maliformis*) resistente al patógeno *Fusarium solani*.
Foto: John Ocampo.

Actualmente, la Universidad Nacional de Colombia y Agrosavia en Palmira están en proceso de desarrollo de cultivares de maracuyá con mayores rendimientos, mejor calidad de la fruta y con el uso de portainjertos resistentes a patógenos del suelo (Figura 9), como una estrategia para un futuro programa de mejoramiento para el cultivo en Colombia.

Aspectos Fisiológicos



■ **Figura 10.** Tipos de flores presentes en el maracuyá. **A.** flor con estigmas totalmente curvos; **B.** flor con estigmas parcialmente curvos; **C.** flor con estigmas sin curvatura (erectos).
Fotos: John Ocampo.



Floración

Las primeras flores del maracuyá aparecen en las ramas primarias y secundarias principalmente entre 90 y 150 días después de la siembra. Las flores abren (antesis) después del mediodía (12:00 a 1:00 p.m.) y permanecen abiertas hasta las 6 horas siguientes de su apertura, y lo cual depende de las condiciones ambientales de cada región (Arias *et al.*, 2014). En el maracuyá se presentan tres tipos de flores (heteromorfas) de acuerdo con la curvatura del estilo en el momento de la apertura floral o antesis (Figura 10). Esto influye en el momento de la polinización y se puede presentar en una misma planta con diferentes frecuencias (Arias *et al.*, 2014): **A.** flor con estigmas totalmente curvos, por debajo de las anteras; **B.** flor con estigmas erectos (sin curvatura), sobre las anteras en un ángulo de 70 a 90°; **C.** flor con estigmas parcialmente curvos, sobre las anteras en un ángulo de 0 a 45°.



■ **Figura 11.** Agente polinizador (*Xylocopa* sp.) en la flor de maracuyá.
Foto: John Ocampo.

Polinización



El maracuyá es una planta prevalentemente alógama, debido a que sus flores no se pueden autopolinizar ni de forma natural o artificial, y por tal razón las flores son consideradas autoincompatibles entre un 95 a 97% (Parés *et al.*, 2014). Por lo anterior, los agentes polinizadores transfieren el polen de una flor a otra en diferentes plantas y los cuales son indispensables para lograr hasta un 90% de polinización efectiva (Arias *et al.*, 2014).

Los granos de polen son pesados y pegajosos, y las anteras están ubicadas por debajo de los estigmas, lo que favorece la polinización cruzada (alogamia). La polinización en el maracuyá depende de los insectos y las condiciones ambientales donde son establecidos los cultivos (Arias *et al.*, 2014). Son muchos los visitantes que llegan a las flores del maracuyá atraídos por el color púrpura-violeta, el aroma y su dulce néctar. En las flores del maracuyá se han reportado varias especies de visitantes de los géneros *Xylocopa* spp., *Epicharis* sp. y *Bombus* sp. (Peña, 2003).

Los insectos más eficaces como agentes polinizadores son los abejorros negros *X. frontalis* Olivier y *X. suspecta* Moure & Camargo (Figura 11), los cuales por su tamaño realizan una buena conexión entre las anteras y los estigmas de la flor (Sazima & Sazima, 1989; Caicedo *et al.*, 1993). Estos abejorros construyen los nidos en árboles muertos y en los postes de madera que sostienen las plantas en los cultivos. La abeja común (*Apis mellifera* L.) es atraída por el polen y puede contribuir con la polinización, pero con una baja eficiencia, debido a su tamaño con relación a las dimensiones de la flor. Este tipo de insectos pueden incluso afectar el proceso de la polinización cuando las poblaciones de abejas son altas, debido a que pueden extraer altas cantidades de polen de las anteras.



Figura 12. Tipos de polinización en el maracuyá. Fotos: **A.** polinización natural, **B.** polinización asistida, y **C.** polinización manual. Fotos: John Ocampo.

La práctica de la polinización manual o artificial puede ser realizada cuando las poblaciones de los polinizadores son bajas y es recomendable llevarla a cabo cuando el porcentaje de formación de frutos (cuajamiento) sea menor al 30%. Esta práctica se realiza pasando los dedos sobre las anteras de varias flores y llevándolas luego a las flores de otras plantas con un movimiento circular con los dedos sobre el estigma de la flor receptora (Figura 12).

Otra manera de efectuar la polinización artificial es retirar las anteras completas, colocarlas en un recipiente y mezclarlas. Luego, con la ayuda de un pincel, se realiza la polinización, considerando las mismas indicaciones que en el procedimiento anterior (Figura 13). Este tipo de polinización aumenta el número de óvulos fecundados y por consiguiente se producen más semillas con más cantidad de jugo y mayor tamaño de los frutos (Arias *et al.*, 2014).



Figura 13. Polinización manual asistida en el maracuyá. Foto: John Ocampo.



Figura 14. Nido de abejorro polinizador. Foto: John Ocampo.

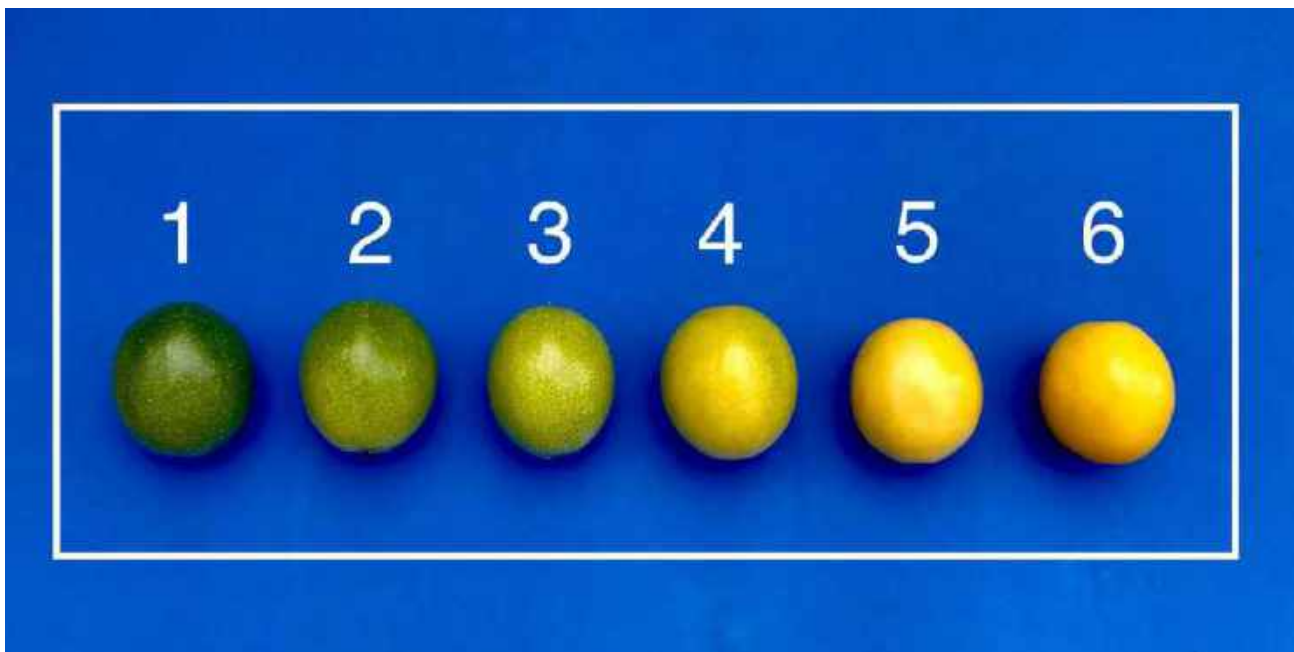
Los agentes polinizadores construyen sus nidos en los postes del tutorado de los cultivos o en la vegetación nativa cerca a estos y por tal razón es importante dejar madera al inicio de cada surco para que los abejorros puedan construir sus refugios y acceder fácilmente a su alimento (Figura 14). Se recomienda hacer uso racional de los insecticidas y aplicarlos preferiblemente en las primeras horas de la mañana.



Fecundación

El proceso de fecundación se lleva a cabo entre 4 a 5 horas después de la polinización, y la formación y maduración del fruto oscila los 55 a 60 días, lo cual depende de las condiciones ambientales como la altura y la radiación solar donde los cultivos son establecidos (Arias *et al.*, 2014). El porcentaje de cuajamiento del fruto en el maracuyá oscila de 76 a 100%, y está relacionada con: la actividad de los polinizadores, la cantidad del polen, el estado nutricional de la planta, el ataque de plagas y enfermedades y de otros factores ambientales como la humedad relativa y la temperatura (Arias *et al.*, 2014).

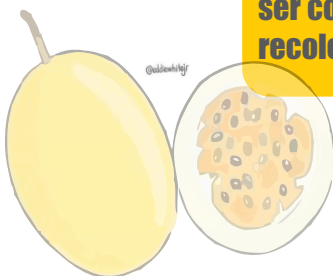
Maduración



■ **Figura 15.** Diferentes estados de madurez del fruto de maracuyá. Foto: John Ocampo.

En la formación del fruto se presentan un conjunto de cambios físicos y químicos hasta cuando alcanza su madurez, tales como en el tamaño, el color, el sabor y el aroma. El fruto del maracuyá presenta seis estados de desarrollo (ICONTEC, 2022), desde totalmente verde (1) brillante con puntos blancos diminutos hasta maduro con una coloración amarilla (Figura 15). Igualmente, en el maracuyá existen plantas que producen frutos de color rosado o rojo en todos los estados de desarrollo.

El estado 6 es óptimo de cosecha o madurez del fruto, el cual alcanza la máxima concentración de sólidos solubles totales o azúcares (°Brix) y puede ser cosechado fácilmente de la planta o cae naturalmente al suelo para ser recolectado (ICONTEC, 2022).



Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4	Etapa 5
0	20	60	140	200
				
15 a 20 días Emergencia	35 a 40 días Vivero	70 a 80 días Trasplante a Floración	50 a 60 días Floración a Maduración	330 a 340 días Cosecha

■ **Figura 16.** Etapas fenológicas del cultivo de maracuyá para un ciclo de 18 meses.

El ciclo del cultivo depende de la oferta ambiental de cada zona, la presión de los problemas fitosanitarios y del manejo agronómico. En Colombia el promedio general del ciclo del cultivo son 18 meses y la fenología puede distribuirse en cinco etapas:

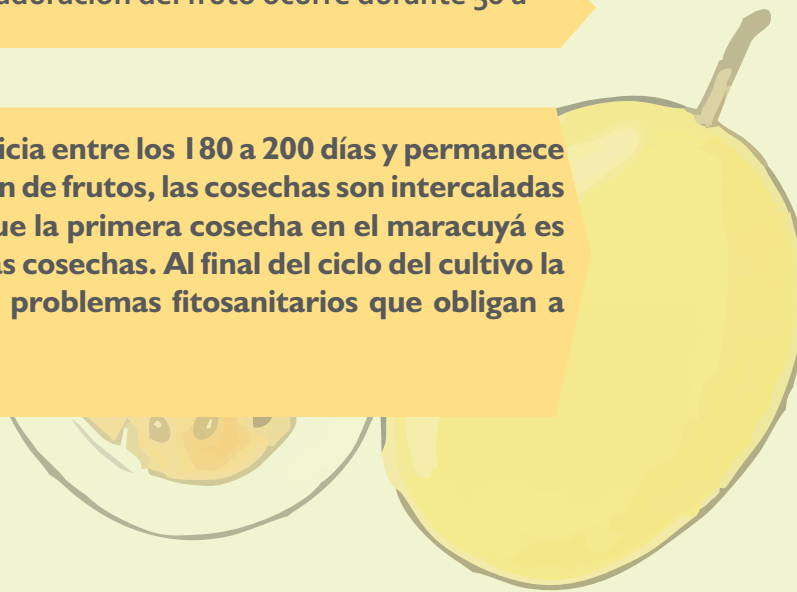
Etapa 1 - Germinación de la semilla y emergencia de la planta en almácigo durante 15 a 20 días.

Etapa 2 - Crecimiento y desarrollo de la planta en vivero durante 35 a 40 días.

Etapa 3 - Desarrollo de la planta desde el trasplante en condiciones de campo a floración durante 70-80 días (2,7 meses).

Etapa 4 - El período de floración a formación y maduración del fruto ocurre durante 50 a 60 días (2 meses).

Etapa 5 - La producción de los primeros frutos inicia entre los 180 a 200 días y permanece durante 340 días. Luego de la primera producción de frutos, las cosechas son intercaladas entre 2 a 3 meses y es importante considerar que la primera cosecha en el maracuyá es baja y representa entre el 40 al 50% de las demás cosechas. Al final del ciclo del cultivo la cosecha empieza a disminuir por la presión de problemas fitosanitarios que obligan a comenzar con una nueva parcela productiva.



Métodos de propagación



Figura 17. Extracción y lavado de semillas de maracuyá. Fotos: John Ocampo.



Propagación por semilla

La semilla se debe seleccionar de frutos provenientes de plantas vigorosas en cultivos comerciales con buen estado fitosanitario, una edad superior a los 12 meses y con base en las siguientes recomendaciones:

- Seleccionar de 10 a 15 plantas con el mayor vigor (altamente productivas) y con buen estado fitosanitario (libre de enfermedades y plagas).
- Escoger de 5 a 10 frutos por cada planta seleccionada con uniformidad en forma y tamaño, y con un grado óptimo de madurez de cosecha (color amarillo en estado 6).
- Seleccionar los frutos con un porcentaje de pulpa más semilla superior al 50%.

Existen varios métodos para la extracción y eliminación del mucilago que cubre la semilla, donde el uso de la fermentación es el más práctico y de bajo costo. Una vez seleccionados y cosechados los frutos se dejan de un día para otro (24 horas) en un lugar fresco y libre del sol (Ocampo *et al.*, 2015). Luego se extrae la pulpa con la semilla, dejándola en un recipiente plástico entre 24 a 48 horas (1 a 2 días) y agitando cada cuatro horas para promover una fermentación uniforme. Las semillas se lavan con agua limpia y se frota con un tamiz hasta remover todo el mucilago (Figura 17), posteriormente se depositan sobre papel absorbente en un sitio fresco y a la sombra durante tres días (alcanzando cerca del 21% humedad). Con este método de extracción, los porcentajes de germinación varían entre el 95 y 98% (Posada *et al.*, 2014) y las semillas pueden ser sembradas directamente en los viveros o almacenadas herméticamente en frascos plásticos o bolsas de aluminio, que eviten la entrada de humedad y luz durante el tiempo de conservación (Posada *et al.*, 2014). La semilla se debe tratar con hongos antagonistas como *Trichoderma harzianum* o aplicar un producto comercial para evitar la proliferación de microorganismos (Ángulo, 2010). Por último, las semillas deben ser conservadas a una temperatura entre 6 y 8°C en nevera por un tiempo máximo de 12 meses para evitar la disminución de la viabilidad, la cual puede bajar hasta un 50% de germinación.

Almácigo

Este sistema es el más recomendado, debido a que evita el maltrato de las plántulas y la ruptura de las raíces al momento de llevarlas al sitio definitivo. Preferiblemente, los almácigos deben ubicarse en sitios protegidos de vientos fuertes, de los animales, con fácil acceso a una fuente de agua y con buena entrada de luz, entre otras consideraciones (Ángulo, 2010; Ocampo & Wyckhuys, 2012). Igualmente, es recomendable que los almácigos se construyan dentro de casas de malla que impidan la entrada de insectos plaga o vectores de enfermedades virales.

En el almácigo se debe contar con un sustrato de buenas características fisicoquímicas, bien drenado y aireado. Cuando se utiliza cascarilla de coco o turba el sustrato debe estar bien desinfectado para evitar microorganismos patógenos, que puedan afectar las plántulas cuando sean llevadas al sitio definitivo (Ocampo *et al.*, 2015). Algunos sustratos pueden ser una mezcla de arena lavada más suelo en una proporción de 1:3, suelo más

estiércol descompuesto en relación 3:1 o cascarilla de arroz quemada con suelo en iguales cantidades 1:1. A estas mezclas se puede agregar 1 kg de fertilizante 0-20-0 y 0,5 kg de 0-0-60 por cada metro cúbico de la mezcla. Antes de sembrar, es aconsejable poner en remojo las semillas en agua tibia (36°C) y dejarlas en reposo por un tiempo de 12 a 24 horas, con el fin de acelerar la germinación (Posada *et al.*, 2014).

Para el cálculo del número plantas para establecer en almácigo o vivero se debe tener en cuenta el índice de semilla que varía entre 2,1 a 2,7 g por cada 100 semillas o 37.000 a 48.000 semillas por kilogramo (Ocampo *et al.*, 2015). El proceso de la siembra se debe realizar en bolsas de polietileno (15 cm de largo por 9 cm de ancho) con suelo o en bandejas plásticas con turba (12 x 4 cm), depositando 1 o 2 semillas espaciadas entre sí y a una profundidad de 1 cm (Figura 18).



■ **Figura 18.** Siembra de semillas de maracuyá. Foto: John Ocampo.



■ **Figura 19.** Sistema de soporte en bolsas y bandejas para la propagación de materiales de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Las bandejas o bolsas deben ser establecidas en mesas o plataformas a una altura entre 0,8 a 1 metros, que impida el contacto directo con el suelo y el exceso de humedad (Figura 19)

El riego debe realizarse dos veces por día, ya sea mediante aspersión o nebulización para evitar la acumulación excesiva de agua (Ocampo & Wyckhuys, 2012). La germinación de la semilla sucede entre los 15 y 20 días, y cuando son sembradas dos semillas se elimina la planta de menor vigor. A partir de este momento es recomendable humedecer sólo el follaje para evitar pudriciones en el cuello de la raíz o base del tallo y posteriormente muerte de las plántulas (Ocampo *et al.*, 2015). A los 50 o 60 días después de la siembra de las plántulas pueden ser llevadas a campo y cuando éstas tengan una altura de 15 a 20 cm o presenten dos o tres pares de hojas (Figura 20).



■ **Figura 20.** Plántula de maracuyá. Foto: John Ocampo.



En este método de propagación se utiliza tejido vegetativo como estacas, acodos, injertos y meristemos - *in vitro*, con el fin de obtener plantas uniformes para la siembra. Los diferentes tipos de tejidos provienen de plantas madre seleccionadas por su alta productividad, con buen estado fitosanitario y alta vigorosidad entre otras características (Faleiro *et al.*, 2019). Cabe anotar que este sistema de propagación garantiza plantas genéticamente iguales (clones) a las plantas madre seleccionadas y pueden ser consideradas clones.

Propagación por esqueje

Los esquejes deben ser tomados de ramas secundarias maduras entre 15 a 20 cm de longitud y de 5 mm de diámetro con 3 a 5 yemas bien formadas (Figura 21) (Ocampo & Wyckhuys, 2012). Las ramas se cortan en diagonal (bisel) en su parte distal sobre una yema y en forma horizontal en su parte basal (Salomão *et al.*, 2002; Roncatto *et al.*, 2008). Posteriormente, se les retira las hojas de las primeras dos o tres yemas y el resto se cortan a la mitad para evitar deshidratación.

La parte basal del esqueje se desinfecta con hipoclorito al 2% y antes de 12 horas se deben sembrar, enterrándose las 2/3 partes de su longitud directamente en bolsas de almácigo (17 x 25 cm) o en germinadores que contienen arena o cáscarilla



Figura 21. Estaca de maracuyá. Foto: John Ocampo.

de arroz carbonizada previamente desinfectados (Souza *et al.*, 2006). En el almácigo los esquejes deben permanecer entre 45 y 55 días, con una buena humedad y bajo polisombra, lo cual permitirá un alto porcentaje de supervivencia y enraizamiento, para luego llevar las plantas al campo (Ocampo *et al.*, 2015;



Propagación por injerto

Este método es usado para evitar las enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo como *Fusarium* spp. que afecta las raíces y causa la muerte de la planta (García-Jaramillo *et al.*, 2021). La injertación consiste en la unión de patrón (portainjerto) resistente con una copa (parte aérea) susceptible con características agronómicas deseables como una mayor productividad. El producto final de esta unión es un solo individuo o planta que permanecen unidos por medio de una soldadura o cicatriz entre el patrón y la copa, las cuales continúan su desarrollo en una dependencia mutua. En la injertación del maracuyá han sido utilizados patrones resistentes como *P. setacea*, *P. gibertii*, *P. alata*, *P. quadrangularis* o *P. maliformis* (Faleiro *et al.*, 2019; Espinal *et al.*, 2021) con buenos resultados en condiciones de campo. El sistema de propagación por injerto se realiza en plántulas entre 45 a 60 días después de la germinación con un tallo de diámetro entre 3 y 4 mm, tanto para el patrón como para la copa (Espinal *et al.*, 2021).



■ **Figura 22.** Propagación por injerto en el maracuyá.
Foto: John Ocampo

El tallo de las plantas utilizadas como portainjertos se debe cortar con una hoja de acero inoxidable (hoja de afeitar) previamente desinfectada con alcohol al 70%, el corte se realiza a una altura entre 8 a 10 cm de la base del cuello de la raíz con una incisión o hendidura longitudinal de 1 cm desde la base decapitada hacia la base del tallo en forma de "V" (Espinal *et al.*, 2021). La copa para cada injerto se debe seleccionar con una longitud entre 3 a 4 cm con 2 o 3 yemas, las cuales se deben cortar mediante una incisión longitudinal de 1 cm con forma de bisel doble (V). Posteriormente, el portainjerto y la copa deben ser ajustados con un gancho (clip) plástico de 1 cm x 0,5 cm de ancho e inmediatamente el injerto debe ser tutorado (tubo plástico o madera de 0,5 cm de diámetro x 60 cm de alto) y protegido con una bolsa plástica transparente de 3 x 7 cm para evitar la deshidratación. La bolsa se retira a los 10 días después de la injertación para evitar exceso de humedad (Figura 22). El riego debe ser realizado dos veces por día por aspersión o nebulización que permita una buena humedad en la planta injertada sin exceso. Las plantas injertadas pueden ser llevadas a condiciones de campo cuando alcanzan mínimo 15 cm de altura entre 30 a 60 días después de la injertación y con más de cinco hojas.

Propagación *in vitro*

Esta técnica se realiza a partir de cultivo de tejidos o explantes vegetales (yemas, microtallos o ápices de hojas y raíces) como herramientas para la micropropagación, propagación rápida de clones, conservación en bancos de germoplasma, eliminación de virus y enfermedades (Figura 23).



■ **Figura 23.** Plántula de maracuyá propagada *in vitro*. Foto: Roosevelt Escobar.

En el maracuyá esta técnica de propagación *in vitro* se ha implementado primordialmente a partir de yemas (meristemas) procedentes de los ápices de ramas secundarias, las cuales se establecen en un determinado medio nutritivo y bajo condiciones de asepsia de laboratorio (Faleiro *et al.*, 2019). La ventaja de este método es que facilita la producción clonal masiva y rápida de plantas seleccionadas (Prammanee *et al.*, 2011; López *et al.*, 2021). A pesar de las ventajas, esta técnica ha sido poco implementada en el cultivo de maracuyá, debido a los altos costos en la producción de cada planta. Es necesaria una mayor promoción de las técnicas de micropropagación *in vitro* para que los productores puedan tener un mayor control sobre la sanidad del material de siembra y disponer de plantas libres de patógenos como los virus que tanto afectan los cultivos del maracuyá.

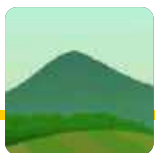
Ecología

Para el óptimo desarrollo de los cultivos, es de vital importancia tener en cuenta las condiciones del suelo y del clima de las zonas geográficas donde ellos se establecerán, como son la altura sobre el nivel del mar, la temperatura, la humedad relativa, la precipitación, la velocidad del viento y la radiación solar (FAO, 1997; Ocampo *et al.*, 2015).

En el cultivo del maracuyá no existe información acerca de los parámetros de la ecofisiología, y por lo tanto se ha recopilado información de 71 cultivos georreferenciados en diferentes municipios de las zonas productoras en Colombia (Tabla 3), teniendo en cuenta los reportes del clima (Fick & Hijmans, 2017), mapas de suelo y datos complementarios reportados en la literatura (Posada, 2013; Fischer & Miranda, 2021).

Tabla 3. Ecofisiología del cultivo de maracuyá en Colombia

Variable	Parámetro
Elevación (m s.n.m)	200 – 1.000
Profundidad Efectiva (cm)	≥ 40
Textura	Franco Arenoso
pH	5,5 – 7,0
Régimen de Humedad	Údico
Temperatura diurna (°C)	24 – 28
Temperatura nocturna (°C)	19 - 22
Luminosidad(horas/luz/día)	> 10
Precipitación (mm)	1.000 – 1.500
Humedad Relativa (%)	60 – 70



Rango altitudinal

Los cultivos comerciales de maracuyá se han establecido en Colombia principalmente en los valles interandinos, en la Orinoquía y en las montañas de la región andina hasta los 1.500 m. Sin embargo, altitudes entre los 200 y 1.000 m son consideradas como las zonas óptimas para el cultivo (Posada, 2013; Fischer & Miranda, 2021), debido a que fuera de este rango las plantas son menos vigorosas, la polinización es menos efectiva y hay mayor incidencia de plagas y enfermedades.



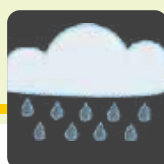
Temperatura

Las temperaturas óptimas para el buen desarrollo del cultivo de maracuyá fluctúan entre 24 a 28°C (día) y entre 19 a 22°C (noche). Temperaturas arriba de estos rangos aceleran el crecimiento y la producción disminuye a causa de la deshidratación de los estigmas, lo que imposibilita la fecundación de los ovarios (Fischer & Miranda, 2021; Ocampo *et al.*, 2015). Por otro lado, temperaturas menores a las óptimas reducen la absorción de nutrientes y retardan el crecimiento, disminuyendo el número de nuevos brotes, lo que deriva en una menor cantidad de flores y frutos (Nuñez & Levandovski, 2019).

Humedad Relativa

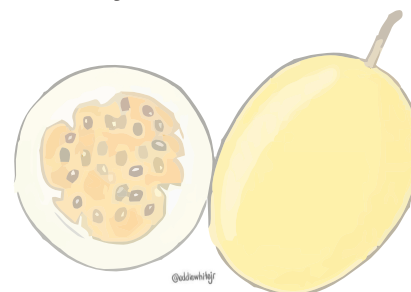


La humedad en el aire o relativa (HR) es un parámetro muy importante para el desarrollo de la planta y debe oscilar entre 60 a 70%. En este rango se favorecen la polinización y la fecundación efectiva, ya que los estigmas pueden permanecer viscosos e hidratados (Fischer & Miranda, 2021). Sin embargo, concentraciones muy altas de HR ocasionan susceptibilidad al ataque de enfermedades por la formación de microclimas, en tanto que una baja HR ocasiona la deshidratación del polen y del líquido estigmático, provocando el aborto de las flores y problemas en la fecundación.



Precipitación

Los requerimientos de precipitación en las zonas productoras del maracuyá se estiman entre 1.000 a 1.500 mm y con una buena distribución durante todo el año (Posada, 2013; Fischer & Miranda, 2021). El exceso de lluvias durante el periodo de floración puede afectar considerablemente la producción, ya que los granos de polen sufren daño por el exceso de humedad, y la actividad de los insectos polinizadores se reduce notablemente. En regiones donde existe una mala distribución de lluvias, la instalación de sistemas de riego o drenaje son necesarios.



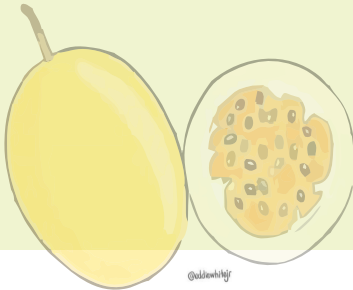


En zonas con fuertes y constantes vientos se dificulta la presencia de insectos polinizadores, se presentan daños en las estructuras florales y en las ramas, así como la caída de los sistemas de tutorado del cultivo. Por estas razones, los cultivos de maracuyá se deben establecer en zonas con una velocidad del viento inferior a 50 km/hora (13,8 m/s).



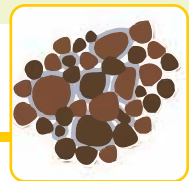
Radiación Solar

Los cultivos de maracuyá se deben establecer en zonas con radiación solar mayor a 3.650 horas anuales (>10 horas/día), donde se puede obtener un frutas con la calidad óptima, en cuanto a su sabor, aroma y brillo de la cáscara (Faleiro *et al.*, 2020; Fischer & Miranda, 2021). En regiones con mucha nubosidad se reduce la fotosíntesis, lo que implica retrasos y desuniformidad en el proceso de maduración del fruto, afectando con esto su calidad y contenido de azúcares (°Brix).



@aldemihij

Suelo



La planta del maracuyá requiere suelos con textura liviana, de franco arenosa a franco arcilloso, buen drenaje, profundidad efectiva de ≥ 40 cm, contenido de materia orgánica (0,8 a 3%) y minerales. El pH puede oscilar en 5,5 a 7,0 con un óptimo de 6,0 para un buen desarrollo de la planta (Ángulo, 2009). La pendiente de los suelos debe ser moderada ($\leq 20\%$) que facilite las labores culturales y una buena evacuación del agua.



■ **Figura 24.** Diferentes aves e insectos visitantes en el cultivo de maracuyá.
Fotos: John Ocampo.

Biodiversidad

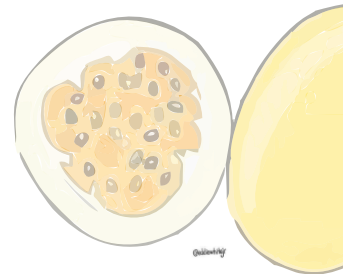
Los cultivos de maracuyá y otros sistemas agrícolas son un refugio de múltiples organismos y hacen parte de la biodiversidad. La interacción de los cultivos con otros organismos como los insectos polinizadores (abejas carpinteras, abejorros etc.), aves (colibríes, loros etc.) y los controladores biológicos (escarabajos, crisopas, avispas, etc.) contribuyen con la conservación de la biodiversidad en las áreas donde los cultivos son establecidos (Figura 24). Sin embargo, la presencia y la conservación de ellos depende de las prácticas agronómicas o el manejo del cultivo, con especial énfasis en las aplicaciones racionales de los productos de síntesis química en las horas adecuadas. Por tal razón, el uso sustentable de los recursos naturales con la integración de un manejo integrado de bioinsumos y la adopción de las Buenas Prácticas Agrícolas es esencial para la conservación de la biodiversidad (Ocampo & Wyckhuys, 2012).

Establecimiento del Cultivo

Las exigencias de suelo, clima, luminosidad, topografía y la altitud sobre el nivel del mar son variables agroecológicas de difícil manejo y deben ser tenidas en cuenta para establecer un sistema agrícola (Ocampo *et al.*, 2015). Por esta razón, para obtener las mayores producciones y una buena calidad de la fruta se debe seleccionar los lugares donde se establecerán los cultivos con base en las siguientes características:

- Análisis fisicoquímico del suelo.
- Análisis climático (temperatura, lluvias, radiación solar, etc.,)
- Pendiente moderada y buena luminosidad.
- Terrenos con buen drenaje y no inundable)
- Fuente hídrica (disponibilidad de agua).
- Buena infraestructura de carreteras.
- Disponibilidad de madera legal o postes sintéticos para el sistema de tutorado
- Buen acceso a la mano de obra (jornal).

La zonificación para la determinación de las mejores áreas potenciales constituye una herramienta valiosa para la planificación de una agricultura más competitiva y económicamente viable. El mapa con la distribución potencial de las mejores zonas para el establecimiento y desarrollo del cultivo del maracuyá en Colombia (Posada, 2012) muestra con diferentes colores las áreas con mayor o menos probabilidad de éxito para la producción en condiciones convencionales (Figura 25). Así, el color azul represente entre ≥ 40 a 60%, (Baja), el amarillo entre ≥ 60 a 80% (Media) y el rojo $\geq 80\%$ (Alta).



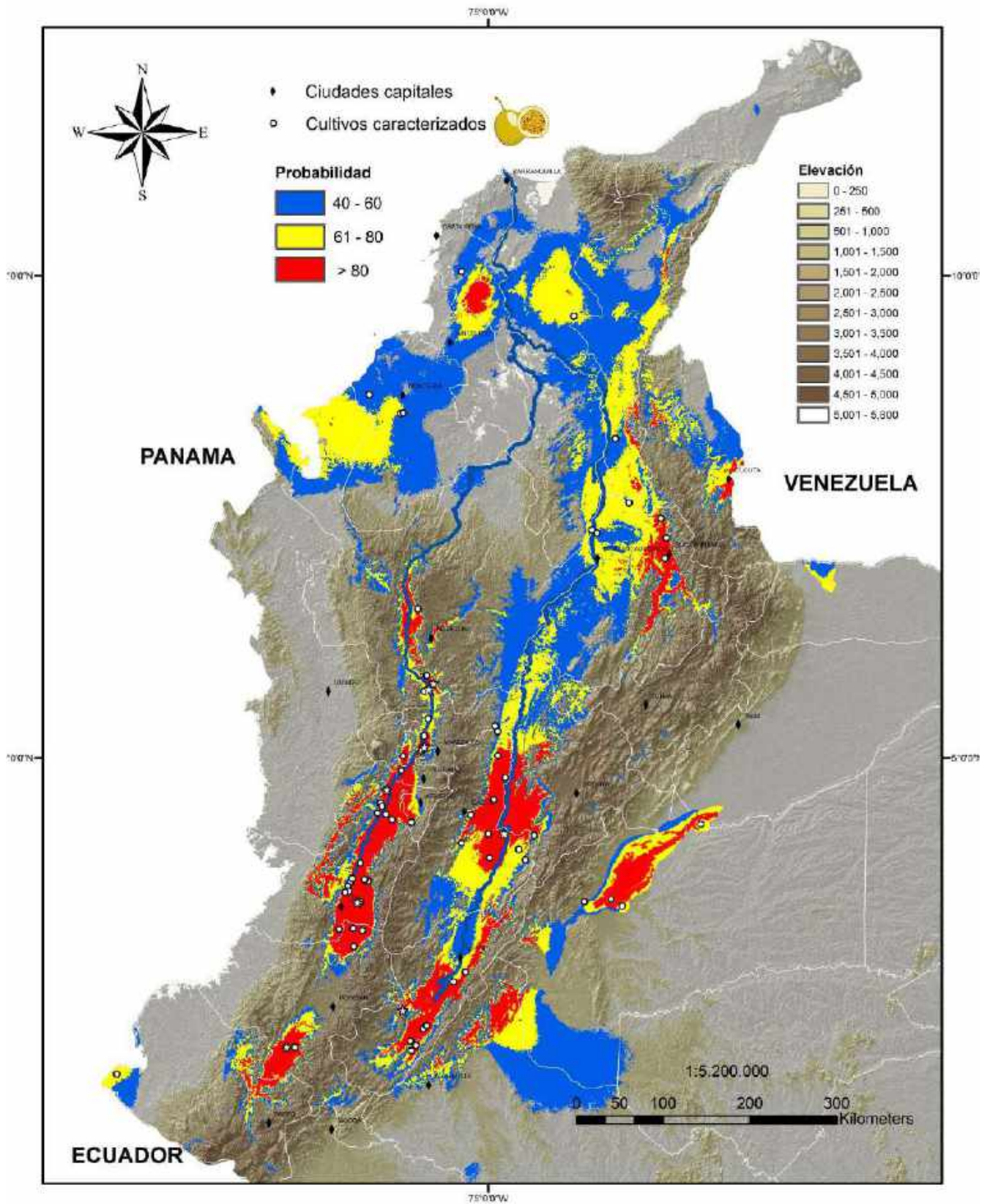


Figura 25. Mapa de zonificación para el establecimiento y desarrollo del cultivo del maracuyá en Colombia (Posada, 2009).

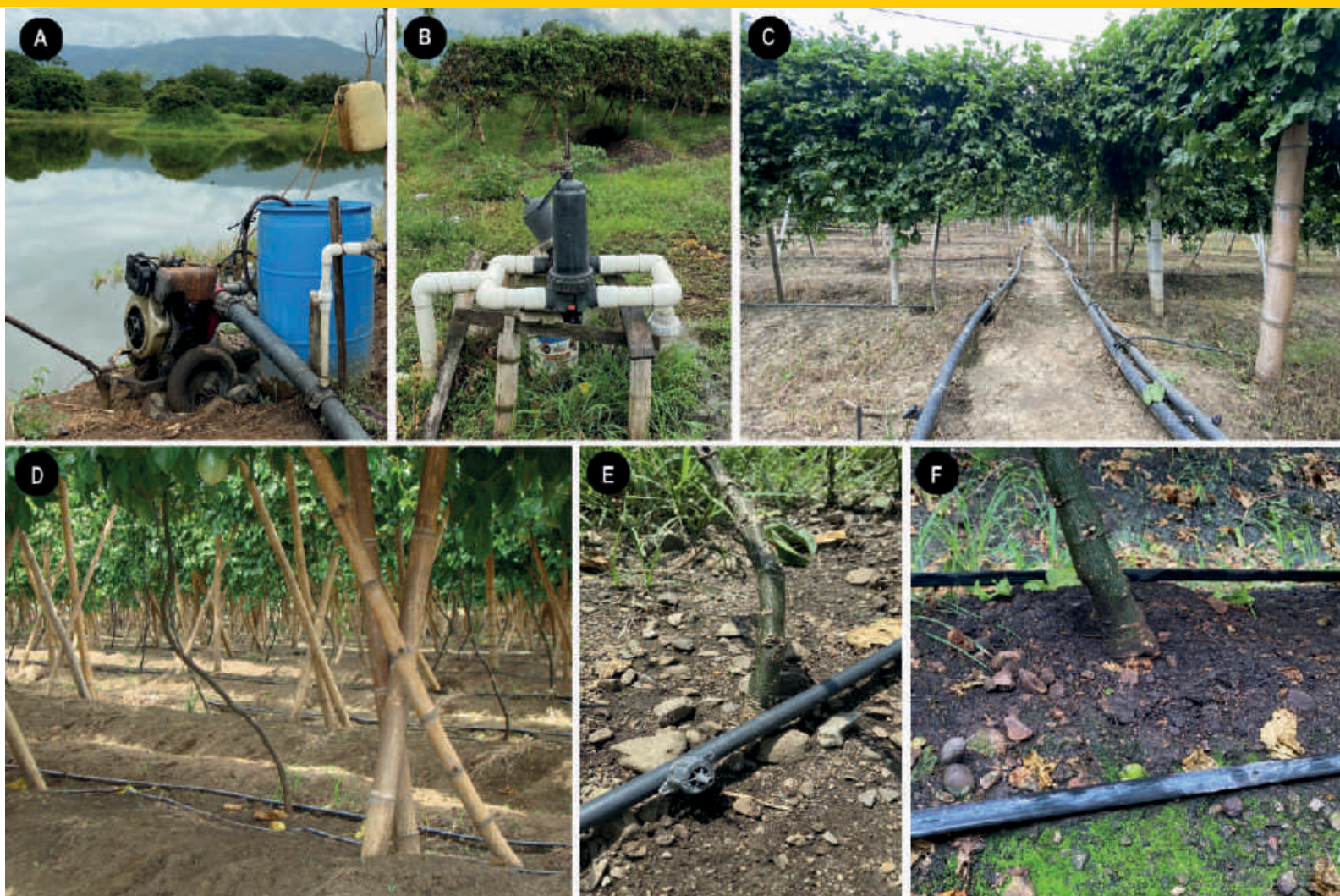


■ **Figura 26.** Preparación del terreno para establecer un cultivo de maracuyá. Foto: Adalberto Rodríguez.

La preparación del suelo en donde se va a establecer el cultivo de maracuyá es de vital importancia para proporcionarle a las plantas las condiciones físicas necesarias para el buen desarrollo de las raíces y aprovechar así la mayor cantidad de nutrientes y de agua presente en el suelo (Ocampo & Wyckhuys, 2012).

En terrenos mecanizables es recomendable realizar un arado y rastrillado a los primeros 20 a 30 cm de profundidad dependiendo de la textura que permita una aireación en el suelo (Ocampo *et al.*, 2015). Por el contrario, si no son mecanizables se debe realizar un buen control de arvenses y luego realizar el trazado, y en cada sitio de siembra aflojar el suelo hasta los 25 cm de profundidad y con 50 cm de diámetro (Figura 26). Estas labores se deben hacer mínimo con un mes de anticipación antes del inicio del período de lluvias, si no se dispone de un sistema de riego adecuado.





■ **Figura 27.** Sistema de riego por goteo, **A.** Equipo de bombeo, **B.** Sistema de filtrado, **C.** Red de conducción, **D.** Disposición de la tubería, **E.** Gotero y **F.** Cinta con perforación de descarga de agua. Fotos: John Ocampo.

Sistema de riego



La instalación de un sistema de riego es necesario en regiones con escasa y/o mala distribución de lluvias (< 1.000 mm/año), debido a que el estrés hídrico puede causar la caída excesiva de flores y frutos en formación (Ocampo *et al.*, 2015). La lámina de riego se debe establecer con base en el coeficiente del cultivo (K_c), el cual es calculado entre las diferencias de la evaporación en el suelo y en la tasa de transpiración del cultivo ($K_c = E_{Tc}/E_{To}$), la cual fluctúa diariamente como resultado de la lluvia o el riego (Allen *et al.*, 2006). A medida que la planta se desarrolla (vegetativa, floración y fructificación) el nivel hídrico exigido varía y se debe considerar que la etapa de fructificación es la de mayor demanda de agua. El nivel adecuado para el cultivo de maracuyá está calculado entre 1.528 a 2.877 l/planta/año (339 a 639 mm de lámina total aplicada) con base en estudios realizados en Brasil (Sousa *et al.*, 2006) y Colombia (Dorado *et al.*, 2013). En términos prácticos, la frecuencia de riego se debe realizar cada dos días con descargas de 9 a 16 litros/planta/hora, y en épocas de verano y etapa de producción de frutos se debe aumentar el riego a diariamente.

En el cultivo de maracuyá se pueden utilizar tres tipos de riego:

goteo, aspersión y gravedad

El sistema de riego por goteo es el más eficiente en el uso del agua y permite la tecnología del fertirriego (Ocampo *et al.*, 2015). Este sistema permite mantener el agua en la zona de raíces en condiciones de baja tensión y sin humedad excesiva en la parte aérea de la planta, favoreciendo la fructificación y limitando la presencia de agentes patógenos. Los dispositivos necesarios para este sistema constan de un equipo de bombeo, filtrado y fertirriego, así como de una red de conducción principal, cintas y goteros (Figura 27). Generalmente, se recomienda la instalación de 2 a 4 goteadores por planta espaciados entre 40 a 50 cm (Ruggiero *et al.*, 1996) dependiendo de la descarga de cada uno. El diseño hidráulico debe garantizar una óptima presión de operación en todos los puntos del campo y con la seguridad de funcionamiento a largo plazo. Este sistema de goteo tiene una eficiencia entre el 90 a 95% (Jaramillo *et al.*, 2009), y puede integrarse fácilmente con un programa de fertilización.

El riego por aspersión mantiene una elevada humedad en la parte aérea de la planta, y aunque su eficiencia es alta (> 80%) permite una mayor incidencia de agentes patógenos como la antracnosis o bacteriosis (Amaya-Robles, 2009; Ruggiero *et al.*, 1996). Por estas razones, esta práctica debe ser realizada preferiblemente de noche en los períodos de floración.

El riego por gravedad es menos utilizado y aunque la eficiencia es buena (60-70%) puede causar erosión, salinización en el suelo y grandes pérdidas de agua. Este sistema consiste en abastecer agua desde el punto más alto del cultivo para que vaya humedeciendo cada surco el desplazamiento, y esta práctica es realizada tres veces por semana durante 30 min para cada riego en las épocas de verano.

Densidad de siembra

En el cultivo del maracuyá existen varias alternativas para seleccionar las distancias de siembra óptimas, que varían según la región, topografía y el manejo técnico que se le proporcione al cultivo. De acuerdo con las observaciones de campo en las zonas de mayor producción del maracuyá, la distancia de siembra más recomendada es de 3 m entre surcos x 5 m entre plantas y bajo el sistema de espaldera, porque es un sistema que permite mayor aireación en el interior del cultivo y mejor manejo del mismo (Tabla 4).

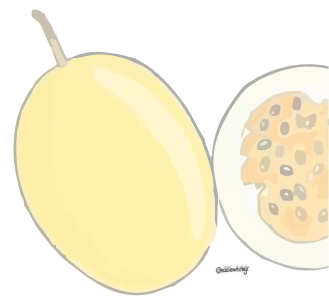


Tabla 4. Diferentes distancias de siembra y densidades más empleadas en el cultivo.

Sistema de soporte o tutorado	Distancia de siembra entre		No. plantas/ha
	surcos (m)	plantas (m)	
Emparrado	3	4	833
	3	3	1.111
	3	3,5	952
	4	4	625
Espaldera sencilla	3	5	666
	3	6	555
	3	4	833
Mantel (T)	3	5	666
	3	4	833
	3	3	1.111



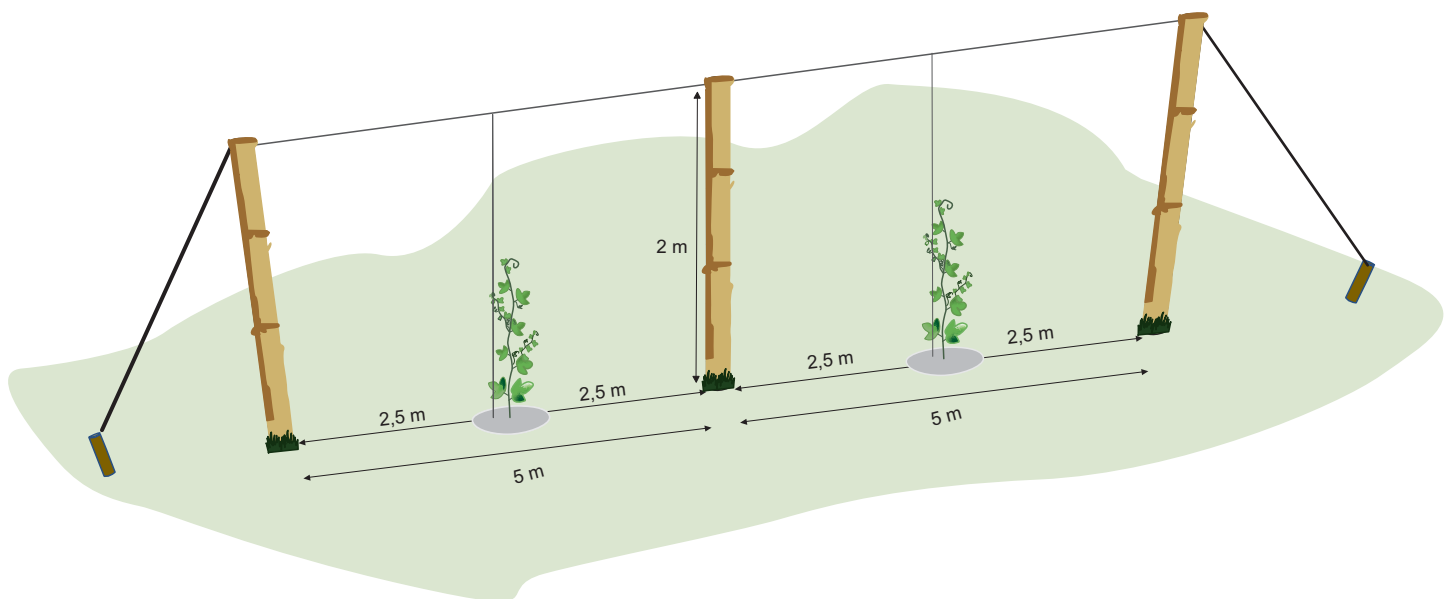
Trasplante al campo

■ **Figura 28.** Siembra de plántula de maracuyá en el sitio definitivo en el campo. Foto: John Ocampo.

Antes de llevar las plantas al sitio definitivo se sugiere adicionar en la zona de repique 2 Kg de materia orgánica bien descompuesta, que permita un buen desarrollo de las mismas (Ocampo *et al.*, 2015). Es aconsejable, que las plantas se siembren a la misma profundidad del tamaño de la bolsa o bandeja, y una vez sembradas, se presiona el suelo y se levanta un poco para evitar encharcamiento y pudrición de las raíces o la base del tallo (Figura 28).

Sistema de conducción o tutorado

El maracuyá es una planta trepadora que necesita de un soporte para su sostenimiento y normal desarrollo. La escogencia de un determinado método de tutorado, influirá en las distancias de siembra, podas, los costos de instalación y demás actividades propias del cultivo.



■ **Figura 29.** Sistema de tutorado en espaldera sencilla. Diseño: Johanna Veloza.

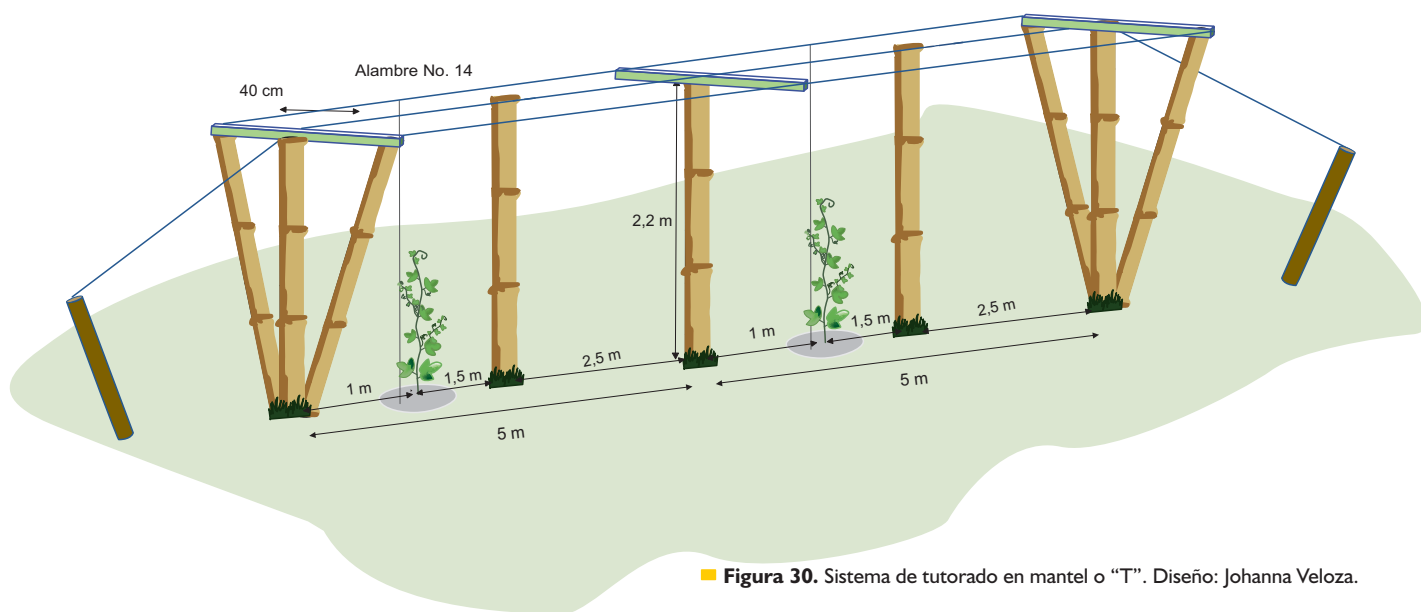
Espaldera sencilla

Este sistema consiste en instalar postes (madera inmunizada) de 2 o 2,60 m de largo y 12 a 15 cm de diámetro, enterrados 50 o 60 cm ubicados en hileras cada 5 o 6 m, y en la parte superior se coloca alambre (calibre No. 12) y dispuesto a lo largo de la hilera, sobre el cual se sostienen las ramas (Figura 29). En terrenos pendientes los postes se deben instalar en el sentido contrario a la pendiente, y teniendo en cuenta la orientación del sol y la dirección de los vientos para evitar volcamiento. Las principales ventajas de la espaldera es la mayor entrada de luz, aireación, facilidad de las labores de podas y un menor uso de materiales. También permite una mayor densidad de plantas por hectárea y por su funcionalidad es posible intercalarse con otros cultivos perennes o de ciclo corto. La desventaja es que los frutos se pueden rozar con las hojas y ramas, lo que puede ocasionar daños mecánicos.

Mantel o “T”

Esta tecnología de conducción es usada principalmente en zonas con mínimas pendientes como el Valle del Cauca, la cual permite un mejor aprovechamiento de la radiación solar. El sistema en mantel o “T” consiste en instalar postes de 2,2 m de altura en hilera, distanciados entre 4 a 6 m y mantenidos con tensores de alambre en los extremos de cada surco con alambre No. 12 (Figura 30). En la parte superior son instalados transversales de madera encima de cada poste formando una “T”, de los cuales salen 2 o 3 hilos de alambre galvanizado No. 14 distanciados paralelamente entre 40 a 50 cm. El sistema de conducción es reforzado con

estacones de madera o sintéticos, instalados cada 5 a 6 m en forma oblicua o paralelo entre los postes principales para evitar volcamiento causado por fuertes vientos. Las principales ventajas de este sistema de tutorado son la mayor exposición del área foliar para una mejor actividad fotosintética, facilidad para el control fitosanitario, mayor disposición para la mecanización del cultivo, control de arvenses, recolección, cosecha y prácticas culturales, en general. Por otro lado, la mayor desventaja es el incremento del 30 al 40% en los costos en comparación con la espaldera sencilla, debido a la mayor demanda de madera, alambre y jornales en la instalación.

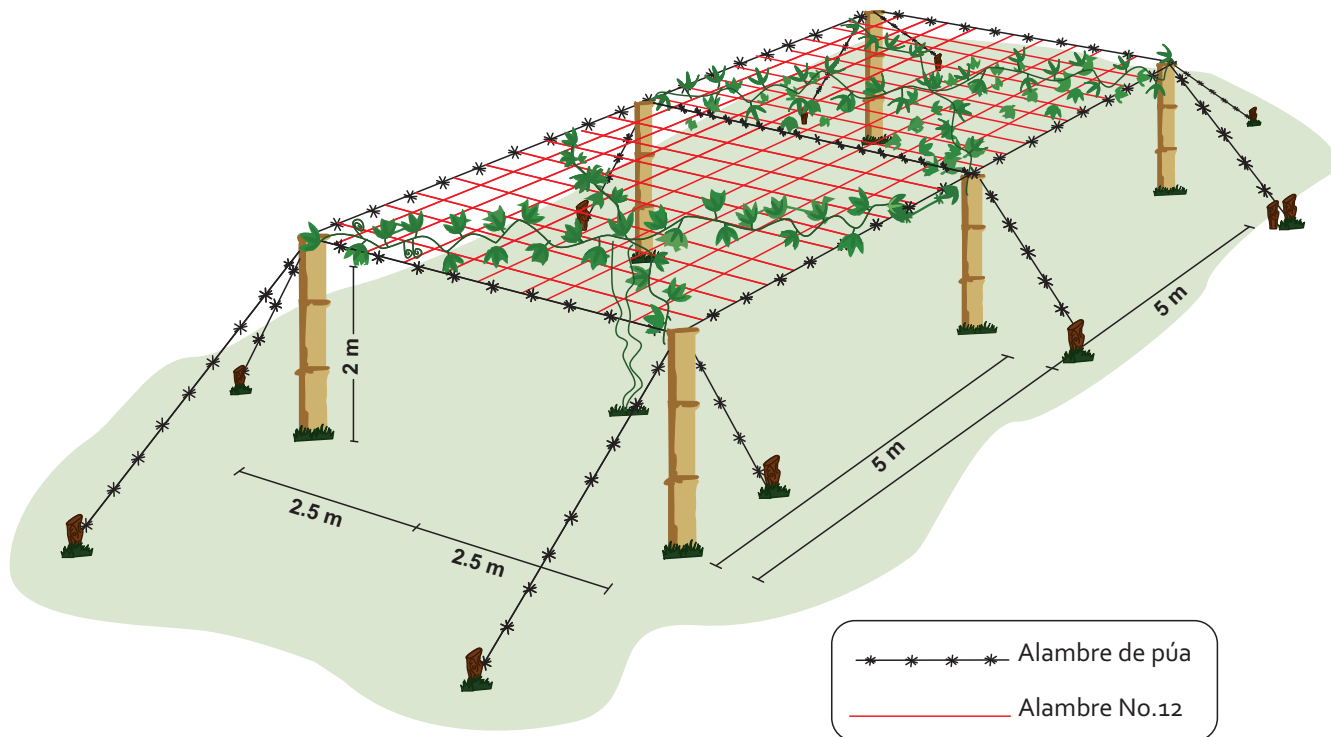


■ Figura 30. Sistema de tutorado en mantel o “T”. Diseño: Johanna Veloza.

Emparrado

En la construcción de este sistema se utilizan postes (madera inmunizada) de 2 o 2,6 m de largo, enterrados 50 o 60 cm y la distancia entre ellos depende de la densidad de siembra (Tabla 4). En cada esquina se instalan cuatro postes dispuestos en cuadrado y se extiende alambre liso (calibre No. 8 o 10) o de púas en la parte superior para encerrarlo, a partir de este se extiende alambre (calibre No. 12 y 14) cada 50 a 60 cm formando una red o enmallado. En el perímetro del sistema de emparrado se deben instalar postes de madera o cemento (templetes) para que ayuden a soportar la tensión que ejerce el peso de la planta. Adicionalmente, al interior del emparrado se instalan estacones de guadua o madera para ayudar a sostener el alambre y peso de la planta.

Las plantas se siembran en el medio de los cuatro postes o entre los dos postes laterales, y se dejan crecer hasta el alambre de púas en la parte superior del emparrado, distribuyendo las ramas principales sobre éste y las ramas de producción sobre la red del alambre galvanizado (Figura 31). La principal ventaja del emparrado es que el fruto permanece pendular, sin tener roce con las hojas o ramas y esto facilita las prácticas culturales y la cosecha. Las desventajas son mayor número de postes, la alta exigencia en podas, y que se deben establecer en zonas donde la humedad relativa sea baja (< 75%), debido a que esto favorece la incidencia de las enfermedades por la formación de un microclima bajo el sistema.



■ **Figura 31.** Sistema de tutorado en emparrado. Diseño adaptado: Johanna Veloza.

Zonas productoras



La producción mundial de maracuyá se concentra principalmente en países sudamericanos como Brasil, Perú, Colombia y Ecuador. El maracuyá representa un renglón de importancia económica en Colombia por su alta rentabilidad y la generación de empleos rurales.

El maracuyá se cultiva comercialmente en más de 70 municipios de 23 departamentos con cerca de 9.592 hectáreas (Tabla 5), siendo Meta, Antioquia, Huila y Valle del Cauca los que concentran el 63% del área cultivada.

Tabla 5. Departamentos productores del maracuyá en Colombia durante el año 2020 (Agronet, 2022).

Departamento	Área (ha)	Producción (toneladas)	Rendimiento (t/ha)
Antioquia	2.343,8	43.482,8	18,55
Arauca	352	6.633	18,84
Boyacá	39,8	434,8	10,92
Caldas	31	251,5	8,11
Casanare	70,0	973	13,9
Cauca	59	460,04	7,8
Cesar	93	653	7,02
Chocó	234	1.41	6,03
Córdoba	410,5	5.477	13,34
Cundinamarca	246,8	2.167,48	8,78
Huila	1.040,6	17.188,27	16,52
La Guajira	11	75	6,82
Magdalena	579,81	7.826,4	13,5
Meta	2.010,88	44.967,31	22,36
Nariño	249,4	2.892,91	11,6
Norte de Santander	232,9	3.418,2	14,68
Quindío	88,9	811,6	9,13
Risaralda	25	355	14,2
Santander	462	7.05	15,26
Sucre	7	140	20
Tolima	393	6.93	17,63
Valle del Cauca	608,31	12.255,96	20,15
Vichada	3	40	13,33

El volumen de producción total para el año 2020 alcanzó las 165.893 toneladas y los departamentos con mayores producciones fueron Meta y Antioquia con el 50% de la producción. Los rendimientos promedio nacional para los últimos 10 años han sido de 17,8 t/ha (Figura 32) y para el año 2020 fue de 17,3 t/ha con rangos entre 6,03 a 22,36 t/ha (Agronet, 2022). Estos rendimientos promedio han sido muy fluctuantes y dependen principalmente del ciclo del cultivo que oscila entre 18 a 24 meses, del nivel tecnológico del cultivo, manejo agronómico, calidad genética de la semilla y variabilidad climática. Así, el comportamiento de la producción durante todo el año es continuo y presentan dos épocas de cosecha marcadas: la primera en los meses de junio a julio y la segunda desde la segunda semana de noviembre hasta la mitad de enero, siendo la primera la que aporta la mayor producción.

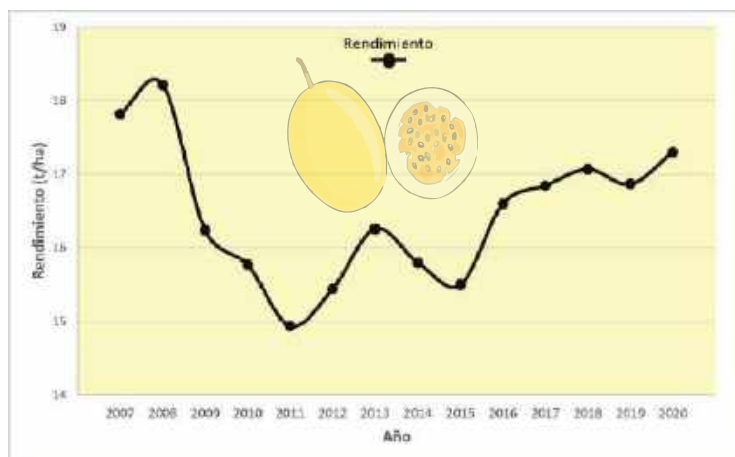


Figura 32. Evolución de los rendimientos en toneladas por hectárea del maracuyá en Colombia. Fuente: Agronet (2022).

Manejo del cultivo



Podas

Esta práctica consiste en eliminar ramas por medio de cortes con la ayuda de herramientas mecánicas para lograr un mejor desarrollo de la planta (Ocampo *et al.*, 2015). Igualmente, las podas contribuyen con una buena ventilación y formación de la planta, lo cual facilita el manejo de problemas fitosanitarios del cultivo. Los cortes se deben realizar en forma de bisel y realizar una aplicación de un cicatrizante que impida la proliferación de las bacterias, hongos y/o virus. Las podas deben hacerse antes de las 9 a.m. o después de las 4 p.m. en días no soleados, y nunca en las épocas de sequía. Es muy importante desinfectar las herramientas como tijeras o navajas con hipoclorito o yodo agrícola al 2% para evitar la diseminación de enfermedades.

Deschuponado

Esta labor consiste en eliminar manualmente todos los chupones o brotes laterales del tallo principal entre los 60 a 75 días después de la siembra, para acelerar el crecimiento de la planta (Ocampo *et al.*, 2015) y dejar un solo tallo a la altura del alambre superior del sistema de tutorado (Figura 33). Algunos agricultores suelen dejar dos tallos por planta y aumentando una mayor distancia entre plantas por surco con el objeto de facilitar prácticas culturales e incrementar los rendimientos por hectárea.



■ **Figura 33.** Corte superior de la planta o despunte.
Foto: John Ocampo.

Poda de formación

Este tipo de poda se debe realizar despuntando el tallo principal cuando la planta alcance el alambre superior (Ocampo *et al.*, 2015). La poda de formación estimula la emisión de las primeras ramas que se extenderán a cada lado del alambre superior o tutorado. Luego, cuando las ramas primarias alcanzan 1,50 m de longitud se deben podar para estimular la emisión y desarrollo de ramas secundarias y favorecer la aparición de las primeras estructuras florales.



■ **Figura 34.** Sistema de poda de producción.. Fotos: John Ocampo.

Poda de producción

Esta técnica es una de las más importantes en el cultivo de maracuyá y consiste en podar las ramas muertas, secas e improductivas que no posean estructuras florales (Figura 34). Luego de las podas, la planta emite nuevas yemas en las ramas secundarias y terciarias, y posteriormente la emisión de nuevas estructuras reproductivas o flores. Es fundamental hacer esta práctica después de cada cosecha para evitar una pérdida en la producción.

Poda fitosanitaria

Esta práctica de poda se debe realizar con base en los niveles de infestación de las plagas y enfermedades y consiste en eliminar las hojas o ramas enfermas o con daños ocasionados por los insectos plaga, como los trips con habito raspador y chupador (Figura 35). La poda fitosanitaria también puede implementarse en las flores y frutos enfermos para evitar una rápida diseminación a otras plantas sanas. Todas las estructuras eliminadas de la planta se deben retirar fuera de lote para evitar focos de infección de enfermedades en el cultivo.



■ **Figura 35.** Sistema de poda fitosanitaria. Fotos: John Ocampo.

Poda de renovación

Este tipo de poda se debe realizar cuando las plantas disminuyen la producción por la edad del cultivo o por el ataque de plagas y enfermedades. Esta poda consiste en cortar ramas primarias con 5 a 6 yemas y a una distancia entre 60 a 70 cm de longitud del tallo principal. Las ramas podadas permitirán la emisión de nuevas yemas que formarán las ramas secundarias y posteriormente las terciarias con estructuras florales. Esta práctica es una alternativa para prolongar el ciclo del cultivo, pero antes de ello se debe calcular el número de jornales para establecer el costo de la mano y la factibilidad económica. Inmediatamente después de la poda se debe realizar un riego y una fertilización completa que permita la estimulación de nuevas yemas productivas (Figura 36).



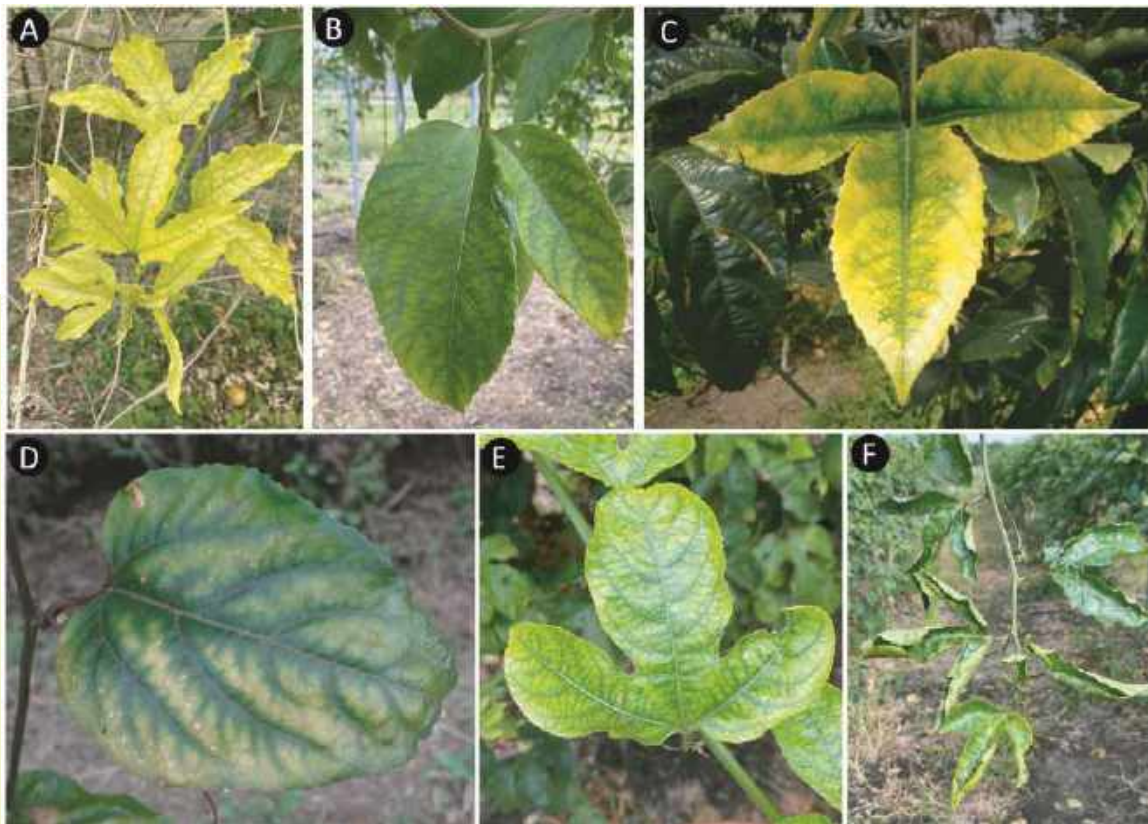
■ **Figura 36.** Sistema de poda de renovación. Fotos: John Ocampo.

Fertilización y nutrición

La fertilización es uno de los aspectos más relevantes en el cultivo del maracuyá, debido a que de ello dependen la productividad, la calidad de las cosechas y los costos de producción

Un análisis fisicoquímico del suelo para conocer las cantidades de elementos disponibles, la estructura y textura son los parámetros que le permiten al agricultor seleccionar las fuentes y las cantidades de fertilizantes apropiadas para un mejor aprovechamiento de estos.

La planificación y el manejo de la nutrición del cultivo debe iniciarse desde el momento que inicia la preparación del terreno y de esa manera prevenir deficiencias nutricionales en la planta (Figura 37). Adicionalmente, si el pH se debe corregir es necesario encalar un (1) mes antes de la siembra de las plantas en campo. Asimismo, con 2 a 3 semanas de antelación al trasplante es necesario aplicar de 2 a 5 kg de materia orgánica en descomposición mediante la adición de materiales orgánicos compostados (bovinaza, cerdaza, gallinaza, cabraza, conejaza, pulpa de café descompuesta y otros) o mezclas con fósforo y micorriza, que aportan cierta cantidad de nutrientes, mejoran las condiciones físicas del suelo y promueven un buen desarrollo de las raíces.



■ **Figura 37.** Síntomas de deficiencias nutricionales en las hojas del maracuyá. **A.** Nitrógeno (N), **B.** Fósforo (P), **C.** Potasio (K), **D.** Magnesio (Mg), **E.** Hierro (Fe), y **F.** Boro (B). Fotos: John Ocampo .

Es importante que la fertilización edáfica o al suelo se realice en forma periódica, y a partir del primero o segundo mes después del trasplante, con los elementos que demande el cultivo con base en un análisis de suelos y teniendo en cuenta el orden decreciente de exigencias de cada elemento por la planta: N > K > Ca > S > Mg > P > Fe > B > Mn > Zn > Cu > Mo (Malavolta, 1994; Chacón, 2004).

Un análisis foliar es también fundamental para establecer las deficiencias nutricionales de los cultivos en las épocas del crecimiento vegetativo, floración y de pre-fructificación, para poder realizar las correcciones necesarias. Las muestras para el análisis foliar se deben tomar antes de las aplicaciones de fertilizantes edáficos y preferiblemente en horas de la mañana.

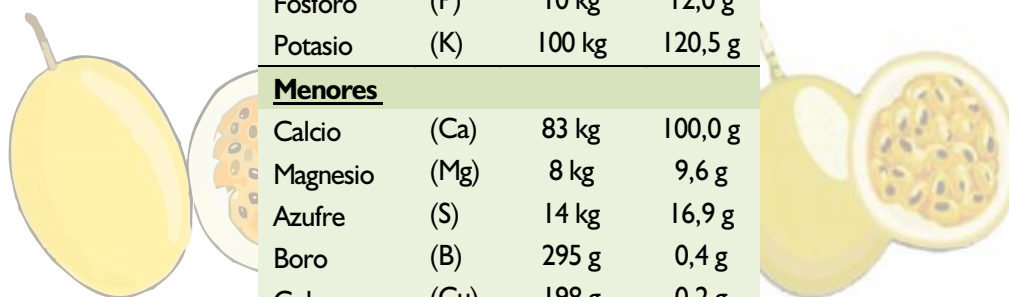
La muestra se debe seleccionar y recolectar en la cuarta o quinta hoja desde el ápice de la rama en plantas sanas y vigorosas.

En cada planta se deben tomar 4 o 5 hojas para un total de 20 plantas por hectárea bien distribuidas en cada lote.

Por otro lado, cuando no se dispone de un análisis físico químico del suelo o foliar la fertilización edáfica puede realizarse mensualmente con mezclas y dosis moderadas, y con base en las necesidades en cada etapa del cultivo (Tabla 6), que han sido recomendadas por varios autores (Malavolta, 1994; Chacón, 2004). Así, en la etapa vegetativa los requerimientos nutricionales deben estar relacionados con fuentes enriquecidas con nitrógeno (N) que permiten un buen desarrollo de tallos y hojas.

En la etapa de la primera floración o pre-fructificación, es decir entre cuatro a cinco meses después de la siembra la absorción de nutrientes se incrementa y la dosis de fertilizante por planta se debe aumentar cuando el cultivo inicia la etapa de producción de frutos.

Tabla 6. Cantidades de elementos extraídos del suelo de un cultivo de maracuyá con 830 plantas/hectárea durante 18 meses y una producción de 40 toneladas (Wichmann, 1992; Chacón, 2004).



Elementos		Hectárea	Planta
Mayores			
Nitrógeno	(N)	115 kg	138,6 g
Fósforo	(P)	10 kg	12,0 g
Potasio	(K)	100 kg	120,5 g
Menores			
Calcio	(Ca)	83 kg	100,0 g
Magnesio	(Mg)	8 kg	9,6 g
Azufre	(S)	14 kg	16,9 g
Boro	(B)	295 g	0,4 g
Cobre	(Cu)	198 g	0,2 g
Hierro	(Fe)	779 g	0,9 g
Manganeso	(Mn)	281 g	0,3 g
Zinc	(Zn)	216 g	0,3 g

En cuanto a las cantidades requeridas para la fertilización foliar es necesario tener en cuenta los síntomas visibles de las deficiencias (Malavolta, 1994). Los síntomas aparecen en las diferentes etapas: vegetativa, floración y fructificación según sea la demanda de cada elemento. Así, por ejemplo, el potasio (K) es importante en la floración, mientras que los requerimientos de calcio (Ca) se incrementan en el desarrollo del fruto.

En relación con el nitrógeno (N) y potasio (K), estos son requeridos en etapa vegetativa de la planta (Blondeu & Bertin, 1978). Sin embargo, los rangos de los elementos requeridos como mayores y menores reportados en hojas de maracuyá son un parámetro de referencia para determinar los niveles requeridos para una nutrición adecuada de la planta (Tabla 7).

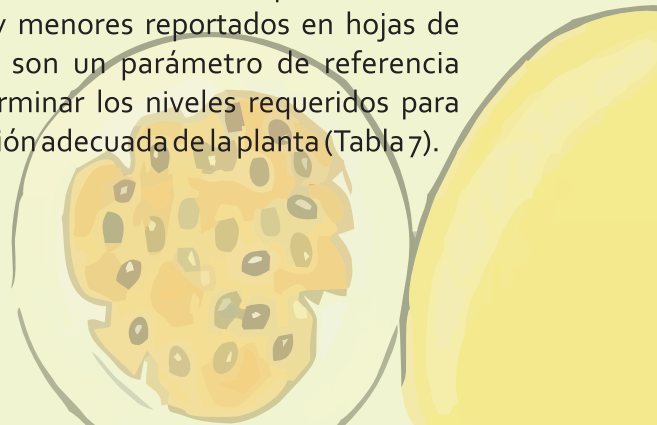


Tabla 7. Rangos de elementos mayores y menores reportados en hojas de maracuyá (Marchal & Bourdeaut, 1972; Haag et al., 1973; Baumgartner et al., 1978; Robinson, 1983).

Elementos		Cantidad %
Nitrógeno	(N)	3,6 - 5,25
Fósforo	(P)	0,21 - 0,40
Potasio	(K)	2,0 - 4,1
Calcio	(Ca)	0,5 - 2,8
Magnesio	(Mg)	0,20 - 0,35
Azufre	(S)	0,2 - 0,44
		ppm
Boro	(B)	39 - 478
Cobre	(Cu)	5 - 20
Hierro	(Fe)	100 - 233
Manganeso	(Mn)	50 - 604
Zinc	(Zn)	26 - 50

Aplicación de fertilizantes



■ **Figura 38.** Aplicación de fertilizante edáfico. Foto: John Ocampo.

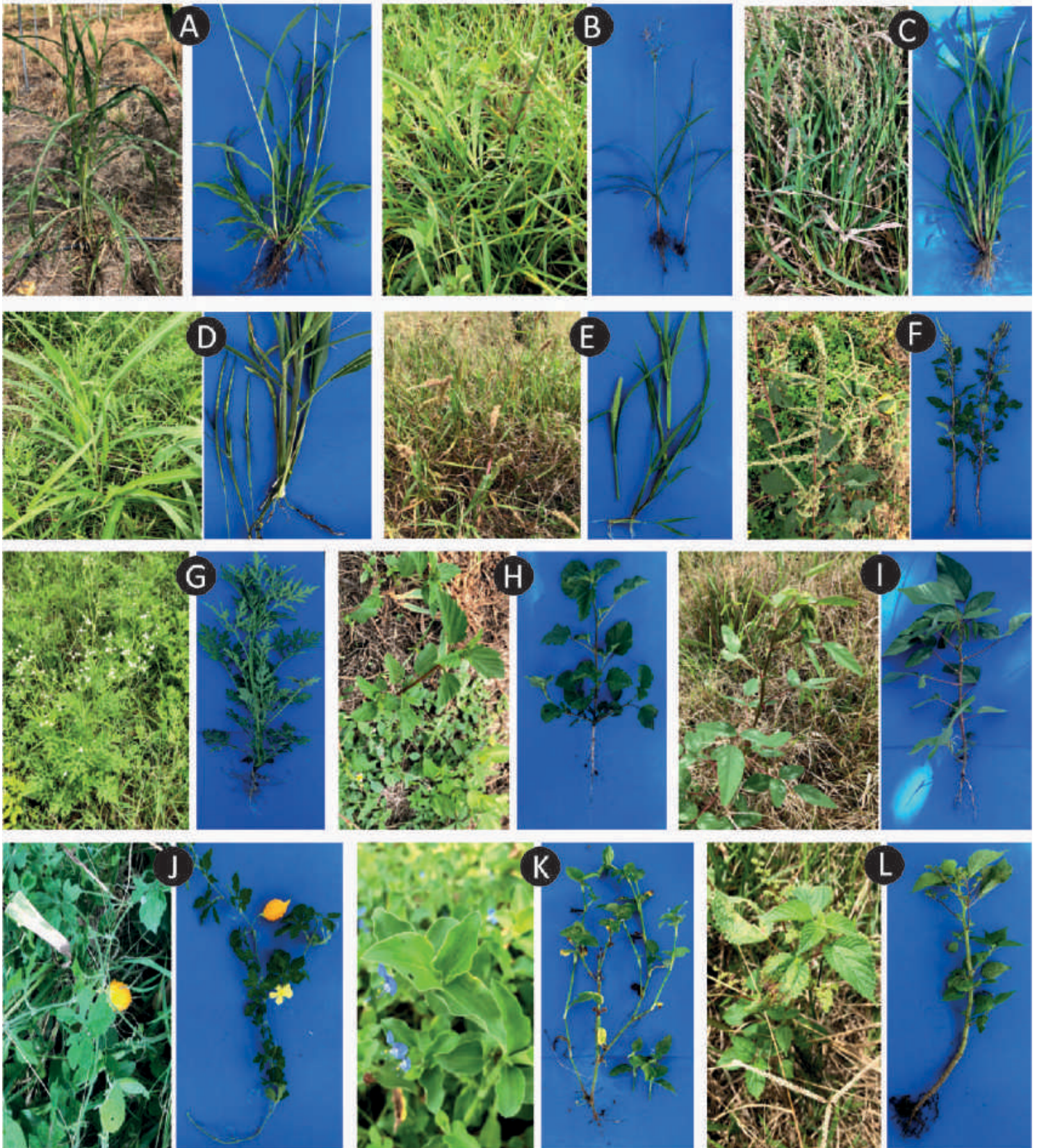
Los fertilizantes edáficos deben ser aplicados en forma de medialuna o corona en la zona de plateo alrededor del tallo (20 a 40 cm) y sin el uso de herramientas para evitar causar heridas en las raíces superficiales (Figura 38). La fertilización se debe realizar con el suelo húmedo después de las lluvias o posterior a las aplicaciones de riego (Ocampo *et al.*, 2015). El fertilizante se debe cubrir con hojarasca y si es posible con el mismo suelo o tierra para aumentar su máximo aprovechamiento por parte de la planta.

Por otro lado, para la aplicación foliar y una mejor absorción de nutrientes se requiere utilizar aditivos (detergentes) para reducir la tensión superficial. Las aplicaciones se deben realizar con equipos adecuados, limpios y con una boquilla en forma de lluvia o aspersion, aplicando el fertilizante a las hojas de la planta. Esta labor se debe realizar en horas de la mañana en la ausencia de lluvias y teniendo en cuenta la etapa del cultivo (vegetativa, floración, pre-fructificación o llenado de la fruta).

Fertirriego

El sistema de riego por goteo es el más apropiado para la implementación de un plan de fertirriego. Esta práctica permite la optimización en el uso del agua y los fertilizantes con la aplicación uniforme, exacta y controlada con beneficios económicos y ambientales. La fertirrigación consiste en la aplicación de fertilizantes líquidos o sólidos disueltos en agua llevados a los cultivos por medio de sistemas de riego presurizados o por goteo.

En el maracuyá las cantidades de fertilizantes para el fertirriego deben ser calculadas con base en la extracción del cultivo por cada elemento químico (Tabla 6 y 7) y pueden tomarse como referencias las mismas fuentes utilizadas para la fertilización edáfica. Sin embargo, lo más recomendable es realizar estudios precisos sobre las dosis exactas y la eficiencia de los fertilizantes en el maracuyá, debido a que las aplicaciones de fertirriego son calculadas empíricamente o extrapoladas de otros cultivos. Así, los cultivadores de maracuyá en Colombia utilizan en su mayoría fuentes para el fertirriego basados en nitrógeno y potasio.



■ **Figura 39.** Principales arvenses asociadas al cultivo del maracuyá: **A.** pasto Johnson [*Sorghum halapense* (L.) Pers.], **B.** coquito (*Cyperus rotundus* L.), **C.** pajamona [*Leptochloa panicea* (Retz.) Ohwi], **D.** caminadora [*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton], **E.** cadillo o cachorro [*Cenchrus brownii* Roem & Schult]. **F.** bledo (*Amaranthus dubius* Mart. Ex Thell), **G.** marihuano macho (*Parthenium hysterophorus* L.), **H.** escoba de bruja (*Sida acuta* Burm. f.), **I.** pega pega o empanaditas [*Desmodium tortuosum* (Sw.) DC], **J.** archucha o sibicogen (*Momordica charantia* L.), **K.** siempre viva o tripa de pollo (*Commelina diffusa* Burm. f.), **L.** falso ramio [*Laportea aestuans* (L.) Chew]. Fotos: Francis Espinal.

Control de arvenses

El maracuyá posee un sistema radical o de raíces con poca profundidad y las arvenses compiten por agua, nutrientes y luz en la zona de plateo. Además, estas arvenses pueden ser hospederas de insectos vectores de enfermedades o plagas, y nematodos que impiden un desarrollo normal del cultivo.

El control de las arvenses o limpias en la zona de plateo se debe realizar manualmente para evitar daños o heridas en la base del tallo. En los surcos o calles del cultivo el control puede realizarse con herramientas como azadones, machetes o guadañas y los residuos de las arvenses pueden ser incorporados como coberturas vegetales al suelo. Por otro lado, cuando el control químico es necesario se deben emplear equipos adecuados, en horas con pocos vientos y con el uso de pantallas. En la etapa de floración, debe evitarse la aplicación de herbicidas, debido a que pueden causar fitotoxicidad y caída de las flores.

Es importante considerar que las arvenses presentan algunas ventajas o atributos en la conservación del suelo como: el control de la erosión, incremento de la materia orgánica y retención de humedad, por tal razón el manejo integrado debe ser tenido en cuenta. El mayor número de especies de arvenses presentes en los cultivos de maracuyá son las de hoja angosta como el pasto johnson [*Sorghum halapense* (L.) Pers.], coquito (*Cyperus rotundus* L.), paja mona [*Leptochloa panicea* (Retz.) Ohwi], caminadora [*Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) Clayton], cadillo (*Cenchrus brownii* Roem & Schult.). Por otro lado, las más comunes de hoja ancha son el bleado (*Amaranthus dubius* Mart. Ex Thell), marihuano macho (*Parthenium hysterophorus* L.), escoba de bruja (*Sida acuta* Burm. f.), archucha (*Momordica charantia* L.), falso ramio (*Laportea aestuans* (L.) Chew], siempre viva (*Commelina difusa* Burm. f) y pega pega [*Desmodium tortuosum* (Sw.) DC.] (Figura 39).



Cosecha



La planta de maracuyá inicia la producción de frutos a partir del sexto (6) mes después de la siembra en campo o 60 días después de la primera floración. La cosecha se debe hacer en estado de madurez apropiado, con técnicas y herramientas adecuadas para obtener la mejor calidad.

El fruto de maracuyá presenta diferentes estados de madurez, los cuales son determinados en una escala de 1 a 6, desde color verde con puntos blancos hasta amarillo intenso con algún brillo (Figura 15). Por estas razones, cosechar en el estado de madurez adecuado es un factor importante que permite la aceptación en el mercado de consumo (Romero & González, 2012). El punto óptimo de madurez de cosecha para el mercado en fresco corresponde a un fruto de coloración amarillo con pequeñas áreas verdes cercanas al pedúnculo y a la base (4) o amarillo en el estado 5. Para la industria el fruto puede ser cosechado en el estado 4, 5 o 6 y depende de la distancia del centro de producción a la planta procesadora, debido a que el fruto es climatérico y continúa con su maduración después de la cosecha con cambios fisicoquímicos internos (color, relación °Brix/acidez, entre otros). De esta manera se garantiza un grado de madurez máximo, que permite alcanzar el nivel adecuado de Sólidos Solubles Totales (> 14,5 °Brix) y acidez, y buen rendimiento de jugo exigido por la planta procesadora.



■ **Figura 40.** Cosecha del fruto de maracuyá. Foto: John Ocampo.

Por otro lado, la cosecha de los frutos se debe realizar antes de que caigan al suelo y presionando los dedos sobre el pedúnculo o cortando con la ayuda de una tijera por encima del cáliz, para evitar que la fruta sufra algún daño mecánico que pueda demeritar la calidad (Figura 40).

Esta práctica es recomendada principalmente cuando los frutos son destinados para el mercado de exportación, debido a la exigencia de altos estándares de calidad. La recolección también puede realizarse diariamente o tres veces por semana para evitar el deterioro de la fruta por la exposición a los rayos solares o por la humedad del suelo. Cuando los frutos son recolectados en el suelo se deben limpiar con una tela suave y si la cáscara está impregnada de suelo se deben lavar en un recipiente con agua limpia y luego secar para evitar pudriciones en su almacenamiento (Figura 41).



■ **Figura 41.** Lavado del fruto de maracuyá. Foto: John Ocampo.



■ **Figura 42.** Embalaje del fruto de maracuyá en canastillas. Foto: John Ocampo.

Los frutos cosechados se deben almacenar en contenedores limpios y con ventilación para evitar la velocidad de maduración y conservar la calidad. En el maracuyá las canastillas plásticas de 60 x 40 x 24 cm con capacidad de 18 a 22 kg (100 a 110 frutos) son las más usadas y para el mercado de exportación es necesario proteger la canasta con papel para evitar que los frutos se manchen o rayen (Figura 42).



Manejo postcosecha

Los frutos cosechados deben ser llevados al sitio de acopio en un lugar cubierto, fresco, ventilado y con condiciones higiénicas adecuadas (Figura 43). Es importante tener en cuenta que las cosechas de los frutos no pueden pasar demasiado tiempo almacenados, debido a que pueden sufrir deshidratación y/o pudriciones. Asimismo, la clasificación de los frutos se debe realizar con base en el mercado final, ya sea para la

agroindustrial o para el consumo en fresco. Estos dos mercados tienen criterios de calidad propios y requieren frutos de características diferentes (ICONTEC, 2022). Así, los frutos para el mercado nacional en fresco son clasificados de acuerdo con la calidad en tres categorías, Extra, I y II (Tabla 8), coloración y calibres por diámetro y peso (Tabla 9). Estos parámetros de calidad son una guía que puede utilizarse de acuerdo con las exigencias de cada mercado.



■ **Figura 43.** Sitio de acopio de los frutos cosechados de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Tabla 8. Categorías de calidad de frutos para el mercado nacional en fresco de acuerdo con las normas NTC 1267 (ICONTEC, 2022).

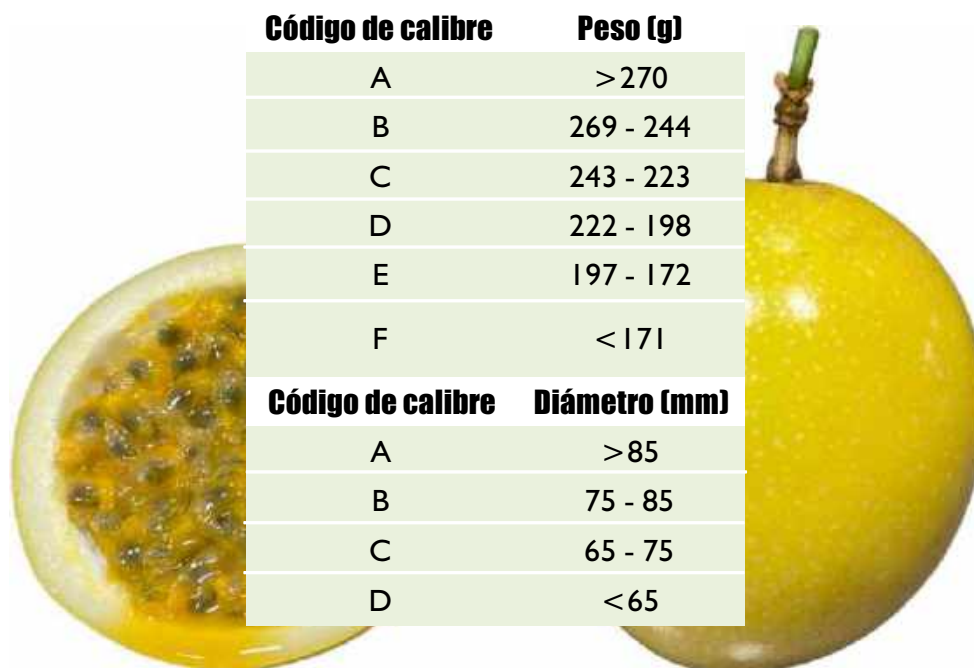
Categorías	Características
Extra	Son los frutos de calidad superior y se permiten pequeñas alteraciones superficiales que no afecten la apariencia general ni su presentación en el empaque.
I	Se debe cumplir con los requisitos mínimos de calidad y se aceptan ligeros defectos en el color, manchas y cicatrices que no afecten la apariencia general ni su presentación en el empaque.
II	Comprende los frutos de maracuyá que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero cumplen los requisitos mínimos de calidad. El maracuyá debe conservar sus características esenciales de calidad, se admiten defectos de color, rugosidad en la cáscara, raspaduras y cicatrices superficiales.

Los frutos son clasificados y empacados en bolsas plásticas calibre 3 de 70 x 30 cm (Figura 44), y se recomienda cosechar directamente en los empaques que van de campo (canastillas) hacia el mercado o incluso hacia el consumidor. Esta práctica permite disminuir los daños mecánicos en la fruta y un menor costo de la mano de obra.



Figura 44. Empaque plástico para frutos de maracuyá. Foto: John Ocampo.

Tabla 9. Calibres para mercado en fresco según el peso y el diámetro del fruto (ICONTEC, 2022).



Código de calibre	Peso (g)
A	>270
B	269 - 244
C	243 - 223
D	222 - 198
E	197 - 172
F	< 171

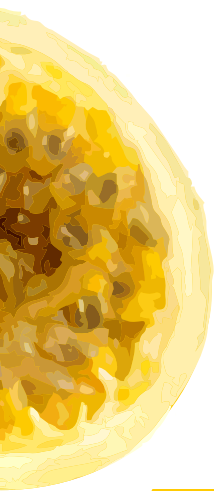
Código de calibre	Diámetro (mm)
A	>85
B	75 - 85
C	65 - 75
D	<65

Los frutos para el mercado de exportación deben estar libres de todo defecto físico y fisiológico, como heridas, grietas, rozaduras, daño por uñas, daño por insecto, manchas, cicatrices causadas por el viento o cualquier tipo de daño mecánico que demeriten su calidad (Casallas *et al.*, 2021). Sin embargo, en época de tolerancia por los mercados el conjunto de estos defectos es admitido, pero no puede exceder el 2% del área total del fruto. Adicionalmente, la coloración del fruto debe ser homogénea de acuerdo con el estado de madurez, el cual debe estar entre 3 y 5 (70 y 80% de coloración amarilla, Figura 15) con una coloración interna amarilla-naranja. Otros requisitos relacionados con los Sólidos Solubles Totales (°Brix), acidez, límites máximos de residualidad (LMRs) y calibres deben ser cumplidos con los siguientes parámetros:

- Límites Máximos de Residualidad de plaguicidas (LMRs) en productos vegetales, determinados por la Unión Europea.
- El contenido de Sólidos Solubles Totales en estado de madurez 3 (13°Brix) o 5 (15°Brix).
- El porcentaje de acidez debe estar entre el 3 y 5%.
- Los calibres aceptados son el 11, 12, 14, 16 y 18 para cajas de cartón de 2,5 kg (Tabla 10).

Tabla 10. Calibres y pesos del fruto permitidos para el mercado de exportación.

Calibre	Peso promedio (g)	Límite peso (g)
11	231,8	243
		223
12	212,5	222
		198
14	182,1	197
		172
16	159,4	171
		152
18	141,7	151
		146



■ **Figura 45.** Empaque del fruto de maracuyá en costales de polipropileno. Foto: John Ocampo.

El transporte debe ser adecuado, fresco y ventilado que impida el deterioro del producto por daños mecánicos. Cuando los frutos llegan a las plantas procesadoras son clasificados de nuevo, excluyendo aquellos que posean pudriciones o daño mecánico severo. Las empresas procesadoras de frutas en Colombia exigen que los frutos de maracuyá superen los 45% de pulpa y los Sólidos Solubles Totales estén por encima de los 14,5 °Brix. Estos requisitos permiten una mayor eficiencia en el procesamiento de la fruta, debido a que el jugo concentrado es exportado a 50 °Brix.

Los frutos para el mercado de industria como jugo concentrado de exportación o consumo nacional de pulpa pueden ser empacados en costales de polipropileno, cuyo peso oscile entre 30 a 35 kg por bulto (Figura 45).



■ **Figura 46.** Pulpa congelada de maracuyá. Foto: John Ocampo.

Por otro lado, cuando la pulpa es conservada para la preparación de bebidas refrescantes en restaurantes o consumo doméstico por varias semanas debe ser empacada y congelada en bolsas plásticas de 250, 500 o 1.000 g, dependiendo del mercado final (Figura 46).



Artrópodos y nemátodos

En las zonas productoras de maracuyá se han registrado varios artrópodos fitófagos o plagas (insectos, arácnidos y nematodos) que afectan principalmente los sistemas productivos en Colombia (Chacón & Rojas, 1984; Ocampo *et al.*, 2021b) y entre estos, seis son los de mayor importancia para el cultivo (Tabla 11). El control fitosanitario debe estar basado en el umbral de acción (UA) y el nivel de daño (ND) de cada plaga, mediante el manejo integrado de plagas (MIP) con énfasis en el control biológico (Löhr *et al.*, 2018) y la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) con registros y monitoreos

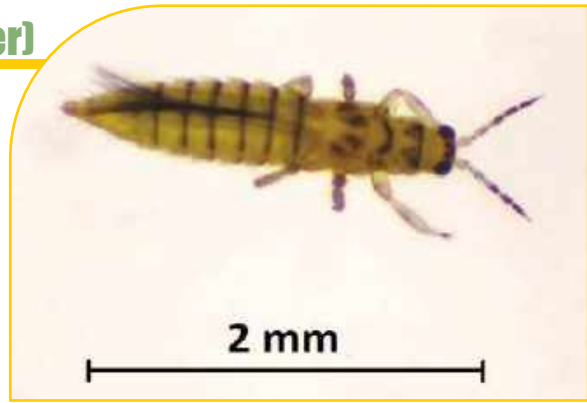
constantes. Las aplicaciones de productos químicos para el control de los artrópodos plaga deben tener en cuenta los productos registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), los períodos de carencia y bajo la supervisión de un Ingeniero Agrónomo para mantener la inocuidad en las frutas cosechadas. Asimismo, se debe utilizar un equipo adecuado con una gota fina para las aspersiones y se deben realizar en la mañana cuando no hay actividad de los insectos polinizadores y así permitir la preservación del medio ambiente.

Tabla 11. Plagas que afectan el cultivo del maracuyá en Colombia.

Nombre	Tejido afectado	Agente Casual	Referencias
Mayor importancia			
Trips	Brotos jóvenes, hojas y frutos	<i>Neohydatothrips signifer</i> Priesner	Varón <i>et al.</i> (2011)
Mosca del botón floral	Botones y flores	<i>Dasiops inedulis</i> Steyskal	Ambrecht <i>et al.</i> (1986)
Arañita	Hojas y frutos	<i>Tetranychus</i> spp.	Hernández <i>et al.</i> (1989)
Gusano cosechero	Hojas	<i>Dione juno</i> Cramer	Chacón & Rojas (1984)
Tortuguita	Ramas y hojas	<i>Ceroplastes cirripediformis</i> Comstock	Kondo (2009)
Nematosis	Raíces	<i>Rotylenchulus reniformis</i> Linford y Oliveira	Sánchez <i>et al.</i> (1993)
Menor importancia			
Chinche	Frutos	<i>Leptoglossus zonatus</i> (Dallas)	Chacón & Rojas (1984)
Gusano defoliador	Hojas	<i>Agraulis vanillae</i> L.	Chacón & Rojas (1984)
Abeja negra	Flores	<i>Trigona</i> sp.	Chacón & Rojas (1984)
Áfidos	Hojas jóvenes	<i>Aphis gossipii</i> Glover	Chacón & Rojas (1984)
Mosca negra	Flores	<i>Drosophila</i> sp.	Chacón & Rojas (1984)
Crisomélido	Hojas	<i>Diabrotica</i> spp.	Chacón & Rojas (1984)
Cucarroncito negro	Flores	<i>Conotelus</i> sp.	Chacón & Rojas (1984)
Gusano barrenador	Tallos	<i>Langsdorfia</i> sp.	Chacón & Rojas (1984)
Minador	Hojas	<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanchard	Mora (2011)
Escama articulada	Hojas	<i>Selenaspidus articulatus</i> Morgan	Chacón & Rojas (1984)
Caracol africano	Tallos jóvenes	<i>Achatina fulica</i> Bowdich	Observación personal

Trips (*Neohydatothrips signifer* Priesner)

Los trips son insectos polífagos (Thysanoptera: Thripidae) de un tamaño pequeño entre 0,5 a 1,2 mm de longitud. El ciclo de vida de los trips incluye el huevo (4 días), dos estadios ninfales (4 días), dos estadios pupales (7 días) y el adulto (6 a 7 días) para un total de 21 a 22 días de desarrollo (Escobar *et al.*, 2010; Varón *et al.*, 2011). Las ninfas de los trips se desarrollan en las hojas, no poseen alas, son de color blanco hialino, alargadas y pequeñas.



■ **Figura 47.** Trips (*Neohydatothrips signifer*) en el cultivo del maracuyá. Foto: John Ocampo.

Las pupas son de color amarillo o blanquecino y se desarrollan en el suelo. Los adultos son de tonalidades claras inicialmente hasta de color amarillo (Figura 47), y poseen alas que les permite dispersarse rápidamente en los cultivos (Varón *et al.*, 2011).



■ **Figura 48.** Ataque de trips en brotes terminales de las hojas y en los frutos. Fotos: John Ocampo.

Los trips se ubican sobre las yemas terminales de las ramas y los frutos, los cuales raspan y succionan los jugos de la savia, causando encrespamiento y sellamiento de los cogollos. Estas deformaciones en los brotes terminales impiden la emisión de nuevas estructuras florales y afectan el desarrollo normal de la planta (Figura 48). La mayor prevalencia de los trips se presenta en las épocas de verano y los daños pueden alcanzar hasta el 95% en terminales vegetativos y el 75% en botones florales (Varón, 2009).

El nivel de infestación de los trips se debe realizar dos veces por semana con la selección de 20 plantas al azar en el cultivo y golpeando tres brotes terminales por cada planta sobre un papel blanco para observarlos y cuantificarlos (Varón *et al.*, 2011). El umbral de acción (UA) para este insecto es de 6 trips promedio por terminal y para determinar el nivel de daño (ND) se debe tener en cuenta (Santos *et al.*, 2011):

1. **Terminal sin síntomas de daño o sano**
2. **Terminal con síntomas leves de daño**
3. **Terminal con síntomas de entorchamiento**
4. **Terminal muerto o seco**

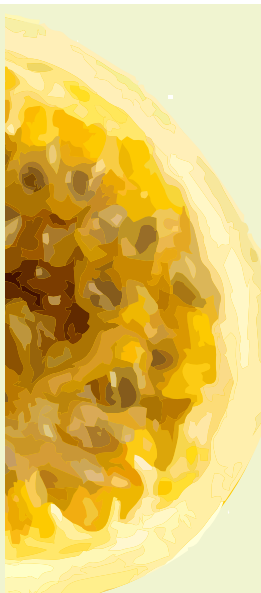
$$\text{ND (\%)} = (\text{sitios afectados/sitios monitoreados}) * 100$$

Un nivel de daño (ND) superior al 30% es considerado importante, entre 40 y 60% como de gran impacto y superiores a estos valores se considera crítico. Este diagnóstico permitirá determinar qué tipo de práctica se debe implementar para contrarrestar el ataque de la plaga. El monitoreo de otros cultivos susceptibles al ataque de los trips y las arvenses hospedadoras como lengua de vaca (*Rumex crispus*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), uva (*Vitis vinifera*), lechuga (*Lactuca sativa*), badea (*Passiflora quadrangularis* L.), cholupa (*Passiflora maliformis* L.) y lulo (*Solanum quitoense*) son otros factores importantes para evitar altos umbrales del insecto en el cultivo del maracuyá (Varón *et al.*, 2011).

Control cultural

Realizar periódicamente podas fitosanitarias y control de arvenses hospedantes con acciones mecánicas con machete o uso de guadañas, para evitar el crecimiento de la población de trips. El uso de cultivos trampa como el pimentón (*Capsicum annuum* L.), el botón de oro [*Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray] y el girasol (*Helianthus annuus* L.) son otra alternativa de control con una alta efectividad.

Control biológico



El uso de productos a base de entomopatógenos dirigidos al follaje y al suelo como *Beauveria bassiana* (Bassar®), *Metarhizium anisopliae* (Metabiol®) y *Lecanicillium lecanii* (Biolecani®) o la combinación de estos (Safermix WP®, Fungimix®) han mostrado buena eficacia para el control de los trips en otros cultivos frutales y pueden ser una alternativa para el maracuyá. Otro insecticida de origen natural de la bacteria *Saccharopolyspora spinosa* (Spinosad®) ha sido utilizado en el cultivo del maracuyá y otros cultivos para el control de los trips a una dosis de 250 ml/ha. De igual manera, liberaciones de predadores como las crisopas (*Chrysoperla carnae*; Perkins®; *C. externa*) con 30.000 larvas/ha (Salamanca *et al.*, 2010) y chinches pequeños (*Orius insidiosus*; Perkins®; *O. laevigatus*) han mostrado una alta eficacia en el control de los trips en otras especies agrícolas. Otros insectos como micro himenópteros o avispidas (*Microstigmus thripoctenus* O. W. Richards) han sido registrados depredando otras especies de trips en otros países (Matthews, 1970) y podrían ser criadas para el control de *N. signifer* en Colombia.



Las aspersiones con nematodos como *Steinernema feltiae* (Perkins®) a una dosis de 1.000.000/m² son otra alternativa eficaz para el control de los trips. Además, en la aspersión foliar los productos biológicos pueden ser mezclados con aceites vegetales orgánicos como coadyuvante (BIOGRIN®), usados para encapsular los agroquímicos. En los cultivos donde las aplicaciones de insecticidas son mínimas y existe vegetación natural abundante, los controladores biológicos pueden mantener bajos niveles poblacionales de los trips y sin superar el nivel de daño económico.



■ **Figura 49.** Diferentes tipos de trampas plásticas para el control de insectos plaga. Foto: John Ocampo.

Control etológico

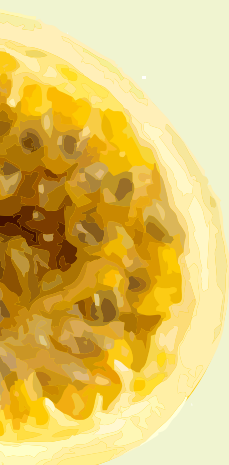
Las aplicaciones de extractos vegetales a base de ajo + ají + cebolla han mostrado una alta efectividad para el control de los trips en el maracuyá (Varón *et al.*, 2011). La preparación del producto para una bomba de 20 litros se debe realizar mezclando los tres extractos: 40 ml (ajo) + 40 ml (ají) + 40 ml (cebolla) + 280 ml de agua. Otro extracto a base de ají + ajo como Capsialil® con acción repelente y asfixiante para el control de los trips ha mostrado una buena eficiencia.

Las aplicaciones de estos productos deben ser generalizadas en el cultivo y dirigidas al envés de la hoja. El uso de trampas a base de plásticos de color azul con adhesivos comerciales (Figura 49) o impregnadas de grasas o aceites (Stikem®, Tanglefoot® o Safertac®) son un método de control efectivo de trips (Romero & González, 2012). La instalación de 10 trampas por hectárea en los bordes del cultivo cuando las poblaciones de los trips son elevadas es un método efectivo de control. Sin embargo, los monitoreos de las trampas deben ser constantes para evitar afectaciones a la entomofauna benéfica.

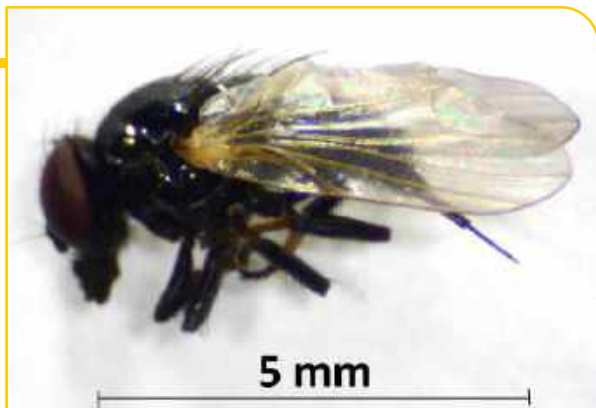
Control químico

Este método de control de los trips con productos de síntesis química se debe realizar con aplicaciones y rotación de los insecticidas de contacto o sistémicos, teniendo en cuenta la correcta dosificación y la frecuencia de estos, y procurando una baja categoría toxicológica del producto (III o IV). Las aplicaciones de insecticidas se deben realizar cuando el umbral de acción (UA) supere los 6 trips promedio por brote terminal en verano y 10 en invierno. Entre los principales ingredientes activos más usados para el control de los trips son

Spinoteram, Imidacloprid, Clorfenapir, Lambdacialotrina y Tiametoxam + Lambdacialotrina (Escobar & Rodríguez, 2010). Las aplicaciones de estos insecticidas se deben realizar antes de las 9 de la mañana para no afectar las poblaciones de los enemigos naturales ni los polinizadores. De igual manera, aceites vegetales orgánicos (BIOGRIN®) pueden ser mezclados con los agroquímicos para una mayor efectividad en el control de los trips.



Mosca del botón floral (*Dasiops inedulis* Steyska)



■ **Figura 50.** Mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*) en el cultivo del maracuyá. Foto: John Ocampo.

Los adultos de la mosca (Diptera: Lonchaeidae) son de color azul brillante metálico de 3 a 4 mm de longitud, la cabeza es semiesférica y las alas transparentes con venas marcadas (Figura 50). El ciclo de vida de *D. inedulis* oscila de 24 a 35 días con cuatro estados de desarrollo: huevo (2-3 días), larva (4-9 días), pupa (10-17 días) y una longevidad del adulto de 6 a 9 días (Armbrecht *et al.*, 1986).

Las hembras en las primeras horas de la mañana (entre las 6 y 10 a.m.) ponen los huevos individualmente o en grupos en el interior del botón floral o en los frutos en formación. Los huevos eclosionan y la larva es inicialmente de color blanquecino y luego cambian amarillo con superficie lisa, y alcanzando su máximo desarrollo hasta 7 mm de longitud (Figura 51). Las larvas inicialmente se alimentan de las estructuras internas botón floral y de las semillas en formación en el fruto causando un daño severo en la flor y arrugamiento de los frutos infestados que posteriormente caen al suelo (Figura 52). La larva generalmente cae al suelo y se transforma en la pupa con forma cilíndrica de color castaño oscuro.



■ **Figura 51.** Larva de mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*) atacando la flor de maracuyá. Fotos: John Ocampo y Francis Espinal.



■ **Figura 52.** Botón floral y fruto de maracuyá atacado por la larva de la mosca del botón floral (*Dasiops inedulis*). Fotos: John Ocampo.

El umbral de acción (UA) para este insecto es de 1 a 3 larvas por flor o fruto y el nivel de daño por planta causa una reducción de las flores por encima del 20% y en los frutos hasta del 70% (Salamanca *et al.*, 2015). La mosca puede atacar el maracuyá en cualquier época del año y sin tener preferencia por las estaciones de verano o lluvias.



Monitoreo

Realizar inspecciones periódicamente de los botones florales, flores y frutos en diferentes plantas del cultivo para establecer el porcentaje de órganos atacados. Los botones florales atacados por la presencia de larvas de la mosca se caracterizan por el fácil desprendimiento de las ramas.



Figura 53. Trampa McPhail para el monitoreo y control de la mosca del botón floral (*Dasiops inedulís*). Foto: John Ocampo.

El monitoreo de los adultos se debe realizar en cultivos en floración y/o producción con la instalación de 5 trampas McPhail (color amarillo) por hectárea, bien distribuidas (Figura 53) y cebadas con proteína hidrolizada (50 ml de Cebofrut® en 250 ml de agua por trampa). El monitoreo se debe realizar cada dos días y si hay una (1) mosca en cada trampa es necesario implementar un método de control en rotación. La mezcla de cebo de cada trampa se debe cambiar cada 7 días para una mayor efectividad. Por otro lado, las pupas de la mosca se pueden encontrar generalmente en el suelo y en residuos vegetales, y rara vez en el interior de las brácteas de la flor (Hernández *et al.*, 2011), por lo que se hace necesario el monitoreo en las estructuras externas de la flor.

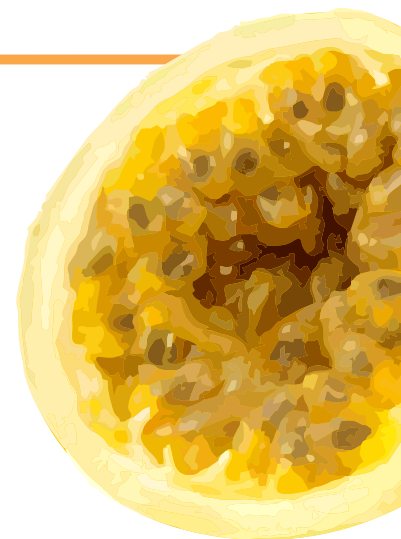
Control cultural

Inspeccionar y recolectar periódicamente las estructuras florales afectadas, tanto las flores que permanecen en la planta como los botones caídos, para ser empacados en bolsas de papel y enterradas fuera del cultivo. Otro método es empacar los botones afectados en bolsas plásticas negras bien cerradas y expuestas al sol por 3 o 5 horas para interrumpir el ciclo de vida de la mosca (Hernández *et al.*, 2011).

Control biológico

La mosca del botón floral es atacada por diferentes enemigos naturales y especialmente en los estados de adulto y pupa. Entre estos se han reportado hormigas (*Solenopsis geminata* y *Pheidole* sp.) y chinches (*Zelus rubidus*) atacando pupas en el suelo, microavispa parasitando larvas o pupas (*Utetes anastrephae* Viereck y *Pachycrepoideus vindemmiae* Rondani, *Spalangia* sp., *Aganaspis* sp.), mientras que las arañas (*Synaemops rubropunctatum* y *Misumenops biannulipes*) y carábidos (*Megacephala* sp.) depredan los adultos de la mosca (Quintero *et al.*, 2012; Arenas *et al.*, 2013; Carrero *et al.*, 2013). Otra alternativa efectiva, son las liberaciones de la microavispa (*P. vindemmiae*) conocida como "paquita", las cuales controlan el estado pupal de la mosca (Mora *et al.*, 2011). Se recomienda el uso de 10 bolsitas por cada 10.000 m² (hectárea) y para asegurar su óptima emergencia localizarlas en sitios con sombra y protección a las lluvias. Las pupas de la mosca pueden ser controladas con el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* con aplicaciones a base al suelo entre las calles del cultivo. La utilización de insecticidas de origen natural como Spinosad (*Saccharopolyspora spinosa* Mertz & Yao) son efectivos en la reducción del nivel de daño del insecto (Quintero *et al.*, 2012).

Las aspersiones del producto se pueden realizar de manera intercalada entre los surcos con el uso de una bomba de espalda con boquilla de gota gruesa o alternativamente sobre plásticos amarillos ubicados en los postes que soportan el cultivo. Otros controladores como la crisopa (*Leucochrysa* sp.) han sido observados en cultivos de maracuyá depredando y consumiendo pupas de *D. inedulis* (Quintero *et al.*, 2012). Es evidente que el control biológico de la mosca del botón es relevante y el manejo integrado de esta plaga es altamente prioritario para la conservación de los enemigos naturales.



Control etológico

Realizar aplicaciones de extractos vegetales a base de ajo + ají (Alisin®) en época de floración, los cuales son efectivos como agente repelente o insecticida para la mosca. Otra alternativa, es la instalación de trampas McPhail o la elaboración de trampas de botellas plásticas con proteína hidrolizada (Cebofrut®) o una mezcla de agua + melaza para la atracción y captura de los adultos cuando el nivel de daño de la mosca es alto (Moreno *et al.*, 2013). Extractos vegetales de higuera (*Ricinus communis*) al 25%, paico (*Dysphania ambrosioides*) al 30% y ruda (*Ruda graveolens*) al 10% presentaron una eficiencia insecticida con mortalidad de la mosca de 40%, 60% y 59%, respectivamente (Santos *et al.*, 2009; Valverde *et al.*, 2021). Otro método de control es instalar plásticos a nivel del suelo debajo de las plantas atacadas para la captura y el control de las pupas de la mosca.

Control químico

El uso de insecticidas depende del nivel de infestación o umbral de acción (UA) de la mosca, el cual se determina cuando haya un (1) adulto en cada 5 trampas MacPhail instaladas en el lote y monitoreadas cada 2 días, o si en 6 o más plantas hay 1 o 2 botones florales afectados en cada una de ellas. En el maracuyá se han utilizado los insecticidas con ingredientes activos Malathion, Thiacloprid + Deltametrina, Etofenprox y Thiametoxan con buena efectividad. Otra alternativa es la mezcla de cada uno de estos productos con proteína hidrolizada para un mayor control de la mosca. La aplicación de estos insecticidas debe realizarse en rotación, y en horas de la mañana para evitar una afectación a los enemigos naturales y/o los insectos polinizadores. El uso de aceites vegetales orgánicos también pueden ser empleados para mezclar con los insecticidas de origen natural o químico para una mayor adhesión y acción del producto en el insecto.

Arañita (*Tetranychus* spp.)



■ **Figura 54.** Arañita (*Tetranychus* sp.) en el cultivo de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Este arácnido es una plaga de tamaño muy pequeño (Prostigmata: Tetranychidae) entre 1 a 2 mm de longitud, de color amarillo verdoso con cuatro pares de patas. La presencia de los ácaros en las pasifloras cultivadas es común y principalmente en zonas con altas temperaturas y en épocas de verano (Hernández *et al.*, 1989; Chacón & Rojas, 1984). El ciclo de vida de la arañita o acaro puede tardar entre 14 a 20 días, desde el estado de huevo, larva, ninfa y adulto. Los huevos son esféricos, lisos y de color blanquecino, los cuales son ovipositados en el envés de las hojas por las hembras. Los adultos jóvenes de la arañita son de color amarillo verdoso hasta coloraciones rojizas en su máximo desarrollo (Figura 54).

Los daños de la arañita son ocasionados tanto por las ninfas como por los adultos, ya que ambos se alimentan en el envés de las hojas por acción raspadora y chupadora, produciendo escoriaciones de coloración amarillo grisáceo o plateada y causando la caída de la hoja (Figura 55). La arañita produce hilos de seda para su protección y desplazamiento a lo largo de la planta, lo que facilita su reproducción y dificulta su control. En las épocas de verano extremo es posible encontrar varias especies de ácaros al mismo tiempo como *Tetranychus desertorum* Banks, *T. urticae* C.L. Koch, *T. mexicanus* MacGregor y eventualmente *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Tenuipalpidae) atacando los cultivos de maracuyá.



Monitoreo



■ **Figura 55.** Hojas de maracuyá atacadas por la arañita (*Tetranychus* sp.). Fotos: John Ocampo.

Realizar inspecciones frecuentes de las hojas en 25 plantas al azar por hectárea con la ayuda de una lupa entomológica para establecer la presencia de la arañita. El umbral de acción se puede estimar cuando tres o más plantas de 25 monitoreadas son afectadas y si este umbral es superado se deben tomar medidas urgentes de control.

Control cultural

Realizar podas fitosanitarias en ramas y hojas afectadas con la araña que permitan una buena aireación en el interior de la planta para evitar el desarrollo y ataque de la plaga. Las aplicaciones de agua por aspersión en las épocas de verano son efectivas para bajar los niveles de infestación de la araña. Igualmente, eliminar residuos de cultivos de maracuyá que son hospederos de ácaros.

Control biológico

Realizar liberaciones de enemigos naturales depredadores como la crisopa (*Chrysopa carnae* Stephens) en una proporción de 5.000 individuos cada 2.000 m² es una medida efectiva. Otros enemigos naturales observados en cultivos de maracuyá, como los ácaros (*Amblyseius* spp. y *Phytoseiulus* spp.) pueden contribuir con la depredación de los estados inmaduros y adultos de la araña. El uso de bioinsumos como los hongos entomopatógenos a base de *Lecanicillium lecanii* (Trival® o Safermix®) o a base de la bacteria *Streptomyces avermitilis* (Newmectin®) aplicados al follaje son otra alternativa de control de la araña. Otro método de control, son las aspersiones de los hongos *Beauveria bassiana* (Bassar®) y *Metarhizium anisopliae* (Metabiol®) dirigidos al follaje son también efectivas para el control de los ácaros. Liberaciones del ácaro depredador *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Spidex Vital®) entre 4.000 a 100.000 adultos por m² han mostrado un alto impacto en la reducción del nivel de infestación de la plaga en cultivos ornamentales y esto podría implementarse en el maracuyá.

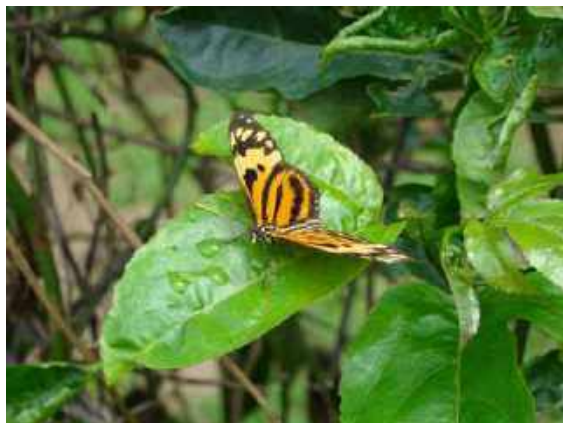
Control etológico

El uso de extractos de vegetales como el ajo (*Allium sativum* L.; EcoA-Z® 0,5 a 1 ml/l de agua), el nim (*Azadirachta indica* A. Juss.; NEEMAZAL® 2 ml/l de agua) y/o la ruda (*Ruta graveolans* L.; Rutinal® 5 ml/l de agua) son insecticidas botánicos que pueden contribuir con el control de los ácaros de manera efectiva. Otros métodos de control de las arañas es el uso de tierras diatomeas a base de silicio con acción física abrasiva en aplicaciones foliares (10 g/l de agua), las cuales causan deshidratación y muerte de la plaga.

Control químico

Este método de control puede ser implementado cuando el umbral de acción de la plaga es superado en épocas críticas y puede realizarse con productos acaricidas. Los productos a base de azufre o con ingredientes activos como Abamectina, Spiromesifen y Fenpyroximate, Hexythiazox o Cyflumetofen han mostrado una reducción considerable de la plaga. Algunos productos a base de sales potásicas de ácidos grasos mezclados con extractos vegetales son otra alternativa para el control de la plaga. Es necesario la rotación de los productos de síntesis química y la dosis recomendada para evitar la adquisición de la resistencia por parte de la plaga. Las aplicaciones deben dirigirse al envés de las hojas y en horas de la mañana para evitar un daño a los polinizadores.

Gusano cosechero (*Dione juno* Cramer)



■ **Figura 56.** Mariposa adulta del gusano cosechero (*Dione juno*) en el cultivo de maracuyá. Foto: John Ocampo.



■ **Figura 57.** Posturas del gusano cosechero (*Dione juno*) en hojas del maracuyá. Foto: John Ocampo.

El adulto de insecto es una mariposa de la familia Nymphalidae (Lepidoptera) con una envergadura entre 60 a 75 mm, alas de color rojo-anaranjado con marcas negras, venación y puntos plateados en la parte inferior (Figura 56).

El ciclo de vida toma entre 32 a 42 días, pasando de huevo, a larva y adulto. Los huevos son colocados en el envés de las hojas en grupos de 80 a 110 en promedio (Figura 57) y recién depositados son de color amarillo, y a medida que se van desarrollando adquieren una tonalidad anaranjada oscura (Chacón & Rojas, 1984).

Las larvas en su último estado de desarrollo alcanzan entre 35 a 40 mm de longitud con rayas en el dorso de color naranja, azul, blanco y con seis líneas longitudinales negras (Figura 58).

Las larvas jóvenes de esta plaga son importantes defoliadoras y durante el primer estado de desarrollo raspan y comen la epidermis de las hojas (esporádicamente las brácteas de la flor), mientras que las adultas comen todas hojas y esqueletizan las ramas de la planta (Chacón & Rojas, 1984).

La mayor presencia de larvas en el cultivo se presenta en las épocas de verano y en la etapa de desarrollo vegetativo de la planta.



■ **Figura 58.** Larvas del gusano cosechero (*Dione juno*) en hojas y zarcillos del maracuyá. Fotos: John Ocampo.



Monitoreo

Las inspecciones se deben realizar después de la siembra y cada tres días o semanal, observando si hay presencia de posturas (huevos) o larvas. A medida que el cultivo se desarrolla esta práctica de monitoreo se debe realizar cada dos semanas y dependiendo del nivel de daño tomar medidas de control.

Control cultural

Recolectar manualmente los huevos o larvas, empacarlos en bolsa de papel y eliminarlas fuera del cultivo. Por otro lado, si se encuentran más de 2 plantas infestadas de 25 muestreadas al azar por hectárea se debe implementar métodos para el control efectivo. Las larvas o huevos recolectados se deben depositar en bolsas de papel y luego enterrarlos en un lugar aislado del cultivo. Evitar el establecimiento de los cultivos cerca a otras especies hospederas del insecto como la cholupa (*P. maliformis*).

Control biológico

Diversos enemigos naturales han sido reportados atacando o parasitando esta plaga en cultivos de maracuyá. Entre estos insectos, las avispas de los géneros *Polistes* spp. y *Polybia* spp. (Vespidae) han sido observados como predadores del gusano cosechero (Chacón & Rojas, 1984). Igualmente, el virus *Baculovirus dione* ha sido reportado afectado larvas del gusano cosechero en condiciones de campo y un sustrato del insecto atacado por el virus puede ser usado como bioinsecticida. El uso de la bacteria *Bacillus thuringiensis* Berliner puede controlar eficazmente la larva y no interfiere con la acción de otros enemigos naturales (Safermix® o Bassar® a dosis de 2 g/l de agua). Otros bioinsumos como Bak-Tur® o Dipel muestran buenos resultados en el control de la larva (Aguiar, 2002). Las liberaciones de la microavispa *Trichogramma pretiosum* Riley (Perkins®) en una dosis 50 a 100 pulgadas por hectárea son otro método de control efectivo.

Control químico

La aplicación de insecticidas es necesario solo cuando el umbral económico es sobrepasado con la presencia de al menos 2 plantas atacadas por el gusano de 25 plantas muestreadas por hectárea. Las aplicaciones de productos químicos con ingredientes activos como Etofenprox, Flubendiamide y Carbaril pueden ser utilizados para el control de las larvas con alta efectividad. Estas fumigaciones se deben realizar en horas de la mañana y basadas en la actividad de los polinizadores.

Tortuguita (*Ceroplastes cirripediformis* Comstock)



■ **Figura 59.** Tortuguita (*Ceroplastes cirripediformis*) en ramas del maracuyá. Fotos: John Ocampo.

La tortuguita o escama cerosa (Hemiptera: Coccidae) es de cuerpo globoso, mide de 3 a 6 mm de longitud y su ciclo de vida en los estados de desarrollo de huevo, ninfa y adulto oscila entre 108 a 169 días y depende de las condiciones ambientales (Marín-Loayza & Cisneros-Vera, 1996). Las ninfas y los adultos de la tortuguita son de color rojo oscuro o marrón cubiertas de una capa cerosa rosada o blanca con puntos negros laterales (Figura 59). El insecto se localiza principalmente en las ramas (tallos y hojas) donde se alimenta por la acción de succión de los contenidos celulares, y excretan una sustancia azucarada o melacilla de color negro que cubre los órganos afectados. El nivel de daño de la tortuguita es de alto impacto en el cultivo y puede alcanzar pérdidas entre el 20 a 30% de las plantas, lo cual afecta considerablemente la producción.

Monitoreo

Establecer la incidencia de la tortuguita determinando el número de plantas afectadas por hectárea y los niveles de infestación o umbral de acción (UA) que deben considerarse bajo 5 categorías (Kondo, 2009) así: 1, muy baja (1-10 escamas por cada 10 centímetros de rama); 2, baja (10-20 escamas por cada 10 centímetros de rama); 3, mediana (20-50 escamas por cada 10 centímetros de rama); 4, alta (50-80 escamas por cada 10 centímetros de rama); y 5, severa (con más de 80 escamas por cada 10 centímetros de rama). Los monitoreos se deben realizar cada semana y en las épocas de lluvias al menos 2 días por semana. Asimismo, si el porcentaje de incidencia de plantas afectadas es mayor al 10% y el nivel de infestación supera las 50 escamas por cada 10 centímetros de rama se deben tomar medidas de control.

Control cultural

Establecer los cultivos con las distancias de siembra recomendadas para evitar altas densidades de plantas que contribuyan a la formación de microclimas, hecho que favorece al insecto. Realizar podas sanitarias periódicas y empacar las ramas afectadas en bolsas de papel, luego enterrar o quemar esas bolsas en sitios aislados del cultivo.

Control biológico

Enemigos naturales como los escarabajos *Azya luteipis* y *Mulsant Orcus chalybeus* Boisduval (Coccinelidae), avispidas *Coccophagus caridei* Brethes y *C. rusti* Compere (Aphelinidae), *Gahaniella saissetiae* Timberlake (Encyrtidae), *Pachyneuron* sp., *Terastichus* sp. (Eulophidae) y *Scutellista cyanea* (Pteromalidae) han sido reportados atacando la tortuguita (Kondo, 2013). La aplicación de bioinsumos a base de entomopatógenos son una alternativa efectiva para el control de la tortuguita y entre estos se destacan *Bacillus thuringiensis*, *Beauveria bassiana*, *Lecanicillium lecanii* y/o *Metarhizium anisopliae* (Safermix WP® o Bassar®) con el acompañamiento de un coadyuvante con filtro protector (UV 30) para permitir una mayor cobertura del producto. Las aplicaciones deben ser generalizadas en el cultivo y orientadas a las ramas donde la tortuguita esta refugiada.

Control químico

Las aplicaciones de insecticidas son justificables sólo en casos de altos niveles de infestación de la plaga y con base en los constantes monitoreos. Aspersiones de insecticidas con ingrediente activo como Malathion (2 ml) mezclados con aceite mineral (20 ml) y 1 litro de agua pueden ser aplicadas con una efectividad hasta del 100% en el control de la tortuguita. Otros productos a base de detergentes comerciales a una dosis de 20 g/l son también efectivos para el control de la plaga. Las aplicaciones deben ser dirigidas a las ramas y con fumigadoras que posean una boquilla de gota fina para una mayor cobertura del producto, debido a que la capa cerosa que cubre el insecto es de difícil penetración. Otros insecticidas de acción sistémica con ingredientes activos como Imidacloprid al 60% pueden ser otra alternativa para el control de la plaga con aplicaciones moderadas y antes de la 10 a.m. para evitar la muerte de los polinizadores.



Nematosis (*Rotylenchulus reniformis* Lindford y Oliveira)



■ **Figura 60.** Raíces afectadas por el nematodo (*Rotylenchulus reniformis*) en el cultivo de maracuyá. Fotos: John Ocampo y Oscar A. Guzmán.

Los nematodos son gusanos endoparásitos sedentarios que habitan en el suelo, con un tamaño microscópico entre 300 a 1000 µm de largo x 15 a 35 µm de ancho (Figura 60). Estos parásitos al momento de alimentarse succionan nutrientes a través de las raíces de las plantas causando daños externos e internos. En el cultivo del maracuyá se han registrado varios nematodos en las raíces, donde *Rotylenchulus reniformis* es el que presenta la mayor incidencia y afectación (Sánchez *et al.*, 1993; Ortiz-Paz *et al.*, 2013). Los daños ocasionados en las raíces por los nematodos pueden permitir el ingreso de otros hongos patógenos del suelo como la secadera o fusariosis causada por *Fusarium solani* (Fischer & Rezende, 2008). Los síntomas en la parte aérea de la planta se manifiestan en las hojas con clorosis, amarillamiento y muerte progresiva por marchitez, los cuales pueden ser confundidos con deficiencias nutricionales de hierro (Fe) o magnesio (Mg).



Inspeccionar el lote y estimar el número de plantas con síntomas cloróticos o amarillamiento general. Se recomienda tomar una muestra de 1 kg suelo con raíces en los primeros 30 cm de profundidad, luego empacarla en una bolsa plástica y enviarla a un laboratorio para su diagnóstico (Piedra, 2015). De igual manera, los monitoreos se deben realizar cada semana y cuando la incidencia supere el 5% se deben implementar métodos de control para evitar pérdidas económicas.

Control cultural

Usar material vegetal propagado en sustratos libres de patógenos (desinfestados) y proveniente de viveros registrados o certificados es la mejor estrategia para evitar la presencia de nematodos. El control efectivo de arvenses, la rotación de cultivos con plantas no hospedantes y la construcción de drenajes para evitar encharcamientos en la época de lluvias son otros métodos de control cultural (Fischer & Rezende, 2008). Igualmente, la restricción de personal proveniente de otras fincas en los cultivos que puedan transportar en el calzado suelo contaminado con nematodos es método eficaz de prevención. Las aplicaciones de enmiendas o materia orgánica compostada permiten mantener en el suelo un balance adecuado entre los nematodos saprófitos y los fitoparásitos para que no superen el umbral de acción o daño en las plantas (Castaño-Zapata, 2009).

Control biológico

Las aplicaciones de bioinsumos al suelo como el hongo antagónico *Paecilomyces lilacinus* (Nemocrop® o Safersoil®) para el control de nematodos en otros cultivos han mostrado efectividad (Castaño-Zapata, 2009) y podría implementarse en el control de *R. reniformis* en el maracuyá.

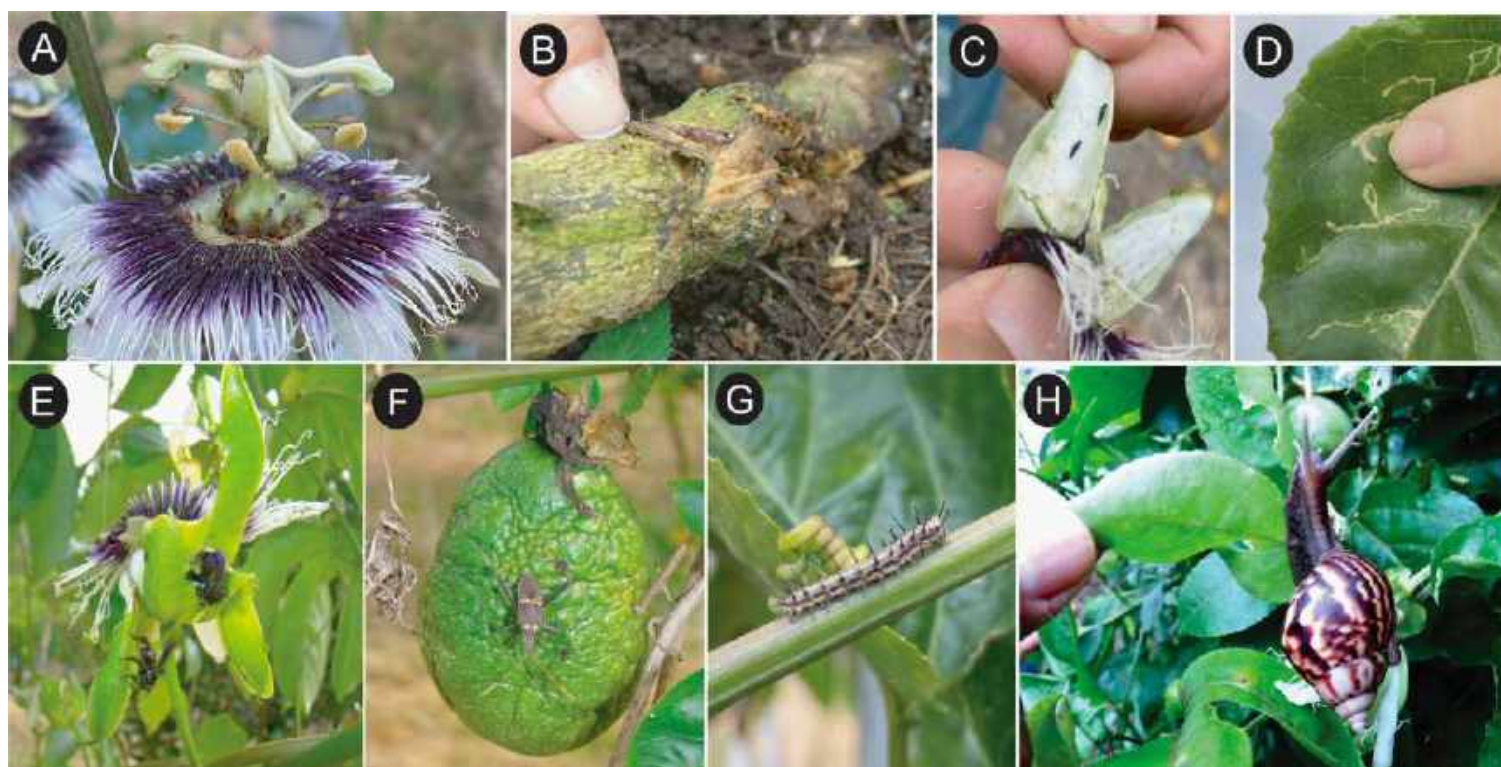
Control etológico



El uso de extractos vegetales para el control de nematodos como la ruda (*Ruta graveolans* L.) en dosis de 5 ml/l de agua (Rutinal®) durante las etapas de semillero o almácigo pueden ser una alternativa eficaz evitar la presencia de estos parásitos en el maracuyá. Otros productos de extractos botánicos a base de ajo (*Allium sativum* L.; EcoA-Z® 1 a 1,5 ml/l de agua) nim, (*Azadirachta indica*; NEEMAZAL® 2 ml/l de agua) y marigold (*Tagetes erecta* L., 5 ml/l de agua) han demostrado eficacia en el control de estos nematodos parásitos (Valarezo *et al.*, 2017).

Control químico

El uso de los nematicidas con los ingredientes activos Benfuracarb e Iprodione o en combinación han mostrado una alta eficacia en el control de los nematodos *R. reniformis* en el maracuyá (Valarezo *et al.*, 2017). Por otro lado, el manejo de los nematodos se debe realizar preventivamente con la desinfección del sustrato en los semilleros o germinadores en la etapa de vivero, lo cual evita llevar plantas al sitio definitivo infectadas con estos parásitos.



■ **Figura 61.** Otras plagas de menor importancia económica reportadas en el cultivo de maracuyá. **A.** *Drosophila* sp., **B.** *Langsdorfia* sp., **C.** *Conotelus* sp., **D.** *Liriomyza huidobrensis*, **E.** *Trigona* sp., **F.** *Leptoglossus zonatus*, **G.** *Agraulis vanilla*, **H.** *Achatina fulica*. Fotos: John Ocampo.

Otras plagas

En los cultivos de maracuyá se han observado otras plagas de menor importancia causando daños en los diferentes órganos de la planta en todas las etapas de desarrollo (Figura 61). Sin embargo, el monitoreo de los cultivos en las épocas extremas de verano y lluvias debe ser constante para evitar que estas superen los umbrales de acción y causen pérdidas económicas en las cosechas. El control de estas plagas debe estar basado en prácticas culturales con la implementación de podas fitosanitarias y el uso racional de insecticidas con especial énfasis en los bioinsumos. Estos métodos de control deben ser acompañados de las buenas prácticas agrícolas (BPAs) que permitirán el equilibrio ecológico de los enemigos naturales de estas plagas e igualmente la conservación de la salud humana, de los agentes polinizadores y de los ecosistemas.



Enfermedades

El cultivo del maracuyá, al igual que muchas especies de pasiflora como la granadilla, la gulupa, la badea, la cholupa y las curubas presentan diversas enfermedades que limitan la producción y demeritan la calidad de los frutos. En las zonas productoras de maracuyá se han registrado siete enfermedades que afectan principalmente los sistemas productivos (Tabla 12).

Tabla 12. Enfermedades que afectan el cultivo del maracuyá en Colombia.

Nombre	Tejido afectado	Agente causal	Referencias
Virosis	Hojas y frutos	<i>Virus del Mosaico de la Soya</i> (SMV-PF) <i>Virus del Mosaico amarillo del maracuyá</i> (PFYMV) <i>Virus de la Distorsión de la Hoja</i> (PLDV)	Morales et al. (2006) Morales et al. (2002) Vaca et al. (2016)
Secadera	Marchitez general	<i>Haematonectria haematococca</i> Berk. & Broome (anamorfo: <i>Fusarium solani</i> f. sp. <i>passiflorae</i>)	Bueno et al. (2014)
Antracnosis	Tallo, hojas, ramas, botones, flores y frutos	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i> (Penz) Sacc.	Afanador et al. (2003)
Mancha parda	Hojas	<i>Alternaria passiflorae</i> J. H. Simmonds	Torres et al. (2000)
Roña	Hojas y Frutos	<i>Cladosporium cladosporioides</i> ATK	Delgado-Méndez et al. (2013)
Bacteriosis	Hojas y frutos	<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>passiflorae</i> (Pereira) Gonçalves & Rosato	Castillo & Granada (2011)
Botritis	Botones, flores y frutos en formación	<i>Botrytis cinerea</i> Pers.	Mora (2011)



■ **Figura 62.** Aplicación de agroquímicos en el cultivo de maracuyá. Foto: Francis Espinal.

En este manual se promueve el control biológico y el uso de bioinsumos con el manejo integrado fitosanitario, que permita la preservación del medio ambiente mediante la implementación de las Buenas Prácticas Agrícolas (BPAs) para el bienestar de los productores y la comunidad. Adicionalmente, la selección y las aplicaciones de los agroquímicos (Figura 62) deben estar registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y orientadas por un Ingeniero Agrónomo, y respetando los períodos de carencia necesarios para no contaminar las frutas y de esa manera no exceder los límites de residualidad permitidos.

Virosis



■ **Figura 63.** Vectores de virus en el maracuyá (áfidos y mosca blanca). Fotos: John Ocampo.

Los virus son descritos como partículas muy pequeñas y debido a su tamaño solo es posible observarlos por medio de un microscopio electrónico. Presentan diferentes mecanismos de transmisión: por medio de herramientas contaminadas, por material de siembra o semillas y por insectos vectores (Figura 63) como los áfidos (*Aphis gossypii* Glover) y la mosca de blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius), insectos de un tamaño entre 2 a 3 mm de longitud (Fischer & Rezende, 2008).



■ **Figura 64.** Virus del Mosaico de la soya - SMV-PF. Fotos: John Ocampo.

En Colombia se han identificado varias especies de virus afectando los cultivos de maracuyá, y los primeros reportados son el Virus del Mosaico de la Soya (*Soybean Mosaic virus* SMV-PF) y el Virus del Mosaico de las Pasifloras (*Passionfruit Mosaic virus* PFMV) de los géneros Potyvirus y Tymovirus, respectivamente (Morales *et al.*, 2002; Morales *et al.*, 2006). Los principales síntomas de estos virus son el entorchamiento de las hojas, la pérdida del área foliar, clorosis y mosaicos (Figura 64), los cuales disminuyen la actividad fotosintética e impiden un buen desarrollo de la planta.



Otra especie es el Virus de la Distorsión de la Hoja (*Passionfruit leaf distortion virus* PLDV) del género *Begomovirus* (Vaca *et al.*, 2016), el cual solo ha sido reportado en el Valle del Cauca y los productores lo han denominado el virus del “noni”, debido a la deformación y engrosamiento del mesocarpio de los frutos, y el empollamiento de la lámina foliar (Figura 65).



■ **Figura 65.** Virus de la distorsión de la hoja en el maracuyá PLDV. Fotos: John Ocampo.



Las inspecciones de plántulas con síntomas de virus se debe realizar desde la etapa de vivero y en las primeras etapas del cultivo. Igualmente, monitorear arvenses hospederas de los insectos vectores y tomar medidas de control.

Control cultural

Las medidas preventivas son las más eficaces para evitar la infección por virus, debido a que los métodos curativos no son efectivos. Las especies de virus reportadas no han sido aún detectadas en la semilla del maracuyá u otras pasifloras cultivadas (Chávez *et al.*, 1999; Morales *et al.*, 2006) y el uso de mallas anti-insectos en los viveros es la principal recomendación para evitar la entrada de los insectos vectores. Igualmente, las plántulas que provengan de viveros comerciales deben estar registrados por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) para garantizar que estén libres de patógenos. El control selectivo de arvenses antes de sembrar las plantas en el lote y durante el desarrollo del cultivo es importante para evitar plantas hospedantes de los virus (Rigden & Newett, 2005). Es importante no sembrar cerca al maracuyá otros cultivos hospederos de virus como el frijol (*Phaseolus vulgaris*), soya (*Glycine max*), el tomate (*Solanum lycopersicum*) y otras pasifloras como la badea (*P. quadranqularis*) y la cholupa (*P. maliformis*), las cuales son susceptibles a los virus.

El uso de cultivos trampa como maíz alrededor del cultivo de maracuyá es una estrategia exitosa de manejo cultural, debido a que los áfidos vectores al alimentarse del cultivo trampa y por su mecanismo de transmisión pierden la capacidad de transmitir los virus al cultivo secundario. El uso de jabón o alcohol para la desinfección de las manos y de las herramientas de trabajo con fosfato sódico al 3% (Na_3PO_4) o amonios cuaternarios después de las podas son eficaces para el manejo preventivo de los virus (Hernández *et al.*, 2011; Ocampo *et al.*, 2013b). Las inspecciones y la eliminación de las plantas infectadas por virus desde los primeros estados de desarrollo y en las principales etapas del cultivo constituyen una práctica efectiva para evitar la diseminación de la enfermedad.



Control biológico

Las liberaciones de insectos controladores biológicos como crisopa (*Crysoperla carnae*) han sido efectivas en aplicaciones de 5.000 individuos por cada 2.000 m² para el control de vectores como los áfidos (Figura 66). Para el control de la mosca blanca, la liberación de la avispa parasitoide como *Encarsia formosa* y *Eretmocerus eremicus* han mostrado efectividad en otros cultivos y pueden implementarse en el maracuyá.

■ **Figura 66.** Crisopa (*Crysoperla carnae*) controladoras de áfidos vectores del virus del mosaico en el maracuyá. Foto: John Ocampo.

Secadera

La enfermedad conocida como secadera es ocasionada por el hongo *Haematonectria haematococca* Berk. & Broome (anamorfo: *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*; Bueno *et al.*, 2014; Posada *et al.*, 2020). Este hongo es un habitante natural del suelo (saprófito), que se alimenta y se reproduce en la materia orgánica en descomposición. Este patógeno ingresa por medio de heridas en la base del tallo (cuello) o a través de las raíces absorbentes donde inicia su reproducción y genera la obstrucción de los haces vasculares del xilema (Figura 67). Esta obstrucción impide el transporte del agua y los nutrientes, ocasionando el enrojecimiento de los haces vasculares, pudrición severa, marchitamiento progresivo de hojas, arrugamiento de frutos y finalmente la muerte prematura de la planta (Lozano *et al.*, 2008; Ocampo *et al.*, 2015; Posada *et al.*, 2020).

El hongo causante de la secadera es favorecido por factores como inundaciones causadas por suelos mal drenados, uso de materia orgánica no compostada y presencia de heridas en la base del tallo o en las raíces de las plantas. El hongo se disemina fácilmente a través del agua o por medio de herramientas de corte sin desinfección (Agrios, 2005; Hernández *et al.*, 2011). Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en las zonas productoras de maracuyá y se ha reportado en otras especies cultivadas de pasifloras como la granadilla, la curuba y la gulupa ocasionando grandes pérdidas económicas (Fischer & Rezende, 2008).



Monitoreo

Inspeccionar periódicamente los cultivos para detectar y cuantificar el número de plantas atacadas por la secadera en las fases iniciales. Estos monitoreos se deben realizar principalmente en las épocas de lluvias y se debe implementar medidas de control para eliminar las plantas enfermas.



■ **Figura 67.** Síntomas de ataque de la secadera (*Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*) en los haces vasculares del tallo y muerte de la planta de maracuyá. Fotos: John Ocampo y Adalberto Rodríguez.

Control cultural

El manejo de la secadera debe estar principalmente dirigido al uso de material vegetal libre del patógeno procedente de viveros con registro ICA y que cuenten con certificado fitosanitario. Se recomienda el uso de suelo previamente solarizado a temperaturas superiores a 50 °C durante mínimo 20 días para preparar los semilleros o almácigos (Lozano *et al.*, 2008). Es también recomendable, planificar de manera adecuada la distribución espacial del lote en cuanto a su orientación, trazado y tutorado que permita el acceso directo de la luz a los surcos o calles del cultivo para evitar el exceso de humedad y de esta manera la diseminación del hongo (Ocampo *et al.*, 2013b). Al igual, se recomienda la construcción de drenajes para evitar encharcamientos dentro del cultivo y especialmente en la zona de plateo.

El uso de materia orgánica con buen compostaje o solarizada mejora las condiciones fisicoquímicas del suelo y a la vez reduce las condiciones para que el hongo se alimente y reproduzca favorablemente. Evitar la circulación de personas y animales en los sitios con presencia de la enfermedad. Eliminar y retirar del lote las plantas afectadas y posteriormente aplicar benomil y cal viva (CaO) con el fin de incrementar el pH y generar condiciones desfavorables para el desarrollo del hongo. Los sitios donde las plantas infectadas fueron eliminadas deben mantenerse libres de resiembra por un periodo no menor de seis meses (Castaño-Zapata, 2009).

Evitar heridas en la base del tallo en las labores culturales y desinfectar las herramientas de corte con hipoclorito de sodio o productos a base de yodo (Manicom *et al.*, 2003). Otra alternativa es la implementación de portainjertos con otras especies de pasiflora como la cholupa (*P. maliformis*) que sean tolerantes y/o resistentes a *Fusarium solani*.

Control biológico

El control preventivo de la secadera ha sido efectivo con el uso de productos a base del hongo *Trichoderma* spp. en cultivos de maracuyá y granadilla (Lozano *et al.*, 2008). Las aplicaciones del entomopatógeno pueden realizarse bien sea en el momento de la siembra de la semilla en el vivero o en el momento del trasplante al sitio definitivo en el campo.

Control químico

El manejo de la enfermedad en vivero se puede hacer mediante el uso de fungicidas como captan, sulfato de cobre, metil tiofanato y prochloraz (Acosta & Arcila, 1993). Son eficaces también como control curativo, las aplicaciones de cicatrizantes hormonales (clorpirifos + oxiclورو de cobre + ácido naftalenacético-ANA) luego de limpiar el sitio afectado (Castaño-Zapata, 2009). Otra alternativa para evitar la diseminación de la secadera en el campo es la aplicación con regadera de formol o hipoclorito de sodio en la base de la planta con el fin de secarla y eliminar las estructuras propagativas del hongo. Después de ocho días la planta afectada se descarta lejos del cultivo para evitar la diseminación del patógeno.

Antracnosis

Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Glomerella cingulata* [anamorfo: *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc.] y se caracteriza por la presencia en hojas, botones florales y frutos de manchas redondeadas en forma de anillos concéntricos (Fischer & Rezende, 2008; Posada *et al.*, 2020; Figura 68). El patógeno es favorecido por condiciones ambientales como la alta humedad relativa y temperaturas superiores a 30 °C; por el mal drenaje o propiedades del suelo que permitan el encharcamiento, alta densidad de siembra, mal manejo de residuos de poda y deficiencias nutricionales del cultivo (Fischer & Rezende, 2008). La diseminación del patógeno se realiza a través del movimiento de las gotas de lluvia acumuladas en los diferentes órganos y tejidos afectados de la planta, y por el uso de herramientas sin previa desinfección (Manicom *et al.*, 2003).

Los síntomas en las hojas inician con puntos de 2 a 3 mm de diámetro que van incrementando de tamaño hasta formar manchas de color marrón de más de 1 cm de diámetro, e incluso pueden generar áreas necróticas causando su abscisión o caída (Posada *et al.*, 2020). En los brotes terminales de las ramas también se presentan manchas necróticas alargadas de color marrón oscuro de 5 a 7 mm (Figura 69), que posteriormente causan la muerte de la planta (Manicom *et al.*, 2003). Los síntomas en las estructuras florales se asocian con lesiones necróticas en los botones y en flores desarrolladas. En frutos inmaduros, aparecen manchas de color marrón claro, que luego se tornan deprimidas y oscuras con tonos marrón-grisáceo. En frutos maduros se presentan manchas de aspecto aceitoso de color pardo claro, y el tejido de la cáscara adquiere una textura apergamizada. Otro agente causal con síntomas similares a la antracnosis en el maracuyá y especialmente en los frutos en poscosecha es *Colletotrichum dematium* (Pers.) Grove (Posada *et al.*, 2020).

A medida que avanza la enfermedad, la coloración se torna más oscura y el área afectada se deprime, observándose pequeños puntos de coloración negro-grisáceos, correspondiente a las esporulaciones del hongo (Nuñez & Levandovski, 2019).



■ **Figura 68.** Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) afectando diferentes órganos de la planta del maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Monitoreo

La antracnosis está directamente relacionada con la alta humedad y por esta razón en temporada de lluvias se deben realizar monitoreos e implementar medidas de control cuando la incidencia de la enfermedad supere el (5%).



■ **Figura 69.** Síntomas severos de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en los brotes terminales. Foto: John Ocampo.

Control cultural

El manejo preventivo de la antracnosis en el maracuyá inicia con la selección adecuada de las densidades de siembra y la orientación de los surcos que favorezcan la circulación de aire y la entrada de luz solar como el tutorado en espaldera. Igualmente, la realización de podas sanitarias de las hojas y frutos afectados, el control adecuado de arvenses y la desinfección de las herramientas de poda con yodo agrícola o hipoclorito de sodio son una medida efectiva. El uso de la tecnología de semitecho plástico puede ser otra alternativa para la prevención de la enfermedad, debido a que evita que las gotas de lluvia sobre las hojas diseminen la antracnosis.

Control biológico

El uso de productos biológicos a base de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus subtilis* (Rhapsody®) empleados para el control de antracnosis en papaya y mango han demostrado una disminución considerable en la severidad de la enfermedad y pueden ser implementados en el maracuyá. Otra alternativa son las aspersiones al follaje de la bacteria antagonista *Burkholderia cepacia* (Botrycid®) para el control de la antracnosis (Ocampo *et al.*, 2013b; Ocampo *et al.*, 2015).

Control etológico

El uso de extractos de semillas de toronja (*Citrus máxima* Merr.) y clavo [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry] a una dosis de 100 g/l de agua han sido empleados en el control de antracnosis en la curuba (Tamayo, 2005) y representan una alternativa en el cultivo de maracuyá para disminuir el nivel de inóculo del patógeno.

Control químico

El uso de la combinación de fungicidas protectantes y sistémicos con ingredientes activos como benzimidazol, ditiocarbamato, cobre, clorotalonil, propineb y tebuconazole han mostrado ser eficientes para el control de la enfermedad y deben aplicarse semanalmente en las épocas de lluvias (Fischer & Rezende, 2008). Otros productos a base de cobre (Sulfato de Cobre Pentahidratado) y calcio (Sulfato de Calcio) pueden ser usados en el control de la antracnosis con aplicaciones semanales o quincenales (Ocampo *et al.*, 2015),

Mancha parda



Figura 70. Mancha parda (*Alternaria passiflorae*) en hojas de maracuyá.
Foto: John Ocampo.

Esta enfermedad es causada por el hongo *Alternaria passiflorae* J.H. Simmonds y la sintomatología se presenta desde los primeros estados de desarrollo de la planta (Fischer & Rezende, 2008). Los síntomas se manifiestan desde lesiones foliares irregulares hasta halos concéntricos de color marrón (Figura 70). La enfermedad afecta principalmente hojas desarrolladas y se favorece de las condiciones de alta humedad relativa y escasa aireación en el interior del cultivo (Castaño-Zapata, 2009), como ocurre en sistemas de tutorado en emparrado.



Monitoreo

Es necesario inspeccionar el cultivo si hay presencia de hojas afectadas por la mancha parda y principalmente en las épocas de lluvias se debe implementar prácticas de control cuando se presente una incidencia mayor al 5%.

Control cultural

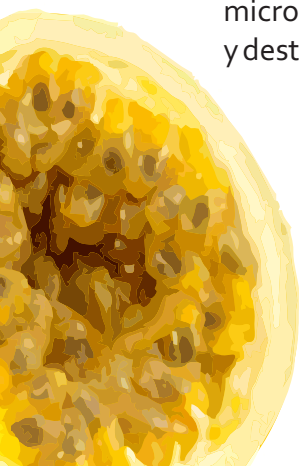
Las medidas de control de la enfermedad son muy similares a las de la antracnosis e incluyen principalmente la selección de zonas agroecológicas adecuadas con baja humedad relativa y alta luminosidad. Realizar labores de deschuponado, eliminando las ramas del tallo principal puede contribuir en la reducción de la enfermedad (Jaramillo *et al.*, 2009). Establecer la dirección de los surcos en sentido del viento, lo que permite una mayor aireación y mejores condiciones de microclima en el cultivo. Efectuar periódicamente podas de mantenimiento y sanitarias, retirando y destruyendo las partes afectadas del cultivo son estrategias también empleadas.

Control biológico

La aplicación preventiva de la bacteria *Burkholderia cepacia* (Botrycid®) al tejido foliar puede contribuir con el control de la mancha parda de manera efectiva.

Control químico

El control preventivo y curativo de la mancha parda con productos a base como el Caldo bordelés (sulfato de cobre + cal hidratada) son los más utilizados. Adicionalmente se ha logrado buena efectividad con el uso de otros productos químicos como Carbendazin, Propineb o Tebuconazole + Triadimenol en otros cultivos.






■ **Figura 71.** Roña (*Cladosporium cladosporioides*) en hojas y frutos de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

Roña

El hongo causante de la roña o verrugosis es *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries, afecta principalmente la calidad externa del fruto (Castaño-Zapata, 2009; Posada *et al.*, 2020). La sintomatología de la enfermedad se manifiesta desde los primeros estados de desarrollo del fruto y está asociada con manchas irregulares de color marrón claro y con apariencia de verrugosis (Figura 71) (Jaramillo *et al.*, 2009; Ocampo *et al.*, 2013b). En las hojas causa manchas pequeñas, de aproximadamente 3 a 5 mm de diámetro, redondeadas y de color marrón oscuro (Delgado-Méndez *et al.*, 2013). La alta incidencia de esta enfermedad está asociada con factores climáticos como temperaturas superiores a 30°C, lluvias periódicas y alta humedad relativa (>75%).

Realizar seguimiento sanitario al cultivo e inspeccionar si existen frutos en formación con síntomas de roña, principalmente en la época de lluvias e implementar estrategias de control cuando se presenten incidencias superiores al 5%.

Control cultural



Establecer densidades de siembra adecuadas con el fin de generar una buena aireación en el cultivo. Realizar la recolección oportuna de los frutos afectados para disminuir las fuentes de inóculo. De igual manera, se recomienda desinfectar las herramientas de trabajo y asignar en los sitios afectados personal específico para las mismas labores y evitar que se trasladen a otras áreas del cultivo. Los frutos afectados deben ser retirados del cultivo y enterrados para evitar la diseminación del patógeno.

Control biológico

En el cultivo del maracuyá el uso de biocontroladores para el control de la roña es efectivo con productos a base del hongo *Trichoderma* spp. (Safersoil® o Perkins®), que pueden ser implementados (Ocampo *et al.*, 2013b).

Control etológico

El uso experimental de extractos vegetales de paraíso (*Melia azedarach*) y gobernadora (*Larrea tridentata*) al 40% para el control de la roña en tomate (*Solanum lycopersicum* L.), puede ser también utilizado en el cultivo del maracuyá (Ocampo *et al.*, 2013b). Igualmente, el uso de fungicidas naturales a base del árbol del té (*Melaleuca alternifolia* Maiden & Betche ex Cheel, TimorexGold®) son también efectivos.

Control químico

Bajo condiciones de alta incidencia y severidad de la enfermedad se puede utilizar el fungicida sistémico a base de Tebuconazole (Castro, 2008). Igualmente, ingredientes con Azoxystrobin han mostrado gran efectividad en diversos cultivos para el control de la roña.

Bacteriosis

La bacteriosis o mancha de aceite es causada por la bacteria *Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae* (Pereira) Gonçalves & Rosato (Castillo & Granada, 1995) y es también considerada como una de las enfermedades más limitantes del cultivo. La infección puede presentarse localizada en diferentes órganos de la planta o sistémica (Botero *et al.*, 1998). Los síntomas se presentan principalmente en las hojas y los frutos (Jaramillo *et al.*, 2009; Ocampo *et al.*, 2013b). Las lesiones foliares se caracterizan por ser pequeñas, húmedas, aceitosas y traslúcidas, con halos cloróticos, las cuales posteriormente toman formas circulares de color marrón que pueden generar grandes áreas secas (Figura 72). Los ataques severos de la bacteria pueden causar defoliación descendente en la planta (Mora, 2011). Las lesiones en los frutos son extendidas con formas circulares o irregulares con bordes bien definidos de color verde o marrón (Figura 73), y cuando la lesión invade la parte interna del fruto ocasiona su caída (Ocampo *et al.*, 2013b; Ocampo *et al.*, 2015).

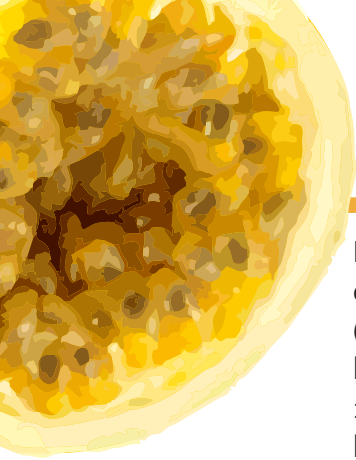


■ **Figura 72.** Bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*) en hojas de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

La bacteriosis puede ser diseminada por medio del agua lluvia, riego o a través de la realización de las labores culturales cuando los operarios que entran en contacto con las plantas enfermas (Fischer & Rezende, 2008). Las temperaturas mayores a 28 °C y humedad relativa superior al 80% favorecen la incidencia y la severidad de la enfermedad.



■ **Figura 73.** Bacteriosis (*Xanthomonas campestris* pv. *passiflorae*) en frutos de maracuyá. Foto: John Ocampo.



Control cultural

Las plántulas que son llevadas al campo deben provenir de viveros libres de la enfermedad (Agrios, 2005). Las labores culturales deben incluir las podas sanitarias (ramas, hojas y frutos), la eliminación de residuos de podas y cosecha, la desinfección de las herramientas y la prohibición de personas no autorizadas en el cultivo (Torres *et al.*, 2000; Ocampo *et al.*, 2015). Es importante evitar establecer cultivos asociados hospedantes de la bacteria como el frijol (*Phaseolus vulgaris*). La implementación de la tecnología de semitecho plástico en el cultivo del maracuyá ha demostrado una alta efectividad, debido a que evita el contacto de las gotas de la lluvia con el follaje y disminuye en un 91% la caída de hojas (Montoya-Estrada *et al.*, 2013).

Control biológico

La aplicación de micorrizas (250 g/sitio) más materia orgánica (250 g/sitio) al momento de la siembra de las plantas en el campo, demuestran una disminución del ataque de la bacteriosis en el cultivo de maracuyá (Sosa *et al.*, 2006; Montoya-Estrada *et al.*, 2013).

Control químico

Los productos químicos que se utilizan con mayor frecuencia en el control de tizones y manchas foliares bacterianas en plantas y que pueden ser aplicados en el cultivo de maracuyá son el caldo bordelés (sulfato de cobre + cal hidratada) y el hidróxido de cobre - $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (Agrios, 2005). Otros como el cobre 42,4% (oxicloruro de cobre) + estreptomycin 1,76% + oxitetraciclina 0,76% son altamente efectivos para el control de la bacteria (Castillo & Granada, 1995). También las aspersiones foliares de productos con ingredientes activos (I.A) a base Hidróxido de cobre al 53,8%, Kasugamycin al 2% o Ácido oxolínico al 20% son otra alternativa para el control preventivo de la bacteriosis en el maracuyá (Montoya-Estrada *et al.*, 2013).

Botritis



Figura 74. Botritis (*Botrytis cinerea*) en flores de maracuyá. Fotos: John Ocampo.

La botritis o moho gris es una de las principales enfermedades que afectan las flores del maracuyá y las de otras pasifloras. Esta enfermedad es causada por el hongo *Botrytis cinerea* Pers., el cual presenta color grisáceo cuando se encuentra en su mayor estado de desarrollo (Mora, 2011). Esta enfermedad cubre con un moho gris las estructuras como los botones, flores y frutos, lo cual ocasiona pudrición y caída (Figura 74).



Monitoreo

Se recomienda realizar inspecciones rutinarias de las estructuras afectadas por la botritis en épocas de lluvias abriendo al azar 5 botones o flores de 10 plantas distribuidas en todo el lote. Se deben implementar medidas de control si la incidencia es igual o mayor a 5%. De igual manera se deben inspeccionar los botones y flores caídas por cada planta para establecer el nivel de incidencia.

Manejo cultural

Remover del lote en bolsas plásticas flores y frutos afectados por la botritis para evitar la diseminación de las estructuras del patógeno. Evitar siembras con alta densidad y zonas de penumbra dentro del cultivo. Realizar periódicamente podas fitosanitarias del material infectado y deshojes que permitan la entrada de luz y ventilación adecuada (Mora, 2011).

Manejo biológico

Se han reportado con alta eficiencia las aspersiones foliares y del suelo con el hongo antagonista *Trichoderma harzianum* (Safersoil® o Perkins®) o la bacteria *Burkholderia cepacia* (Botrycid®) en otros cultivos frutales. De igual forma se sugiere emplear el hongo *Gliocladium roseum*, que ha sido evaluado en cultivos de fresa y cuenta con una efectiva acción antagónica con la botritis.

Manejo químico

En el caso de requerir el uso de fungicidas químicos, estos deberían estar incorporados en el manejo integrado de la enfermedad. Se recomienda aplicar productos a base de yodo (Yodo Polivinil, 12%), calcio (Polisulfuro de Calcio, 12%), cobre (Sulfato de Cobre Pentahidratado, 20%) o azufre (8%), debido a que son eficientes en el control del moho gris. Otros productos del grupo químico de la Anilinopirimidina ha mostrado alta eficacia y puede ser usado para el control de la botritis.

Patógenos en las semillas

En la parte externa de las semillas o testa del maracuyá se han identificado una gran diversidad de patógenos asociados con los oomicetes *Phytophthora* sp., y los hongos *Rhizoctonia* y *Fusarium* sp. (Torres *et al.*, 2000). Estos hongos patógenos son contaminantes de las semillas y pueden afectar la germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas hasta ocasionar la muerte. Por tal razón, las semillas deben ser tratadas antes de la siembra con la aplicación de organismos biológicos como *Trichoderma harzianum* o ingredientes químicos para eliminar, controlar o repeler patógenos.

Consideraciones generales

El manejo cultural debe ser una prioridad para prevenir y evitar que las enfermedades alcancen un umbral económico que afecte la productividad de los cultivos. Los productores de maracuyá deben tener en cuenta las recomendaciones generales (Tabla 13) que les permitan un manejo de los problemas fitosanitarios de manera sostenible y amigable con el medio ambiente. Una alternativa para mitigar estos problemas fitosanitarios es la implementación de coberturas plásticas en semitecho, la cual ha demostrado gran efectividad en la disminución de agentes patógenos en otros cultivos como la gulupa.

Tabla 13. Recomendaciones generales para el manejo cultural de las principales enfermedades que afectan el cultivo del maracuyá en Colombia.

Enfermedad	Recomendaciones
Virosis	Utilizar materiales de siembra (plántulas) libres de virus, implementar en los viveros el uso de mallas anti-insectos, controlar arvenses hospederas de virus, desinfectar herramientas para labores de campo y remover plantas infectadas. Instalar trampas plásticas de color amarillo (Figura 49) entre los surcos para el control de los insectos vectores como los áfidos y la mosca blanca.
Secadera	Establecer material de siembra (plántulas) provenientes de viveros registrados y certificados libres del patógeno, establecer los cultivos en suelos bien drenados, desinfectar el suelo, encalar y aplicar hongos antagónicos. Utilizar portainjertos resistentes a <i>Fusarium solani</i> como la cholupa (<i>P. maliformis</i>) o establecer los cultivos bajo semitecho (Figura 75).
Roña	Establecer los cultivos en zonas de baja humedad relativa, evitar distancias de siembra inferiores a 3 m entre surcos, implementar podas sanitarias, establecer semitecho en zonas de alta humedad que permitan la protección de los frutos con lluvia directa.
Antracnosis	Establecer el cultivo en zonas de baja humedad relativa, utilizar densidades de siembra adecuadas que permitan la circulación del aire y entrada de luz, desinfectar herramientas para las podas sanitarias, rotar con cultivos no susceptibles u hospedantes de la enfermedad, evitar sistemas de siembra con sistema de emparrados que favorecen los microclimas. Recolectar frutos afectados y enterrarlos fuera del cultivo. Implementar la tecnología de semitecho o invernadero.
Botritis	Evitar siembras muy densas, realizar deshojes y podas de material infectado periódicamente, eliminar estructuras florales y frutos cuajados afectados por la enfermedad.
Bacteriosis	Utilizar semillas o plántulas provenientes de viveros sanos y de zonas libre de la enfermedad, utilizar herramientas desinfectadas, realizar oportunamente el deschuponado y poda sanitaria, limpieza de residuos vegetales de la planta y no rotar con otras especies susceptibles. Implementar la tecnología de semitecho.



■ **Figura 75.** Tecnología de producción en maracuyá bajo semitecho e invernadero. Fotos: Camilo Perdomo y Arturo Pascuas.

Costos de producción

El cálculo de los costos de producción es fundamental en la planificación de los sistemas agrícolas (Ocampo *et al.*, 2015). Entre los años 2008 y 2022 fue realizada una investigación detallada sobre la estructura de los costos de producción y comercialización del maracuyá con base en información primaria proveniente de encuestas con productores, empresas comercializadoras, exportadoras e intermediarios, información de la literatura (Jaramillo *et al.*, 2009; Escobar & Rodríguez, 2010) y bases de datos reportadas por el Ministerio de Agricultura de Colombia (Agronet, 2022).

Análisis de costos

Los componentes económicos de los costos del cultivo de maracuyá dependen principalmente de la disponibilidad de los materiales a utilizar (insumos) y el valor de la mano de obra (jornal) que varían para cada zona del país (entre \$35.000 y \$45.000 año 2022). La estimación de los costos de producción se construye a partir de una matriz bajo un procedimiento aritmético que determina el costo total generado a partir de la multiplicación de la cantidad de recursos por los costos unitarios correspondientes (Rodríguez & Bermúdez, 2009).

Los costos para el cultivo del maracuyá que se presentan en la tabla 14 y los cuales fueron promediados a partir de un sistema productivo con una densidad de 833 plantas por hectárea a una distancia de 3 m entre surcos por 4 m entre plantas, en un sistema de tutorado en espaldera, con riego por goteo y durante un ciclo de dos años. El costo total para el establecimiento y mantenimiento de una hectárea de maracuyá son de \$45'321.220 durante 24 meses y están representados esencialmente por los costos de los insumos y la mano de obra (Tabla 14).

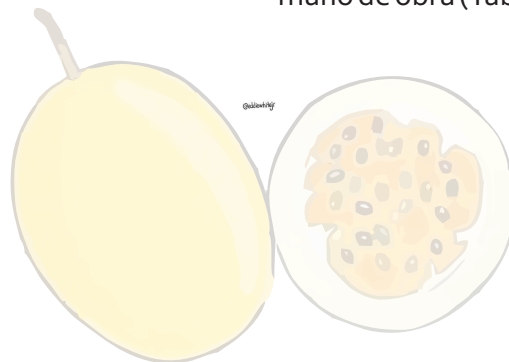


Tabla 14. Costos de producción del cultivo del maracuyá para un ciclo de 2 años (24 meses).

MANO DE OBRA	Unidad	V/R Unitario (\$)	Hectarea/ Año			
			1		2	
			Cantidad	V/R Total (\$)	Cantidad	V/R Total (\$)
Preparación terreno	Jornal	40.000	10	400.000		
Trazado y ahoyado	Jornal	40.000	10	400.000		
Construcción del tutorado (instalación postes)	Jornal	40.000	30	1.200.000		
Siembra y tutorado	Jornal	40.000	10	400.000		
Colgada y amarre	Jornal	40.000	2	80.000		
Poda de formación y deschuponada	Jornal	40.000	12	480.000		
Poda de mantenimiento	Jornal	40.000			12	480.000
Poda fitosanitaria	Jornal	40.000	4	160.000	12	480.000
Control de arvenses y plateo	Jornal	40.000	15	600.000	18	720.000
Fertilización edáfica	Jornal	40.000	16	640.000	20	800.000
Fertilización foliar	Jornal	40.000	10	400.000	12	480.000
Control de plagas y enfermedades	Jornal	40.000	15	600.000	20	800.000
Instalación sistema de riego (goteo)	Jornal	40.000	8	320.000		
Mantenimiento sistema de tutorado	Jornal	40.000	2	80.000	6	240.000
Otras labores	Jornal	40.000	6	240.000	6	240.000
Cosecha (recolección - selección - empaque)	Jornal	40.000	20	800.000	50	2.000.000
Subtotal				6,800.000		6,240.000

INSUMOS	Unidad	V/R Unitario (\$)	Hectarea/ Año			
			1		2	
			Cantidad	V/R Total (\$)	Cantidad	V/R Total (\$)
Análisis de suelos	Resultado	160	1	160		
Plántulas	Unidad	450	800	360.000		
Cal dolomita	Bulto	50.000	20	1.000.000	10	500.000
Fibra	Rollo	8.000	2	16.000		
Materia orgánica	Tonelada	160.000	3	480.000	3	480.000
Fertilizante edáfico	Bulto	150.000	25	3.750.000	25	3.750.000
Fertilizante foliar	Litro	70.000	7	490.000	8	560.000
Fungicidas	Kilo/litro	30.000	10	300.000	4	120.000
Insecticidas	Kilo/litro	50.000	20	1.000.000	8	400.000
Herbicida	Kilo/litro	30.000	10	300.000	8	240.000
Poste (estantillo) - guadua	Unidad	4.000	300	1.200.000		
Estacón	Unidad	1.500	600	900.000		
Alambre Pua	Rollo	100.000	4	400.000		
Alambre calibre 10	Kilo	5.600	100	560.000		
Alambre calibre 12	Kilo	6.000	50	300.000		
Grapas	Caja	6.000	4	24.000		
Sacos polipropileno (cosecha)	Unidad	170	666	113.220	1.200	204.000
Canastillas	Unidad	25	30	750.000		
Subtotal				12,103.220		6,254.000

OTROS	Unidad	V/R Unitario (\$)	Hectarea/ Año			
			1		2	
			Cantidad	V/R Total (\$)	Cantidad	V/R Total (\$)
Alquiler del terreno	Hectárea	180.000	12	2.160.000	12	2.160.000
Sistema de riego (equipo)	Hectarea	4.000.000	1	4.000.000		
Electricidad y combustible	Hectarea	50.000	12	600.000	12	600.000
Equipos (fumigadora, herramientas, caneca)	Hectarea	300.000	5	1.500.000		
Bodega de poscosecha	m2	21.000	24	504.000		
Asistencia técnica	Día	80.000	18	1.440.000	12	960.000
Subtotal				10,204.000		3,720.000

Total			29,107.220		16,214.000
--------------	--	--	-------------------	--	-------------------

PRODUCCION	Toneladas	12		28	
			Precio fruta \$2,700/kg		
			32,400,000		75,600,000

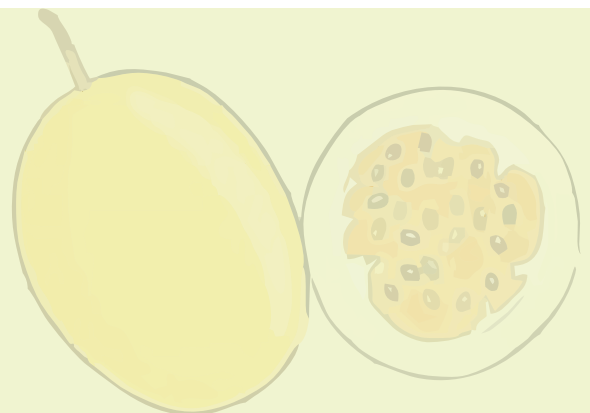
Participacion mano de obra (%)	23,4		38,5
Participacion insumos (%)	41,6		38,6
Participacion otros (%)	35,0		22,9

Los mayores costos de producción para el año 1 están representados por los insumos con el 41,6% (\$12.103.220), principalmente con el sistema de tutorado, como el alambre, los postes (madera), estacones de guadua, y los fertilizantes edáficos. En el año 2, los insumos siguen representando el mayor porcentaje (38,6%) de los costos y la mano de obra (38,5%) se incrementa debido a las labores de cosecha como la recolección, clasificación, empaque y el mantenimiento del cultivo con labores de las podas. El incremento de la mano de obra se debe al aumento de la producción que pasa de 12 a 28 t/ha en promedio durante el año 2. El costo de producción por kilogramo de fruta es de \$1.133 considerando una venta promedio de \$2.700/kg, lo cual puede dejar un margen de ganancia de \$1.567 por kilogramo de fruta.



Por otro lado, el índice de rentabilidad (costo-beneficio) es de 2,38 lo que indica que por cada \$1 peso invertido el productor recibirá \$1,38 peso adicional. Los costos de producción se incrementarán entre un 150 a 200%, si el cultivo es establecido bajo semitecho o invernadero (Figura 75). A su vez, la fruta producida bajo estos sistemas es destinada principalmente

para el mercado internacional, con precios que superan los \$7.000 por kilogramo (1,7 dolares aproximadamente). Este sistema de producción es económica y ambientalmente viable por el menor uso de agroquímicos utilizados para el control de los problemas fitosanitarios.



Comercialización

Mercado nacional



■ **Figura 76.** Canal de comercialización del maracuyá para el consumo nacional. Fotos: John Ocampo.

El consumo nacional del maracuyá representa aproximadamente el 60% (85.573 toneladas) de la producción y es destinado principalmente para la preparación de jugos (Figura 76). El canal de comercialización inicia con el productor, quien le vende al intermediario o acopiador en la finca, vereda o municipio donde están localizados los cultivos. El intermediario asume los costos del transporte, la carga y la descarga hasta los centros de venta. Así, este vende al mayorista o minorista en tiendas pequeñas, mercados ambulantes o al consumidor final. Otro canal de comercialización es del consumidor al intermediario y luego el mercado especializado (supermercados de cadena). El correcto canal de comercialización debería excluir al intermediario y reemplazarlo por una Cooperativa o Asociación de productores y de esa manera el productor pueda recibir un mayor precio por los kilogramos de fruta producida.

El precio de venta por kilogramo de maracuyá depende principalmente de la distancia de los cultivos a los centros de comercialización, destino del mercado (nacional o internacional como fruta fresca o procesada), la calidad de la fruta y de los periodos de cosecha. Así, las épocas de escasez están definidas por los meses de febrero, marzo, octubre y noviembre, y el precio puede oscilar entre los \$1.500 y \$4.500 por kilogramos de fruta.

La fruta consumida a nivel nacional se comercializa de acuerdo con la categoría de calidad, la Extra para supermercados de cadena, categoría I en plazas de mercado y tiendas de barrio, y la categoría II es destinada para pulpa congelada. Las centrales de abasto como son: Corabastos en Bogotá, Cavasa en Cali y la Central de Abastos de Medellín representan los sitios donde se comercializan los mayores volúmenes de maracuyá.

Mercado internacional

La producción transformada en jugos y concentrados representa aproximadamente el 20 al 30% y son cinco plantas empacadoras y de procesamiento ubicadas principalmente en el Valle del Cauca, Cundinamarca y Antioquia las responsables de este mercado (Figura 77). La fruta para el mercado agroindustrial no exige la clasificación del producto por categorías, es más flexible en cuanto a la apariencia externa de la fruta y no necesita el uso de empaques rígidos (Vega *et al.*, 1999). Las exigencias están definidas principalmente por características fisicoquímicas como Sólidos Solubles Totales en la pulpa (≥ 14 °Brix) y rendimientos de la pulpa ($\geq 45\%$). El precio para este mercado es menor si se compara con los precios del maracuyá para consumo en fresco, ya que si la fruta no cumple con los requisitos definidos es penalizada o rechazada.



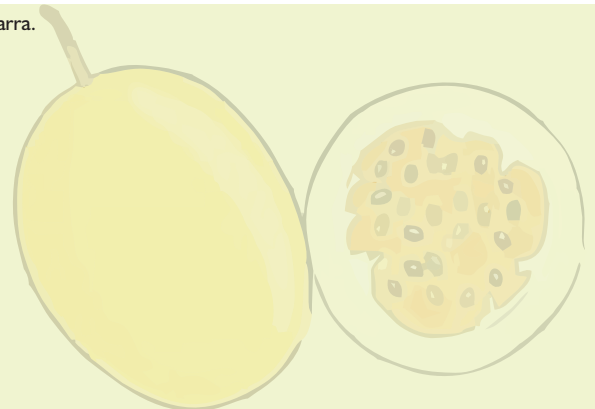
■ **Figura 77.** Selección y procesamiento de maracuyá para jugo concentrado de exportación. Fotos: John Ocampo.

En los últimos años el maracuyá en fresco también ha conquistado el mercado internacional (Figura 78) y la fruta exportada (10%) debe tener características correspondientes a la categoría Extra (ICONTEC, 2022). Los principales destinos del jugo concentrado, pulpa congelada y de la fruta fresca son España, Países Bajos, Estados Unidos, Puerto Rico, Francia, Alemania, Rusia, Italia, Emiratos Árabes Unidos, Bélgica, Suiza, Reino Unido, Canadá, Suiza, Qatar y Guatemala entre otros, los cuales generan cerca de \$ 2'083.978 dólares FOB (Agronet, 2022) con un precio aproximado por tonelada de 11.600 dólares.

El maracuyá colombiano tiene grandes oportunidades en el mercado internacional y una mayor gestión por parte del gobierno, así como capacitación y asistencia técnica a los productores, son hechos que son fundamentales para la conquista de nuevos clientes en el exterior.



■ **Figura 78.** Embalaje de frutas de maracuyá para el mercado internacional. Foto: Marisol Parra.



Bibliografía

1. Afanador-Kafuri, L., Minz, D., Maymond, M. y Freeman, S. (2003). Characterization of *Colletotrichum* isolates from tamarillo, passiflora, and mango in Colombia and identification of a unique species of the genus. *The American Phytopathological Society*, 93 (5), 579-587. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.2003.93.5.579>
2. Agrios, G. (2005). *Plant Pathology*. 5a ed. Academic Press. 922 pp.
3. Agronet (2022). *Red de información y comunicación del sector agropecuario de Colombia*, Agronet MinAgricultura: <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
4. Aguiar, E.L., Menezes, E.B., Cassino, P.C. y Soares, M.A. (2002). Passion Fruit. En: Peña, J.E., Sharp, J. L. y Wysoki, M. (Eds.). *Tropical Fruit Pests and Pollinators*. CAB International, 361-390 p.
5. Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D. y Smith, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Estudio FAO Riego y Drenaje 56. 320 pp.
6. Amaya-Robles, J.E. (2009). El cultivo del maracuyá (*Passiflora edulis* form. *flavicarpa*), *gerencia regional agraria la libertad*. 30 pp.
7. Angulo, R. (2009). *Gulupa (Passiflora edulis var. edulis Sims)*. Bayer Crop Science. 36 pp.
8. Arenas, A., Armbrrecht, I. y Chacón, P. (2013). Carábidos y hormigas del suelo en dos áreas cultivadas con maracuyá amarillo (*Passiflora edulis*) en el Valle del Cauca. *Acta Biológica Colombiana*, 18(3), 439-448.
9. Arias, J.C., Ocampo, J. y Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 25(1), 73-83. <https://doi.org/10.15517/am.v25i1.14200>
10. Armbrrecht, I., Chacón de Ulloa, P. y Rojas de Hernández, M. (1986). Biología de la mosca de los botones florales del maracuyá *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Entomología*, 12(1):16-22.
11. Baaungartner, J.G., Lourenço, R.S. y Malavolta, E. (1978). Estudos sobre nutrição mineral e adubação de maracujazeiro (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). V. Adubação mineral. *Científica, Jaboticabal*, 6-3, 361-367.
12. Bernacci, L.C., Soares, S.M., Junqueira, N.T. y Passos, I.R. (2008). *Passiflora edulis* Sims: the correct taxonomic way to cite the yellow passion fruit (and of other colors). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 30(2), 566-576. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000200053>
13. Bloudeu, M. y Bertin, Y. (1978). *Carences minérales chez la grenadille (Passiflora edulis Sims var. flavicarpa)*. II. *Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Influences sur la composition minérale des organes de la plante*. *Fruits* ISBN 0016-2299. Cirad - Agritrop (<https://agritrop.cirad.fr/413943/>).
14. Botero, M.J., Ramírez, M.C. y Castaño, J. (1998). Identificación de bacterias asociadas con enfermedades en maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en dos zonas productoras del departamento de Caldas. *Fitopatología Colombiana*, 21(2), 79-88.
15. Buenaventura, A., Delgadillo, D., Gómez, J.C. y Varón, H.E. (2012), Manejo de *Neohydatothrips signifer* Priesner (Thysanoptera: Thripidae) en maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en el departamento del Huila (Colombia). *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 15(1), https://doi.org/21.30.10.21930/rcta.vol13_num1_art:236

30. Dorado, G.D., Tafur, H.H. y Ríos, R.L. (2013). Crop yield and fruit quality of yellow passion fruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* O. Deg.) in response to the interaction between irrigation and fertilization. *Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente* ISSN: 1692-9918, 109-117 p.
31. Escobar, T.W. y Rodríguez C.A. (2010). Manual para productores manejo integrado de trips en el cultivo de maracuyá en el departamento *Corporación Centro de Investigación para la Gestión Tecnológica de Passiflora del Departamento del Huila. CEPASS. Colombia.* 27 pp.
32. Espinal, F., Ocampo, J. y Morillo, Y. (2021). *Evaluación agronómica del cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener), injertado en cinco especies de Passiflora L.* Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia-Agrosavia CI-Palmira, 96 pp.
33. Faleiro, F.G., Junqueira, N.T.V., Junghans, T.G., Nunes de Jesus, O.N., Miranda, D. y Otoni, W. C. (2019). Advances in passion fruit (*Passiflora* spp.) propagation. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 41(2), e-155. <https://dx.doi.org/10.1590/0100-29452019155>
34. Faleiro, F.G., Junqueira, N.T.V., Nunes de Jesus, O.N., Cenci, S.A., Machado, C.F. y Rosa, R.C.C. (2020). Capítulo 1. Maracuyá: *Passiflora edulis* Sims [Chapter 1. Passion Fruit: *Passiflora edulis* Sims]. In A. Rodríguez Carlosoma, F. Gelape Faleiro, M. Parra Morera, M. Costa (Eds.), *Pasifloras: espécies cultivadas en el mundo*. ProImpress - Gráfica e Comunicação Visual.
35. FAO. (1997). *Boletín de suelos de la FAO 73, Zonificación agroecológica Guía general.* 82 p.
36. Feuillet, C. y MacDougal, J.M. (2003). A new infrageneric classification of *Passiflora* L. (Passifloraceae). *Passiflora* 13 (2): 34-38.
37. Fick, E.F. y Hijmans, R.J. (2017). World Clim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37, 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
38. Fischer, G. y Miranda, D. (2021). Review on the ecophysiology of important Andean fruits: *Passiflora* L. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 74(2), 9471-9481. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n2.91828>
39. Fischer, I.H., y Rezende, J.A.M. (2008). Diseases of passionflower (*Passiflora* spp.). *Pest Technology*, 2(1), 1-19.
40. Galeano, M.C.H., Cerón, S.I. y Arango, L.V. (2018). Agronomic evaluation of a Colombian passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) germplasm collection. *Agronomy Research*, 16(4), 1649-1659. <https://doi.org/10.15159/AR.18.190>
41. García-Jaramillo, D., López-Zapata, S.P., Ceballos-Aguirre, N. y López, W. (2021). *Genetics resources and breeding prospects in Passiflora species. En: Grafting Applications in Passiflora Species. Book, Chapter 4.* Nova Science Publishers, inc. ISBN: 978-1-536-108-0-1-76
42. Haag, H.P., Oliveira, G.D., De Borduchi, A.S. y Sarrugue, J.R. (1973). Absorção de nutrientes por duas variedades de maracujá. *Anais da Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz*, 30, 267-279.
43. Hernández, N., Vargas, H.A. y Zuluaga, J.I. (1989). Ácaros asociados al cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en el Valle del Cauca (Colombia) y la biología de *Tetranychus mexicanus* (Acari: Tetranychidae). *Revista Colombiana de Entomología*, 15(1), 3-9.

44. Hernández, L. M., Castillo, F., Ocampo, J. y Wyckhuys, K. (2011). *Guía técnica de campo: Identificación de plagas y enfermedades de los cultivos de maracuyá, gulupa y granadilla*. Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y MADR. 58 pp.
45. ICONTEC (2022). *Norma Técnica Colombiana 1267. Frutas frescas. Maracuyá. Especificaciones*. 24 p.
46. Jaramillo, V.J., Cárdenas, R.J. y Orozco, A.J. (2009). *Manual sobre el cultivo del maracuyá (Passiflora edulis) en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13329>
47. Kondo, D. (2009) Brote poblacional de "La tortuguita": *Ceroplastes cirripediformis* Comstock en un cultivo de maracuyá en Palmira, Valle del Cauca, Colombia. *Novedades Técnicas, Corpoica (Colombia)*. 12, 26-33.
48. Liu, S., Yang, F., Li, J., Zhang, C., Ji, H. y Hong, P. (2008). Physical and chemical analysis of *Passiflora* seeds and seed oil from China. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 59(7, 8), 706-15. <https://doi.org/10.1080/09637480801931128>
49. Loaiza, I.D. y Mesa, N. (2019). Evaluación del déficit hídrico en variantes somaclonales de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener), usando mediciones morfométricas. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 31, 56-60.
50. Löhr, B., Díaz, N.M.F., Manzano, M.R., Narváez, V.C.A., Gómez, J.M.I., Carabalí, A., Vargas, G., Kondo, T. y Bustillo, P.A. (2018). Capítulo 10. Uso de parasitoides en el control biológico de insectos plaga en Colombia. En Cotes, A.M. (Ed.), *Control biológico de fitopatógenos, insectos y ácaros. Volumen 1*. Agentes de control biológico (pp. 454-485). Ed. Agrosavia.
51. Lopez-Puc, G., Herrera-Cool, G.J., UC-Várguez, A., Ramos-Díaz, A., Góngora-Canul, C., Aguilera-Cauich, E. y Martínez-Sebastián, G. (2021). In vitro gynogenesis of *Jatropha curcas* L. var ALJC01. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 24 (25), 1-10. <http://dx.doi.org/urn:ISSN:1870-0462-tsaes.v24i1.33703>
52. Lozano, M.D., Rozo, L.S., Quiñonez, N.R., Quiroga, L.F. y Sandoval, L.A. (2008). *Manual de manejo preventivo de la secadera (Fusarium sp.) en el cultivo del maracuyá en Colombia*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica. 75 pp.
53. Malavolta, E. (1994). *Nutrición y fertilización del maracuyá*. Centro de energía nuclear en agricultura. Universidad de Sao Paulo. Ediciones IPNI.
54. Manicom, B., Ruggiero, C., Ploetz, R. y Goes, A. (2003). Diseases of Passion Fruit. En: Ploetz, R. (ed.). *Diseases of tropical fruit crops*. CABI Publishing, London. 413-442 p.
55. Marín-Loayza, R. y Cisneros-Vera, F. (1996) Ocurrencia estacional y parasitismo de *Ceroplastes floridensis* y *C. cirripediformis* (Homoptera; Coccidae) en la costa. *Revista Peruana de Entomología*, 39, 91-96.
56. Matthews, R. (1970). A new thrips-hunting microstigmus from Costa Rica (Hymenoptera: Sphecidae, Pempredonine). *Psyche: A Journal of Entomology*, 77, 121-126. <https://doi.org/10.1155/1970/83601>.

57. Miranda, D., Fischer, G., Carranza, C., Magnitskiy, S., Casierra, F., Piedrahita, W. y Flórez, L.E. (2009). *Cultivo, poscosecha y comercialización de las pasifloráceas en Colombia: maracuyá, granadilla, gulupa y curuba*. Ruben's Impresores.
58. Montoya-Estrada, C.N., Castaño-Zapata, J. y Villegas-Estrada, B. (2013). Evaluación de alternativas de manejo de la bacteriosis del maracuyá. *Agronomía*, 21(2), 40-50.
59. Mora, D. P. (2011). *El cultivo de maracuyá (Passiflora edulis), en temporada invernal*. Instituto Colombiana Agropecuario (ICA), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. 35 pp.
60. Morales, F. J., Lozano, I., Castaño, M., Arroyave, J., Velasco A. C. y Varón, F. (2002). Partial characterization of a tymovirus infecting passion fruit in Colombia, South America. *Journal of Phytopathology* 150, 292-296. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1439-0434.2002.00740.x>
61. Morales, F., Castaño, M., Arroyave, J. Olaya, C. Velasco, A. y Martínez, A. (2006). Detección de virus en especies frutales cultivadas en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 30(2), 39-49.
62. Moreno, C.A., Manzano, M.R. y Hernández, L.M. (2013). La mosca del botón floral del maracuyá (*Dasiops inedulis*). En: *Cartillas Frutales, Maracuyá/Lulo*. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. p.26-37.
63. Núñez-Avellaneda, L. y Rojas-Robles, R. (2008). Biología reproductiva y ecología de la polinización de la palma milpesos *Oenocarpus Bataua* en los Andes Colombianos. *Caldasia*, 30(1), 101-125.
64. Nuñez, R. y Levandovski, E. (2019). *Maracuyá. Aspectos generales de la especie, su cultivo y mercado*. E.E.A. Cerro Azul –INTA, Argentina. Cartilla No. 30.
65. Nyanzia, S.A., Carstensen, B. y Schwackb, W. (2005). A comparative study of fatty acid profiles of *Passiflora* seed oils from Uganda. *JAOC* 82 (1): 41- 44.
66. Ocampo, J. y Wyckhuys, K. (2012). *Tecnología para producción del cultivo de la gulupa (P. edulis f. edulis Sims) en Colombia*. Centro de Bio-sistemas de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y MADR. 68 pp.
67. Ocampo, J., Urrea, R., Wyckhuys, K. y Salazar, M. (2013a). Exploración de la variabilidad genética del maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como base para un programa de fitomejoramiento en Colombia. *Acta Agronómica*, 62(4), 252-260. http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/33858
68. Ocampo, J., Arias, J.C. y Bonilla, M. (2013b). *Principales problemas fitosanitarios del cultivo del maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa Degener) en Colombia y su manejo*. En: *Cartilla frutales, Maracuyá y Lulo*. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 9-25 pp.
69. Ocampo, J. y Coppens d'Eeckenbrugge, G. (2017). Morphological characterization in the genus *Passiflora* L.: an approach to understanding its complex variability. *Plant Systematics and Evolution*, 303, 521-558. doi: 10.1007/s00606-017-1390-2
70. Ocampo, J.A., Rodríguez, A., Puentes, A., Molano, Z. y Parra, M. (2015). *El cultivo de la cholupa (Passiflora maliformis L.): Una alternativa para la fruticultura colombiana*. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico de las Pasifloras de Colombia –Cepass. Neiva (Huila), Colombia. 52 pp.

71. Ocampo, J., Hurtado-Salazar, A. y López, W.R. (2021a). Book, Chapter 1. Genetics resources and breeding prospects in *Passiflora* species. in *genetic grafting and biotechnology approaches*. Nova Science Publishers, inc. ISBN: 978-1-536-108-0 1-76
72. Ocampo, J., Marín, V. y Urrea, R. (2021b). Agro-morphological characterization of yellow passionfruit (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) reveals elite genotypes for a breeding program in Colombia. *Agronomía Colombiana*, 39(2), 268-288. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v39n2.91622>
73. Ortiz-Paz, R., Guzmán-Piedrahita, O.A. y Ocampo, J. (2012). Identificación de nematodos fitoparásitos en el Banco de Germoplasma de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en Colombia. *Acta Agronómica*, 61(4), 295-304.
74. Parés, J., Sánchez, J. y Arizaleta, M. (2014). Efecto de la polinización artificial sobre la fructificación y la calidad de fruto del maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* deg.). Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Venezuela. *Bioagro*, 26(3), 165-170.
75. Peña, J.E. (2003). *Insectos polinizadores de frutas tropicales: no solo las abejas llevan miel al panal. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología*. 69:6-20.
76. Piedra, R. (2015). *Guía de muestreo de nemátodos fitoparásitos en cultivos agrícolas. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria de Costa Rica. San José*. 21 pp.
77. Posada, P. (2012). *Estudios del comportamiento fisiológico de la semilla del maracuyá (P. edulis f. flavicarpa Degener), la granadilla (P. ligularis Juss.) y la gulupa (P. edulis f. edulis Sims) y zonificación agroecológica como estrategia para una Agricultura Ecoeficiente y de conservación de los recursos genéticos en Colombia*. Tesis Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Colombia. 144 p.
78. Posada, P. y Ocampo, J. (2013). Zonificación agroclimática e impacto del cambio climático futuro en el cultivo de granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en Colombia. pp. 89-92. *En: Memorias Congreso Latinoamericano de Pasifloras. Vol. 1*. Cepass.
79. Posada, P., Ocampo, J. y Santos, L, G. (2014). Estudio del comportamiento fisiológico de la semilla de tres especies cultivadas de *Passiflora* L. (Passifloraceae) como una contribución para la conservación *ex situ*. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 8(1), 9-19. <https://doi.org/10.17584/rcch.2014v8i1.2796>
80. Posada, L.M., Restrepo, L. y Castaño-Zapata, J. (2020). Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). pp. 109-119. *En: Guía ilustrada de enfermedades de enfermedades y agentes causantes en cultivos frutales de importancia económica en Colombia*. Universidad de Caldas, Asociación Hortifruticola de Colombia (Asohofrucol) y Fondo Nacional de Fomento Agrícola. Manizales, Colombia.
81. Prammanee, S., Thumjamras, S., Chiemsombat, P. y Pipattanawong, N. (2011). Efficient shoot regeneration from direct apical meristem tissue to produce virus-free purple passion fruit plants. *Crop Protection*, 30, 1425-1429. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2011.07.008>
82. Quintero, E.M., López, I.C. y Kondo, T. (2012). Manejo integrado de plagas como estrategia para el control de la mosca del botón floral del maracuyá *Dasiops inedulis* Steyskal (Diptera: Lonchaeidae). *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 13(1), https://doi.org/31-40.10.21930/rcta.vol13_num1_art:237

83. Rigden, P. y Newett, S. (2005). *Passionfruit problem solver field guide. The State of Queensland Department of Primary Industries and Fisheries*. National Library of Australia Cataloguing-in-. 35 pp.
84. Robinson, R.G. (1983). Yield and composition of field bean and adzuki bean in response to irrigation, compost, and nitrogen. *Agronomy Journal* 75, 31-35.
85. Rodríguez, L. y Bermúdez, L. (2009). *Economía y gestión del sistema de producción de pasifloráceas en Colombia. En: Cultivo, Poscosecha y Comercialización de las Passifloráceas en Colombia: Maracuyá, Granadilla, Gulupa y Curuba*. Sociedad Colombiana de Ciencias Hortícolas.. 358 p
86. Romero, R.A. y González, M.A. (2012). *Cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa) establecido con buenas prácticas agrícolas (BPA) en el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT*. ISBN 978-958-694-106-8
87. Romero, C.R. (1956). Plantas de valor comercial del género *Passiflora*: Granadilla, curuba, badea, y otras. *Agricultura Tropical* 12 (6): 403-407.
88. Romero, C.R. (1991). *Frutas silvestres de Colombia. Segunda edición actualizada, Volumen con 207 ilustraciones*. Instituto Colombiano de Cultura Hispánica. 423-429 p.
89. Roncatto, G., Nogueira-Filho, G. C., Ruggiero, C., Oliveira, J. C. y Martins, A. B. (2008). Enraizamento de estacas herbáceas de diferentes espécies de maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 30(4), 1094-1099. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400041>
90. Ruggiero, C., São Jose, A., Volpe, C., Oliveira, J., Durigan, J., Baungartner, J., Da Silva, J., Nakamura, K., Ferreira, M. y Pereira, V. (1996). *Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção. Frupex Embrapa*. 63 p.
91. Salamanca, B. J., Varón, D. E. y Santos, A. O. (2010). Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* sobre *Neohydatothrips signifer*, trips plaga del cultivo de maracuyá. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 11(1), 31-40. https://doi.org/10.21930/rcta.vol11_num1_art:192
92. Salamanca, L., Manzano, M.R, Baena, D., Tovar, D. y Wyckhuys, K.A. (2015). Effect of simulated *Dasiops inedulis* (Diptera: Lonchaeidae) Injury on yield and fruit quality parameters in yellow passionfruit. *Journal of Economic Entomology*, 108(1), 201-9. <https://doi.10.1093/jee/tou006>
93. Salomão, L.C., Pereira, W. E., Duarte, R. C. y Siqueira, D. L. (2002). Propagação por estaquia dos maracujazeiros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*P.edulis f. flavicarpa* Deg.). *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 24(1), 163-167. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000100036>
94. Sánchez, M., Manyoma, I. y De Agudelo, F.V. (1993). Identificación y parasitismo de nematodos asociados con maracuyá *Passiflora edulis* Sims. *Fitopatología Colombiana*, 107(1), 12-20.
95. Santos, O., Varón, E.H. y Salamanca, J. (2009). Prueba de extractos vegetales para el control de *Dasiops* spp., en granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.) en el Huila, Colombia. *Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 10(2), 141-151. https://doi.org/10.21930/rcta.vol10_num2_art:136
96. Santos, O., Varón, E.H. y Floriano, A. (2011). Capítulo 5. Nivel de daño económico y umbral de acción para *Neohydatothrips signifer* en maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en el departamento del Huila, Colombia. En: *Manual técnico de manejo de trips en maracuyá.*, *Corpoica*. 112 p.

97. Sazima, I. y Sazima, M. (1989). Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e conseqüências para a polinização do maracujá (Passifloraceae). *Revista Brasileira de Biologia*, (33), 109–118.
98. Schwentesius-Rindermann, R., Gómez-Cruz, M.Á., Gómez, L., Escalante, E., Barrera, A., Gómez, T. y Zamudio, H. (1997). *El maracuyá - fruta de la pasión: situación y tendencias de la producción y el comercio en México y en el mundo*. Universidad Autónoma Chapingo (CIESTA y ASERCA).
99. Sosa, R.T., Sánchez, N.J., Morales, G.E. y Cruz, C.F. (2006). Arbuscular mycorrhizae - *Trichoderma harzianum* (Moniliaceae) interaction and effects on *Brachiaria decumbens* (Poaceae)'s growth. *Acta Biológica Colombiana* 11 (1): 43-54
100. Souza, P.V.D., Carniel, E. y Fochesato, M.L. (2006). Efeito da composição do substrato no enraizamento de estacas de maracujazeiro azedo. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 28(2), 276-279. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452006000200027>
101. Taiwe, G.S. y Kuete, V. (2017). Chapter 24 - *Passiflora edulis*, Editor(s): Victor Kuete, *Medicinal Spices and Vegetables from Africa, Academic Press*, 513-526. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809286-6.00024-8>.
102. Tamayo, P.J. (2005). Enfermedades y desordenes abióticos. En: Bernal, J, A. y Díaz, C.A. (eds.). *Tecnología para el cultivo de la curuba*. Corpoica, Manual Técnico 6: 101-131.
103. Torres, C., Sánchez, M., Gómez, E., Bravo, N., Marmolejo, F., Rodríguez, H., Díaz, M., Meneses, S., Panesso, S. y Agredo, M. (2000). Enfermedades fungosas y bacterianas en el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims var. *flavicarpa* Degener) en dos agroecosistemas. *Fitopatología Colombiana*, 24(2), 47-54.
104. Ulmer, T. y MacDougal, J. M. (2004). *Passiflora: passionflowers of the world*. Timber Press. 430 pp.
105. Vaca-Vaca, J.C., Carrasco-Lozano, E.C., Rodríguez-Rodríguez, M., Betancur-Pérez, J.F. y López-López, K. (2016). Primer reporte de un begomovirus presente en maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en el Valle del Cauca. *Revista Colombiana de Biotecnología XVIII*, (2), 56 - 65. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.52904>
106. Valarezo, O., Navarrete, B., Cañarte, E. y Solórzano, R. (2017). Neem (*Azadirachta indica* Juss.) effect on *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyroidae) and its biological controllers in melon crop *Cucumis melo* L. La Granja. *Revista de Ciencias de la Vida*, 25 (10), 33-44. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17163/lgr.n25.2017.03>
107. Valverde, C., Valverde, N. y Solano, R. (2021). Eficacia del aceite de neem, aceite de eucalipto y caolín en el control biológico de *Brevicoryne brassicae*. *Agroindustrial Science*, 11(2), 185-192. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.02.08>
108. Varón, E., Buenaventura, M. y Santos, A. (2011). *Manual técnico de manejo de trips en maracuyá*. Colombia. Corpoica. 112 pp.
109. Wichmann, W. (1992). *World Fertilizer Use Manual*. International Fertilizer Industry Association.



Se terminó de imprimir en diciembre de 2022. Compuesto en caracteres Corbel y Ancizar Sans e impreso en papel propalcote para las páginas internas y propalmate de 240 gr. para la portada y contraportada.
Impreso en Palmira, Colombia.

Este manual hace parte del proyecto de investigación “Evaluación y selección de genotipos élite para el mejoramiento genético del maracuyá en Colombia (Hermes 50402 - PlanView ID 1001657)” ejecutado y financiado por la Universidad Nacional de Colombia y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Agrosavia entre los años 2020 y 2022.

Institución ejecutora
Universidad Nacional de Colombia sede
Palmira y Corporación Colombiana de
Investigación Agropecuaria-Agrosavia
Palmira.

GIRFIN - Grupo de Investigaciones
Recursos Fitogenéticos Neotropicales

John A. Ocampo Pérez, I.A., M.Sc., Ph.D.
Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Yacenia Morillo Coronado, I.A., Ph.D.
AGROSAVIA Palmira

Francis J. Espinal, I.A., MSc.
Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira

Isabel Moreno, Bac., M.Sc., Ph.D.
AGROSAVIA Palmira

Facultad de Ciencias Agropecuarias



CARTILLA

Tecnología para el cultivo del maracuyá en Colombia

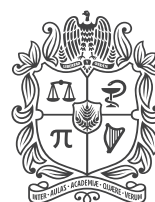
Passiflora edulis f. flavicarpa Degener
Yellow passion fruit

Palmira, Colombia
2022

ISBN: 978-958-505-074-7

ISBN: 978-958-505-075-4

ISBN: 978-958-505-074-7



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA