

# INSTRUCTIVO TÉCNICO PARA EL CULTIVO DE LA **PAPAYA**



# **INSTRUCTIVO TÉCNICO** para el cultivo del papayo



Esta publicación se realiza en el marco del “Proyecto de apoyo al fortalecimiento de cadenas de frutales a nivel local” (AGROFRUTALES), iniciativa de cooperación implementada por el Ministerio de la Agricultura (MINAG) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con el apoyo financiero del Gobierno de Canadá. Los contenidos de este material no reflejan la opinión del Gobierno de Canadá ni del PNUD.

Su elaboración ha estado a cargo de un grupo de investigadores y especialistas pertenecientes al Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) y al Grupo Agrícola (GAG) del Ministerio de la Agricultura.

Esta impresión es cofinanciada por el Programa Autoabastecimiento Local para una Alimentación Sostenible y Sana (ALASS), implementado también por el MINAG y PNUD y cofinanciado por la Unión Europea (UE). Los contenidos de este material no reflejan la opinión del Gobierno de Canadá, UE, ni PNUD.

#### Edición

María Eugenia García Álvarez

#### Revisión general

Tania Mulkay Vitón

#### Diseño editorial

Eduardo Martínez Oliva

#### Diseño cubierta

Geordany González O'Connor

#### Fotografía

Yasser Expósito Cárdenas

Fototeca del proyecto “Apoyo al fortalecimiento de cadenas de frutales a nivel local”

ISBN: 978-959-296-072-5

Editorial Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical®  
Calle 7ma # 3005 e/ 30 y 32 Miramar, Playa, La Habana Cuba

La Habana, 2023



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN</b>	5
<b>2. TAXONOMÍA</b>	9
<b>3. TRONCO</b>	13
3.1. Tallo	13
3.2. Raíz	13
3.3. Hojas	14
3.4. Flores	14
3.5. Fruto	18
<b>4. CULTIVARES</b>	23
<b>5. REQUERIMIENTO EDAFOCLIMÁTICOS</b>	27
5.1. Suelo	27
5.2. Temperaturas	27
5.3. Precipitaciones	27
5.4. Humedad relativa	27
5.5. Radiación y luz solar	28
5.6. Viento	28
5.6. Altitud	28
<b>6. FISIOLOGÍA DEL DESARROLLO</b>	31
<b>7. PROPAGACIÓN</b>	39
7.1. Propagación asexual o vegetativa	39
7.2. Propagación por métodos biotecnológicos	39
7.3. Propagación sexual por semillas	39
7.3.1. Propagación de semillas	39
7.4. Requerimientos para el establecimiento del vivero	40
7.5. Preparación y desinfección del sustrato	41

7.6. Llenado de envases (bolsas o bandejas) y formación de canteros	42
7.7. Siembras de las semillas	43
7.8. Atenciones técnicas a las plántulas en el vivero	45
7.9. Ciclo del vivero	47
7.10. Transportación de las plantas	48
<b>8. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN</b>	51
8.1. Preparación del terreno	51
8.2. Diseño y densidad de la plantación	52
8.3. Época de plantación	53
8.4. Trasplante a campo	53
8.5. Sexado	54
8.6. Deshije o deschuponado	55
8.7. Establecimiento de barreras vivas	55
8.8. Control de arvenses	56
8.9. Nutrición	57
8.10. Aplicación de materia orgánica	60
8.11. Utilización de subproductos como aportes de materia orgánica y arropo	62
8.12. Aplicación de Agromenas	62
8.13. Bioproductos para la nutrición del papayo	64
8.14. Saneamiento	69
8.15. Riego	69
8.16. Drenaje	72
8.17. Manejo fitosanitario	72
8.17.1. Principales insectos y ácaros plagas. Daños que ocasionan al cultivo	72
8.17.2. Recomendaciones para el manejo	76
8.17.3. Principales enfermedades. Daños que ocasionan al cultivo	81
8.17.4. Recomendaciones para el manejo	84

<b>9. COSECHA Y POSCOSECHA</b>	91
9.1. Cosecha	91
9.2. Poscosecha	96



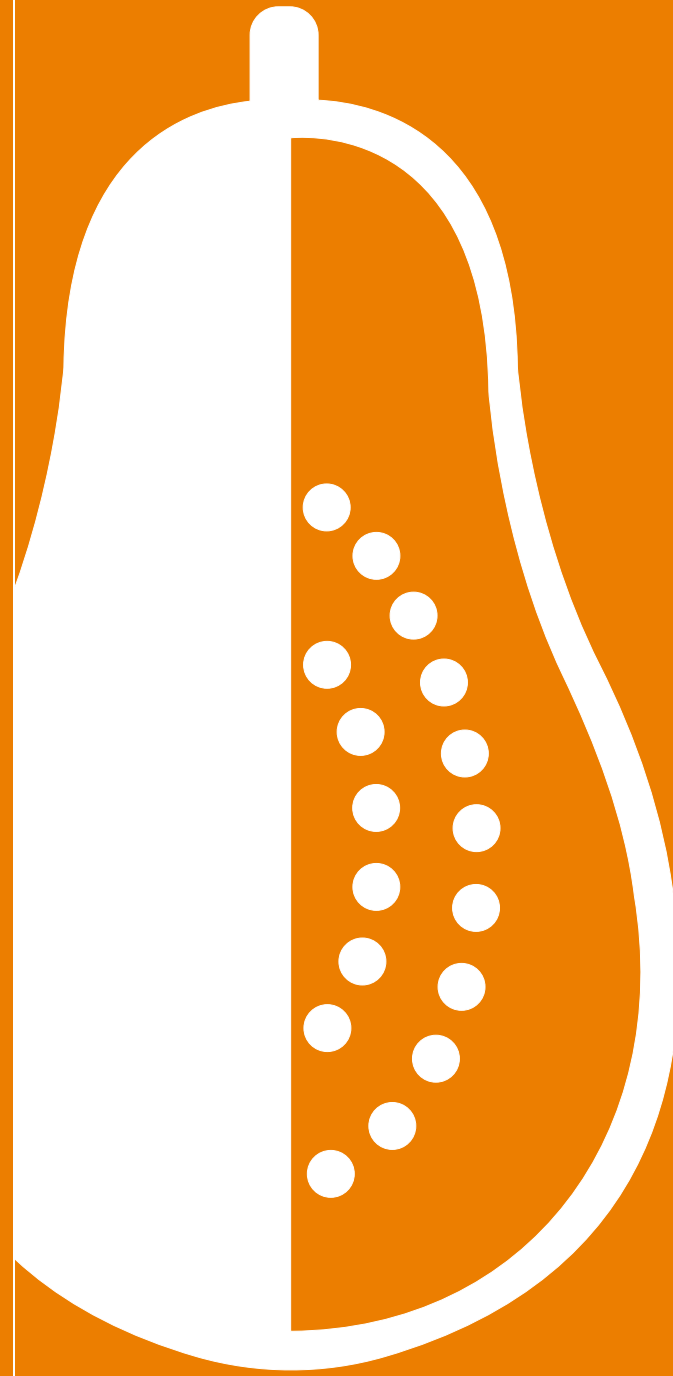
## INTRODUCCIÓN

La fruta de papaya (*Carica papaya* L.) es muy demandada en el mercado nacional e internacional por su alto valor nutritivo con bajas calorías, por ser rica en vitaminas y minerales, y muy beneficiosa para la salud, con buenas propiedades digestivas y grandes aportaciones de otros nutrientes. Además, se utiliza para la producción de papaína, enzima de amplio uso en las industrias alimentaria y farmacéutica.

En Cuba, el cultivo del papayo representa el tercer frutal de importancia después del mango (*Mangifera indica* L.) y el guayabo (*Psidium guajava* L.) en cuanto a área cultivada, y el segundo después del mango en volumen de producción. En comparación con otros frutales, el papayo tiene un alto potencial productivo e inicia su producción a partir de los siete a ocho meses después de establecida la plantación y puede plantarse en cualquier época y producir frutos todo el año, de acuerdo a las tecnologías de cultivo aplicadas.

Por su dinamismo comercial, el papayo se considera como uno de los frutales más importantes desde el punto de vista económico y es un renglón significativo en el desarrollo de la agricultura en Cuba. Esto ha contribuido, en los últimos años, al incremento de su producción. Sin embargo, la oferta de frutas frescas es insuficiente, lo que indica la necesidad de mejorar las capacidades técnicas dedicadas al manejo del cultivo, la cosecha y poscosecha, con la consecuente calidad del producto fresco comercializado.

En el Instructivo Técnico para el cultivo del papayo se muestran las generalidades del cultivo y los principales requerimientos para lograr su desarrollo e incrementar la producción; se describen elementos relacionados con las plagas y enfermedades que inciden en la calidad de las frutas y los rendimientos. Igualmente se consideran las principales herramientas tecnológicas de la cosecha y poscosecha para optimizar la calidad y extender la vida de anaquel de las frutas, a partir de la actualización de los resultados de estudios realizados por el personal científico técnico del país durante los últimos años.



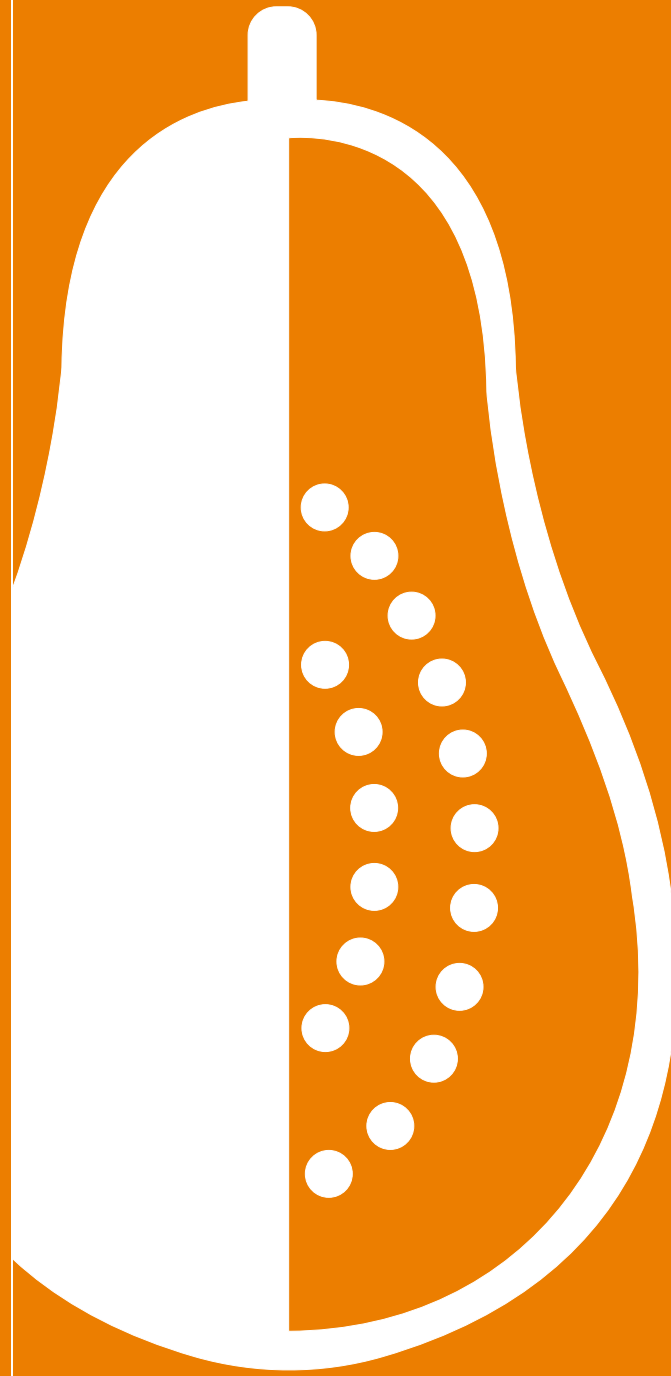
**ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN**

## 1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN

El papayo probablemente es originario de América Central, cerca del Golfo de México. Fue descrito por primera vez por el cronista español Fernández de Oviedo hacia 1515 – 1525, en una carta a su soberano. En ella decía haberla visto creciendo en Centro América, desde la costa de Panamá hasta el sur de México, donde los nativos lo llamaban “Olocoton”. Después del descubrimiento de América, se hace posible su rápida diseminación a través de los trópicos. Esto se debe a la enorme facilidad que tiene este cultivo para propagarse por semillas y al escaso tamaño de éstas. No existe constancia escrita de que esta fruta fuera conocida en Cuba y Puerto Rico antes del descubrimiento y posterior a la colonización de América.

Los primeros informes de la presencia de esta fruta en Cuba se remontan a los años 1906 y 1909 en la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas y a mediados del siglo XX se menciona cómo la malicia habanera hizo de la “papaya”, “fruta bomba”, lo que demuestra que ya era bien conocida en la isla para esta fecha. El cultivo se extendió por todo el país con el establecimiento de las primeras plantaciones comerciales de esa época.

En la actualidad, el papayo se encuentra distribuido en una vasta zona tropical y subtropical, que comprende toda América Central y se extiende hacia el norte y el sur llegando a los trópicos, al continente africano, Australia y sur de Asia.



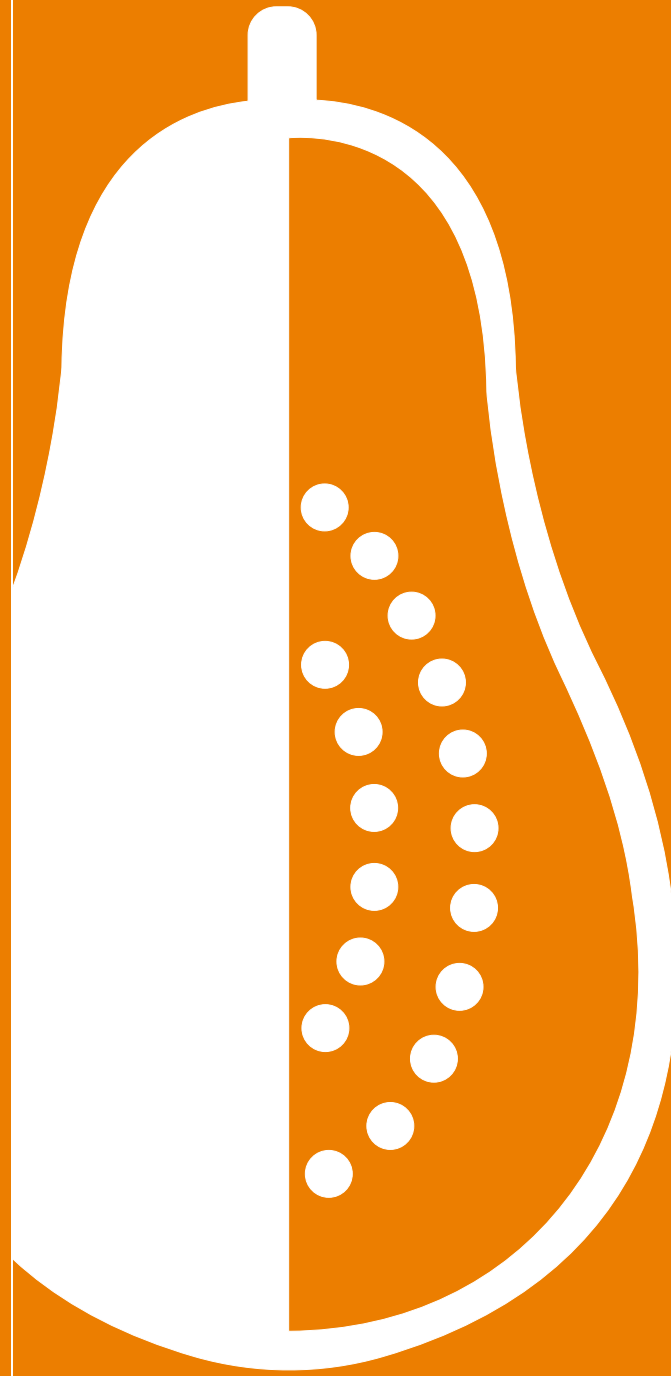
**TAXONOMÍA**



## 2. TAXONOMÍA

El papayo pertenece a la división Embryophyta Siphonogama, subdivisión Angiospermeae, clase Dicotyledoneae, subclase Archichlamydeae, orden Violales, suborden Caricineae, familia Caricaceae, género *Carica* y especie *Carica papaya* L.

De la familia Caricaceae se han identificado 35 especies distribuidas en 6 géneros : *Jacaratia* A.DC (con siete especies encontradas entre México y el norte de Argentina), *Jarilla* Ruby (con tres especies en México y Guatemala), *Cylicomorpha* Urban (con dos especies en África Ecuatorial), *Horovitzia* Badillo (una especie en México), *Vasconcellea* Saint-Hil (con 21 especies, todas en América, desde Chile hasta el sur de México) y *Carica* (con una sola especie *Carica papaya* L. del Sur de México y norte de Centro América), la más importante de esta familia.



TRONCO

### 3. TRONCO

El papayo es una planta dicotiledónea, herbácea, de crecimiento rápido y de ciclo corto, aunque a veces en condiciones favorables pueden producir frutos por más de 20 años. Se caracteriza por presentar, en todas sus estructuras, canales laticíferos que contienen enzimas proteolíticas.

#### 3.1. TALLO

El tallo es recto, cilíndrico, hueco excepto en los nudos, blando esponjoso–fibroso debido a su gran contenido de agua y marcado por características cicatrices que dejan las hojas al caerse (Figura 1). Algunas veces pueden producirse ramificaciones debido a daños producidos en el meristemo apical, ya sea por causas climáticas o por la poda. La corteza tiene diferentes tonalidades (verde, violáceo, gris) en función del cultivar, el diámetro de las plantas adultas varía entre 15 cm y 30 cm y puede alcanzar hasta 10 m de altura. El cambium es moderadamente activo, de modo que el tallo crece en espesor al envejecer.



Fig.1. Características del tallo de las plantas del papayo.

#### 3.2. RAÍZ

La raíz principal es pivotante, la cual crece casi verticalmente, de forma cónica, le da estabilidad a la planta y puede alcanzar más de un metro de profundidad. La estructura es similar a la



del tallo, excepto en su corteza. Las raíces secundarias se desarrollan en un radio de 80 cm a 100 cm y tienen mayor actividad en los primeros 30 cm. El sistema radical varía según el cultivar y las condiciones del suelo. En suelos favorables el sistema de raíces puede modificarse significativamente en su forma de distribuirse, que cuando se cultiva en suelos de condiciones desfavorables.

### 3.3. HOJAS

Las hojas son grandes, palmeadas, con lóbulos profundos y borde dentado. Poseen formas diferentes de acuerdo con el cultivar y se han clasificado más de 15 tipos de hojas. El limbo es más brillante en el haz que en el envés y puede medir entre 25 cm y 75 cm. Los peciolos son huecos y largos, irregularmente ovalados en la inserción con el tallo y cilíndricos en el punto de unión con el limbo, en algunos cultivares alcanza hasta 130 cm de longitud. El color puede variar de verde a violáceo y es más intenso en el peciolo. Una planta adulta posee alrededor de 30 y 50 hojas funcionales. Las hojas caen mientras la planta crece, dejando una cicatriz característica en el tallo, mientras que las nuevas aparecen en un rango de dos a tres por semana, dependiendo del ambiente y del manejo de la plantación (Figura 2).



Fig.2. Características del follaje de las plantas del papayo.

### 3.4. FLORES

Las inflorescencias son axilares, colgantes y bracteales. Las flores pueden ser unisexuales o hermafroditas y, de acuerdo al tipo de flores que presentan, se encuentran en principio tres tipos de plantas: femeninas con flores pistiladas; hermafroditas con flores estaminadas y pistiladas en la misma inflorescencia

y masculinas o androicas de flores estaminadas. Las formas sexuales en las plantas de papayo son mucho más complejas, dadas las posibles combinaciones de los diferentes tipos de flores sobre una misma planta.

Los principales tipos sexuales de flores del papayo son:

La **flor femenina o pistilada** carece de estambres o, raras veces los tiene muy rudimentarios. Los cinco pétalos que forman la corola se encuentran libres en toda su longitud. El pistilo es globoso, sentado y libre, formado por cinco carpelos regulares y lisos. El estigma es sentado y se divide en cinco rayos que se ramifican en lóbulos planos. Como esta flor no produce polen, depende, para su fecundación, del polen producido por la flor masculina o hermafrodita de otro árbol. Por esta razón las plantas que presentan flores femeninas son dioicas (plantas unisexuales, cada una tiene su sexo). Los frutos derivados de esta flor son generalmente esféricos, oblongos o ligeramente ovoides. Cuando la flor presenta estambres rudimentarios, el fruto tiene en su base surcos poco profundos que se extienden hasta un tercio de su longitud. En la base del fruto hay cinco cicatrices, formando círculos que corresponden a los pétalos de la flor (Figura 3).



Fig.3. Características de las flores femeninas de la planta del papayo.



Fig.4. Características de las flores hermafroditas de la planta del papayo.



Bajo el nombre de **flor hermafrodita** (Figura 4) se agrupan tres tipos de flores: pentandria, intermedia y elongata o perfecta.

La flor pentandria presenta cinco estambres perfectos formados por un filamento grueso, largo (dos tercios del ovario) y una antera relativamente grande, adherida a la base de la corola y alternando con los pétalos. Debido a que presentan cinco estambres a este tipo floral se le denomina como pentandria: cinco (penta), estambres (andro, varón). Los pétalos son libres, excepto en la base, donde se sueldan formando un cuello irregular muy corto o nulo, que influye en la transformación posterior del ovario en fruto.

Los filamentos de los estambres están alojados en cinco hendiduras o surcos del pistilo, originando una modificación notable en el aspecto del mismo. El pistilo tiene un aspecto igual al del tipo anterior, pero siempre pentalobulado y los estigmas de menor desarrollo, con el área estigmática por lo general más reducida. Esta flor, por llevar estambres, se supone que puede fecundarse a sí misma. Sin embargo, produce poco polen y puede estar acompañada muchas veces en la planta por otros tipos florales (masculino y hermafrodita) que sí son capaces de asegurar una buena polinización. Por ello, las plantas que tienen este tipo de flor se consideran como hermafroditas andromonoicas. Los frutos derivados de este tipo floral son ovoides o globosos, con surcos longitudinales, generalmente poco uniformes, deformados y de poco valor comercial, pues sus contornos y formas le restan mérito en el mercado.

La flor intermedia es una modificación hacia un hermafroditismo más perfecto de la flor del tipo anterior, es una transición entre pentandria y perfecta, por ello se le conoce con el nombre de intermedia. Todos sus elementos florales presentan una notable contorsión, los pétalos están soldados hasta un tercio de su longitud, formando un tubo de variable longitud según la parte libre de éstos. Los estambres varían en número desde cinco hasta diez, y están dispuestos irregularmente en la garganta del tubo corto de la corola. El pistilo está modificado en la base por el tubo de la corola y el extremo varía mucho. Puede ser agudo o redondeado, con cinco surcos poco profundos en la porción libre a partir de la garganta del tubo de la corola, que es donde se asientan los estambres. El pistilo puede estar formado por cinco o diez carpelos, y, por lo ge-

neral, cuando hay más de cinco carpelos se corresponde con los estambres que faltan hasta en número normal de diez. El fruto derivado de esta flor, en su tercio basal tiene aspecto de un tronco de cono y el resto es una media esfera o huevo con lóbulos o surcos longitudinales, que le dan aspecto característico. En este tipo floral son también frecuentes los ovarios anormales, pero más torcidos los carpelos que lo forman y los pétalos más adheridos al pistilo.

Las flores van acompañadas regularmente, en el racimo, por flores hermafroditas de formas variables o por flores masculinas modificadas. Los estambres producen abundante polen, por lo que la planta es capaz de abastecerse a sí misma de este elemento. Por ello, las plantas que tienen este tipo de flor se consideran como andromonoicas.

La flor hermafrodita elongata o perfecta se caracteriza por presentar una mayor regularidad en la distribución de sus elementos florales en comparación con las dos formas anteriores. En esta flor los pétalos se sueldan en más de un tercio de su longitud, formando así una corola gamopétala regular, con un limbo de cinco lóbulos libres del pistilo, excepto en la base. En la garganta del tubo de la corola se encuentran los estambres en número de diez, dispuestos en una doble serie, cinco de ellos son subsésiles y opuestos a los lóbulos, los otros cinco tienen un corto filamento, que se implanta al margen del pétalo. La antera es de menor tamaño que en los tipos anteriores. Los filamentos de los estambres se sueldan entre sí, formando un tubo de pared muy fina, fuertemente adherido al tubo de la corola. Este tubo llega hasta la base del ovario, donde se suelda en la base del tubo de la corola. El tubo formado por la corola incluye a casi todo el pistilo, algunas veces sólo quedan libres los estigmas. Los estambres varían de posición respecto al pistilo, y pueden estar situados por debajo de los estigmas, tocándolos, o por encima de éstos. La posibilidad de la flor para autopolinizarse, depende de esta posición. Las flores más perfectas de este tipo son las que tienen los estigmas más alejados de los estambres. La forma del ovario es alargada y característica, de ahí que a la flor se le llame elongata, pues todo el conjunto floral aparece como alargado. El número de carpelos que lo forman varía de uno a diez, originando frutos alargados, cilíndricos, con el



extremo agudo u obtuso. Este tipo floral es bastante estable y también se consideran como plantas andromonoicas.

La **flor masculina o estaminada**, se caracteriza por una corola gamopétala, formada por un largo tubo, fino, terminado en un limbo de cinco lóbulos. El grueso de los pétalos es mucho menor que en los otros tipos de flores estudiadas, dándole un aspecto delicado, aunque hay flores masculinas en las que el engrosamiento es evidente y a veces igual a los otros tipos estudiados. En la garganta, al final del tubo de la corola, hay diez estambres dispuestos en igual forma que en la hermafrodita perfecta. El color, tamaño, aspecto y forma son algo variables. El pistilo es pequeño y rudimentario, es sólido y unicarpelar, extendiéndose hasta cerca de la mitad del tubo de la corola y no hay un verdadero estigma. Esta flor, por la falta de un pistilo funcional, no produce frutos.

### 3.4. FRUTO

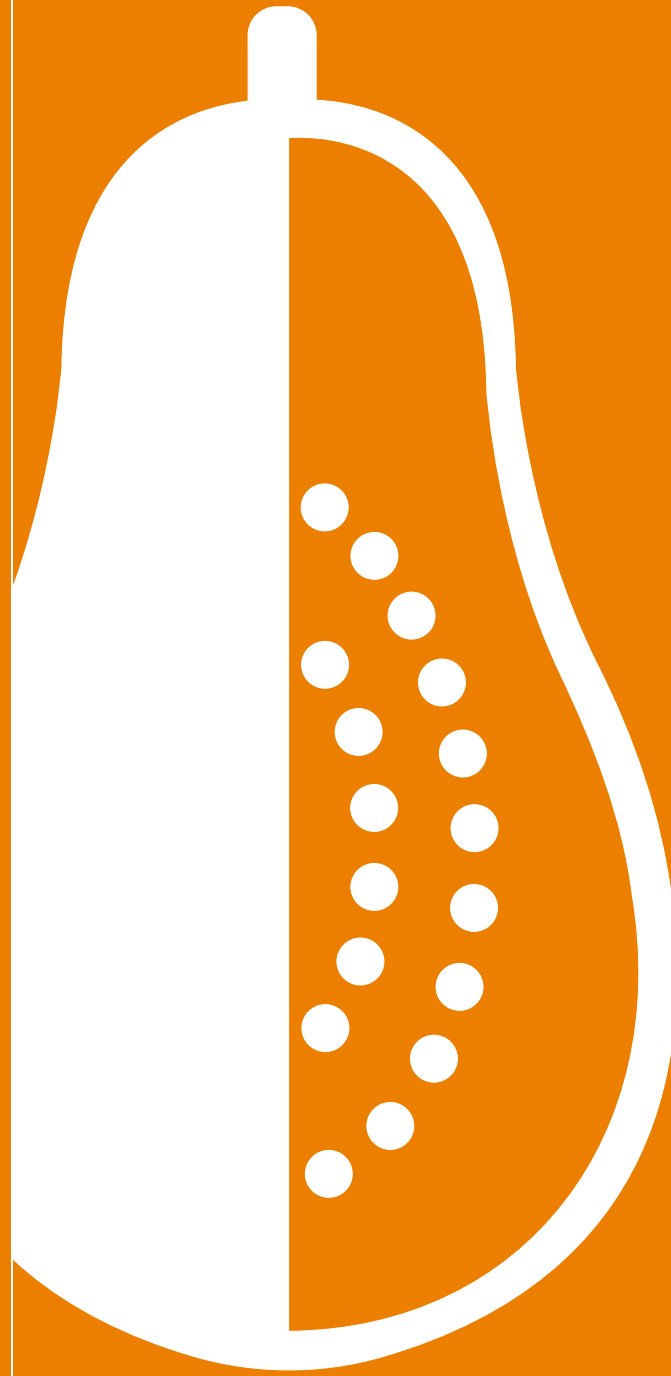
El fruto del papayo es una baya proveniente de un ovario súpero y está formada por tres partes: exocarpio (cáscara–corteza), mesocarpio (pulpa–masa) y endocarpio (semillas y mucílago). El tamaño varía de acuerdo con el cultivar y el manejo de la plantación (Figura 5). Se han descrito 17 formas de frutos, entre alargados, redondos y piriformes. El extremo basal (inserción del pedúnculo al fruto) puede ser hundido, aplanado, redondeado o puntiagudo. La longitud de la cicatriz floral se considera pequeña cuando es menor de 0,5 cm y grande

cuando supera 1 cm. El color de la fruta madura varía de amarillo pálido, amarillo rosáceo a rojizo anaranjado, rojo suave y rojo salmón. La forma de la cavidad central puede ser redonda, angular, estrellada o irregular.

Las semillas presentan diferentes tonalidades, las cuales varían del gris al pardo negruzco. La forma puede ser redondeada u ovoide y se encuentran encerradas en un arilo transparente que contiene un mucílago lipoproteico ligeramente ácido. Los cotiledones son ovoides–oblongos, aplanados y de color blanco o crema.



Fig.5. Características de los frutos de la planta del papayo.



**CULTIVARES**

#### 4. CULTIVARES

Los cultivares que se han sembrado en diferentes zonas de Cuba son:

- 'Maradol Roja', obtenido por el investigador cubano Adolfo Rodríguez Rivera y su esposa María Nodal, de ahí el término Mar/adol, que combina los nombres de estos. Tiene una maduración temprana y las frutas son consistentes, con una masa fresca promedio de alrededor de 1,50 kg, de forma oblonga, cuando estas provienen de una flor hermafrodita, y pulpa roja con un Brix de 11 grados. Este cultivar es muy productivo y de excelente sabor.
- 'Maradol Amarilla': origen cubano de maduración temprana, frutas con masa fresca promedio de 2 kg, forma oblonga y pulpa de color amarillo.
- 'INIVIT fb – 2000 enana': origen cubano, frutas con masa fresca promedio de 0,5 kg a 2 kg, forma oblonga y pulpa de color rojo.
- 'HG x MA': obtenida a partir del cruzamiento de 'Maradol Amarilla' y 'Hortus Gold', fruta con masa fresca promedio de 2,7 kg, forma elongada y pulpa de color amarillo y sabor muy dulce.
- 'HG x MR': obtenida a partir del cruzamiento de 'Maradol Roja' y 'Hortus Gold', fruta con masa fresca promedio de 1,8 kg, forma elongada y pulpa de color rojo salmón.
- 'Gigante Matancera': selección local obtenida en la provincia de Matanzas, fruta con masa fresca promedio de 2,9 kg, de forma elongada y pulpa de color naranja.
- 'Tainung-01': es un híbrido introducido de Taiwán, fruta con masa fresca promedio de 1,7 kg, forma de pera y pulpa de color naranja.
- 'Scarlett Princess': cultivar introducido de Taiwán, fruta con masa fresca promedio de 2,1 kg, forma elongada y pulpa de color rojo.
- 'Red Lady': cultivar introducido de Taiwán, fruta con masa fresca promedio de 2,2 kg, forma elongada y pulpa de color rojo. Resistente a la transportación.



- 'Baxhinio de Santa Amalia' (BSA): mutación natural del cv. 'Sunrise', originada en Brasil, de porte bajo, fruta con masa fresca promedio de 0,5 kg, forma de pera y pulpa de color rojo-naranja.
- 'Nica III': variedad seleccionada en Cuba de una progenie de semillas de una fruta procedente de Nicaragua, es una planta de porte alto, de precocidad media, con peso medio del fruto entre 2,1 kg – 2,5 kg, de pulpa amarilla y cavidad redonda. Susceptible al virus de la Mancha anular y al Bunchy Top o Cogollo arrepollado. Se recomienda, por el tamaño del fruto, para el procesamiento industrial y la extracción de látex.

En el contexto actual, en Cuba el principal cultivar que se propaga es 'Maradol Roja', seguido de 'Gigante Matancera'.



REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS

## **5. REQUERIMIENTOS EDAFOCLIMÁTICOS**

Las condiciones climáticas permiten cultivar papayo en la franja comprendida entre los trópicos y sub trópicos. Crece en climas húmedos y medianamente secos. Cuba presenta un clima ideal para este frutal, aunque no en todas las provincias del país se tienen las mejores condiciones edafoclimáticas para su cultivo; las mayores diferencias que pueden afectarlos se corresponden con los tipos de suelos.

### **5.1. SUELO**

El papayo puede crecer en una amplia variedad de tipos de suelo, aunque se desarrolla mejor en suelos profundos de buen drenaje interno, libre de nematodos y con un contenido de materia orgánica superior al 2 %; no se desarrolla bien en suelos de mal drenaje. Los mejores suelos son los francos arenosos, con un contenido medio de 4 % a 5 % de materia orgánica, profundos y obviamente con un buen drenaje tanto superficial como interno.

Los suelos compactados dificultan el crecimiento de la planta, ya que reducen el volumen del sistema radical, problema que se agrava cuando hay déficit de humedad en el suelo. El pH óptimo se encuentra entre 5,0–7,5.

### **5.2. TEMPERATURAS**

El crecimiento del papayo requiere temperaturas óptimas entre 23 °C y 26 °C durante el día, sin temperaturas bajas durante la noche ni durante el invierno. Las temperaturas deben oscilar entre 17 °C como mínimo y 38 °C como valor máximo.

### **5.3. PRECIPITACIONES**

El cultivo demanda áreas con una pluviometría media de mil 800 mm, bien distribuidas durante todo el año, de lo contrario se requiere restablecer el déficit de humedad mediante el riego.

### **5.4. HUMEDAD RELATIVA**

La humedad relativa óptima para el cultivo del papayo es de 75 % – 80 %; si es muy baja, la transpiración es muy alta y tienden a aumentar las necesidades hídricas. Las condiciones de ex-

cesiva humedad entre un rango del 90 % al 95 %, ocasionan alta incidencia de patógenos fungosos.

### 5.5. RADIACIÓN Y LUZ SOLAR

El papayo necesita muchas horas luz, debido a su gran actividad fotosintética. El desarrollo de plantaciones comerciales con restricciones de luz, provoca plantas etioladas (alargadas) y amarillas, sintomatología que identifica la falta de nutrientes. En condiciones de sombra, el crecimiento se reduce, con menor área foliar y densidad estomática e incrementos en la longitud de entrenudos y peciolo.

### 5.6. VIENTO

La planta soporta velocidades del viento de baja intensidad, debido a las características morfológicas de un tallo flexible, largos peciolo y pedúnculos de las hojas y de las flores, respectivamente. Además, disminuye la vulnerabilidad de los frutos en crecimiento a la abscisión y que se tornen resacos.

### 5.7. ALTITUD

El papayo se adapta a altitudes que van desde 0 m s. n. m. hasta 800 m s. n. m. Por encima de los 1 000 m s. n. m. presenta un desarrollo lento, baja producción y los frutos son insípidos.



## 6. FISIOLÓGÍA DEL DESARROLLO

El ciclo de desarrollo fenológico anual del papayo comprende dos etapas, la vegetativa y la reproductiva. La vegetativa oscila entre tres y cuatro meses, de acuerdo con el cultivar. Posteriormente alcanza el período de madurez e inicia la reproductiva que comprende el período de tiempo durante el cual se forman y desarrollan las flores y los frutos. La aparición de los primeros botones florales ocurre entre los tres y cuatro meses después del trasplante, aunque puede comenzar a partir del segundo mes.

El cultivar 'Maradol Roja' inicia la floración entre los tres y cuatro meses posteriores al trasplante a campo, con alturas de floración menores a 80 cm de la longitud del tallo. La reducción de la altura a la que emerge la primera inflorescencia es de gran importancia económica, porque permite una mayor longevidad de la cosecha. Esto, unido a una fructificación precoz y vigorosidad de la planta.

En algunos cultivares las plantas con flores masculinas o estaminadas en su etapa inicial se identifican por su mayor porte en altura y vigor y por lo general florecen antes que las restantes plantas. En el cultivar 'Maradol Roja' se ha observado que las plantas con flores masculinas (raras veces aparecen) muestran este tipo de flor entre 6 y 7 días antes que las flores femeninas, las cuales aparecen 2 o 3 días antes que florezcan las flores hermafroditas.

La polinización es el paso previo a la fecundación y posterior cuajado del fruto y consiste en la llegada del polen funcional sobre los estigmas en el momento oportuno. En el papayo silvestre la polinización es entomófila (abejas) y anemófila (viento), es decir, es abierta.

Son muchas las especies (más de 17) de insectos polinizadores atraídos por la flor, entre ellos, *Apis mellifera*, *Trigona fulviventris* spp. y *Xylocopa* spp., pero las abejas melíferas son las más efectivas y recomendadas. Estos son los insectos más activos alrededor de las flores y los más eficientes transfiriendo el polen requerido para la obtención de un fruto de máxima calidad (más dulce y compacto).



La polinización en el papayo puede ser controlada por el hombre. Se ha comprobado que los estigmas son receptivos hasta tres días después de abrirse la flor, se conoce porque éstos adquieren una notable brillantez y por la aparición de una sustancia mucilaginosa en la superficie estigmática activa.

El polen puede estar activo hasta cinco días, pero en la época húmeda éste se hidrata tornándose más pesado, rompiendo la presión osmótica de las envolturas del grano de polen, aún antes de desprenderse de las polinias, en las anteras. Bajo estas condiciones, también, baja concentración de la solución azucarada en los estigmas impidiendo la germinación del polen en ellos.

El polen es posible almacenarlo hasta seis meses a temperaturas de 11 °C y humedad de un 10 %. Todas las flores muestran el pico de la antesis al final de la tarde o al iniciar la noche.

Los estudios de polinización han mostrado que:

1. Las flores pistiladas que se polinizan por flores estaminadas producen números iguales de plantas masculinas y femeninas.
2. Las flores pistiladas que se polinizan con polen procedente de flores hermafroditas producen números iguales de plantas femeninas y hermafroditas.
3. Las flores hermafroditas producen una proporción de una planta femenina por cada dos hermafroditas, independientemente de que se autofecunden o se fecunden con polen procedente de otras flores hermafroditas.
4. Las flores hermafroditas polinizadas por flores estaminadas producen igual número de plantas masculinas, femeninas y hermafroditas.

Es evidente que la segunda y tercera combinación producirán el mayor número de plantas productivas. Por consiguiente, el productor debe considerar, como primer paso para establecer la plantación, el empleo de semillas que provengan de la combinación adecuada de los tipos de flores.

Como las plantas masculinas no producen frutos y los frutos procedentes de plantas hermafroditas son preferidos en los mercados, es muy importante, para los productores de papaya, emplear semillas que den el mayor número de plantas productoras de frutos del tipo deseado. Esto no se logra seleccionando

y extrayendo las semillas de plantas productivas que hayan sido polinizadas libremente, ya que no se pueden predecir, con suficiente certeza, las características de la progenie que se origine.

Los frutos del papayo presentan, en algunos casos, **diversas anomalías**, que se suceden con mayor o menor frecuencia, entre las que se detallan:

**Carpeloidía:** consiste fundamentalmente en la transformación de los estambres de una flor hermafrodita en carpelos, dando lugar posteriormente a frutos deformados conocidos como "cara de gato". Este fenómeno está directamente relacionado con factores genéticos, los cuales son afectados por factores ambientales, principalmente bajas temperaturas, régimen hídrico y nutrición. Esta anomalía puede ser eliminada mediante un proceso de selección y autopolinización de las plantas que presentan una mínima manifestación de estos fenómenos. No obstante, este fenómeno puede reaparecer cuando las plantas se siembran en localidades con condiciones ambientales distintas al lugar donde fueron seleccionadas. La pentandria es un tipo de carpeloidía que ocurre cuando se insertan cinco estambres de filamentos largos en las paredes del ovario, produciendo surcos que persisten en el fruto maduro, caracterizado por ser redondeado y/o globular y profundamente lobulado.

**Partenocarpia:** se define como la formación de frutos sin semillas, producidos sin polinización ni estimulación de ninguna naturaleza. En papayo, la partenocarpia puede ser parcial (pocas semillas) o total (ninguna semilla) y en este caso, los frutos sin semillas son de menor tamaño y de mala calidad.

**Ovocarpismo:** es la formación de pequeños frutos en el interior del propio fruto. A veces cada uno de estos frutos contienen semillas y estigma, pero normalmente estos estigmas son imperfectos y sin semillas.

Una vez iniciada la floración, esta continúa en cada nudo del tallo de la planta conforme crece durante el resto de su ciclo de vida. Debido a la producción continua de esta especie frutal, una planta de papayo traslapa sus estadios de floración, desarrollo del fruto y maduración (Figura 6).

Generalmente los frutos del papayo están listos para ser cosechados a los nueve meses de realizada la plantación, siete meses de trasplantadas ó tres meses después de la antesis. Los



Fig.6. Solapamiento de los estadios de floración, desarrollo y maduración del fruto en la planta del papayo.

periodos varían en dependencia del cultivar, la localización de la plantación y las prácticas culturales empleadas.

La familia Caricaceae tiene un elemento que la distingue, el látex. El látex se encuentra en toda la planta, almacenado en una red de conductos llamados laticíferos, donde se destacan las enzimas proteolíticas papaína y quimo papaína, donde su acción en el metabolismo del papayo es multifuncional y pueden existir otras intervenciones de estas en el metabolismo interno durante los estadios fenológicos del cultivo. En la fase inicial del crecimiento de los frutos del papayo infectados por el virus de la mancha anular ocurre un incremento de las enzimas proteolíticas, las cuales pueden estar relacionadas con los mecanismos de defensa de la planta. Durante la maduración de los frutos disminuye la actividad de las enzimas proteolíticas, mientras otras enzimas aumentan su actividad hidrolizando carbohidratos y pectinas.

Las plantas pueden estar sometidas a diferentes tipos de estrés abiótico, entre los más destacados se encuentran la sequía, anegamiento, salinidad, altas y bajas temperaturas, entre otros.

Las plantas jóvenes de papayo toleran ligeras condiciones de sequía al inicio del establecimiento de la plantación, pero cuando se inicia la floración, con solo una semana de sequía se produce la abscisión (caída) de flores. Las plantas adultas tole-

ran mejor la sequía, pero no producen frutos en abundancia y estos son de mala calidad. La absorción y translocación de nutrientes disminuye y se presentan deficiencias nutricionales, especialmente de boro.

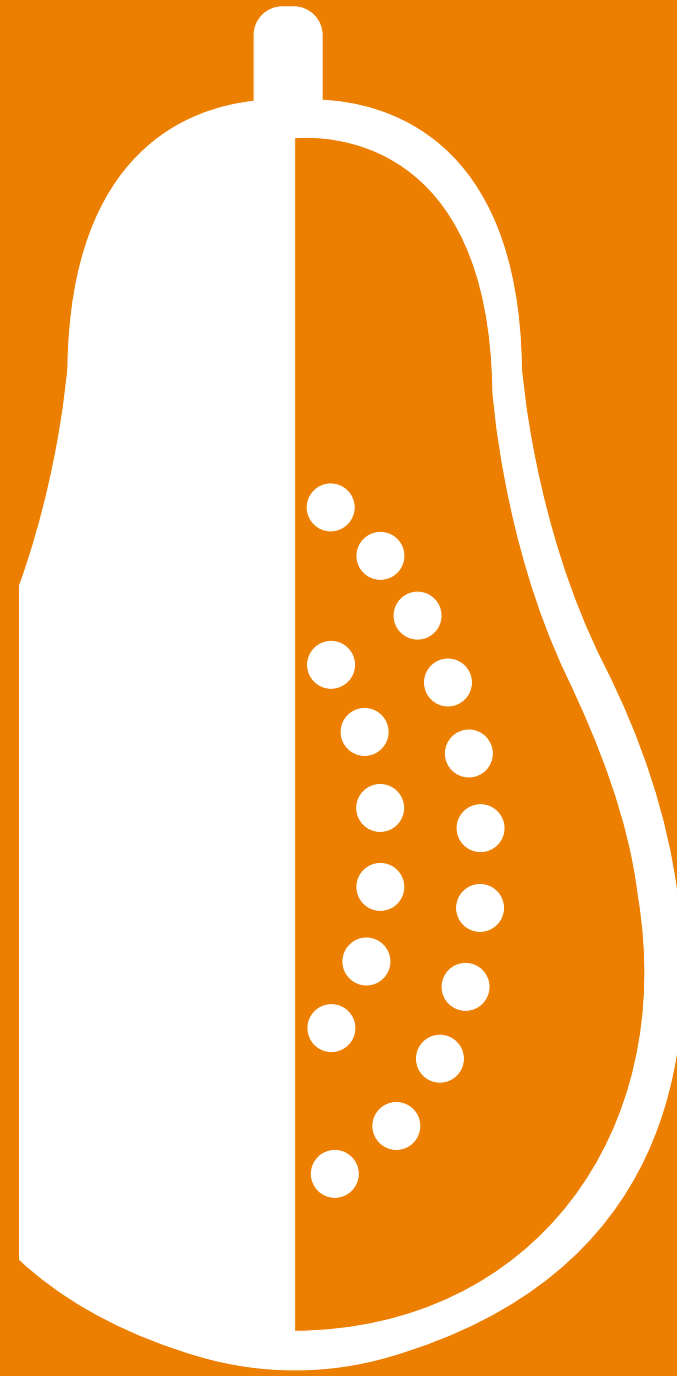
La planta de papayo es sensible a la baja disponibilidad de oxígeno en el suelo, normalmente causada por inundación; por lo tanto, un suelo bien drenado es esencial para obtener buenos rendimientos. Deben evitarse encharcamientos por un tiempo mayor de 48 horas que podrían causar daños a las raíces y hasta la muerte de las plantas.

El papayo es moderadamente tolerante a la salinidad. La salinidad se considera como un estrés abiótico de importancia, que afecta la producción y la calidad de las cosechas de los cultivos.

Con respecto al crecimiento de la planta, se ha reportado que la temperatura nocturna es más crítica que la diurna. Las mejores condiciones para el incremento de la masa seca, ocurren durante fotoperíodos de ocho horas. Las pérdidas provocadas por la esterilidad femenina se inducen a temperaturas mayores de 35 °C o menores de 17 °C. Además, disminuyen el rango de fotosíntesis neta, la conductancia estomática y la asimilación de CO<sub>2</sub>.

En algunos períodos del año, el fruto tiende a presentar daños fisiológicos durante el estadio del desarrollo de la maduración como son un endurecimiento de la pulpa, aun cuando el fruto desarrolla el color característico externo de la maduración y se encuentra unido a la planta. Esta manifestación influye negativamente en los indicadores de calidad requeridos para su consumo. Al parecer, este daño está asociado a la ocurrencia de variaciones climáticas, pero aún no se han podido determinar cuáles son las variables meteorológicas que lo provocan. Además, el fruto también es vulnerable a mostrar manchas en la corteza.

Una vez iniciada la cosecha, la vida útil de la plantación puede extenderse aproximadamente por unos 10 – 12 meses más, momento a partir del cual deja de ser rentable, debido a la disminución de la producción y a la dificultad del manejo de la plantación por la altura de las plantas.



**PROPAGACIÓN**

## **7. PROPAGACIÓN**

La eficiencia de los cultivos, en cuanto a rendimiento y rentabilidad, está estrechamente relacionada con la calidad de las semillas empleadas en la propagación. En el cultivo del papayo, la forma de propagación para la obtención de las plantas (posturas), es un elemento fundamental para lograr buenos resultados. La propagación del papayo puede realizarse de forma asexual o sexual.

### **7.1. PROPAGACIÓN ASEXUAL O VEGETATIVA**

La propagación vegetativa en el papayo es una forma de multiplicar las plantas manteniendo las características de la planta madre. Puede realizarse mediante estacas, injertos o por métodos biotecnológicos. Generalmente, esta forma de multiplicación no es usual a escala comercial debido a su laboriosidad, los recursos requeridos para su ejecución y su elevado costo.

### **7.2. PROPAGACIÓN POR MÉTODOS BIOTECNOLÓGICOS**

Se han desarrollado diferentes métodos de propagación a través del cultivo de tejidos, tanto por organogénesis como por embriogénesis somática. Sin embargo, por ser más costosos con respecto a la vía de propagación por semillas, su empleo está limitado para reproducir genotipos élites o híbridos que lo justifiquen.

### **7.3. PROPAGACIÓN SEXUAL POR SEMILLAS**

La propagación por semillas es la forma más económica y fácil de propagar el papayo, por lo que es el método comercial más empleado por los productores, debido a su eficiencia y eficacia. La calidad de las semillas (semillas certificadas) que originan las plántulas constituye el paso inicial y esencial para lograr los resultados de la plantación tanto en productividad como en calidad de las frutas.

#### **7.3.1. Producción de semillas**

En la producción de semillas con alta calidad genética se deben tomar en cuenta los aspectos siguientes:

- Las diferentes formas florales que puede presentar una planta de papayo.





- El sexo de la planta resultante a partir de los cruzamientos de los distintos tipos de flores.
- El fenómeno de la carpeloidía.
- La esterilidad femenina.
- La precocidad y altura de la floración y fructificación.
- La forma y características del fruto.

Para la producción de semillas se debe considerar como punto de partida, la selección de plantas hermafroditas, que presenten flores hermafroditas perfectas (tipo elongata) y que no presenten una cantidad de flores hermafroditas estériles y de frutos carpeloides en rangos superiores al 10 %. También, deberán presentar las características del cultivar y tener una alta productividad y frutos con buenas características de sabor, firmeza y ausencia de pudriciones externas.

Los frutos que se toman para extraer las semillas son aquellos que se originan de las flores perfectas, los cuales se distinguen por ser alargados y de forma cilíndrica. Además, se debe tener en cuenta que el cierre basal de los frutos no sea mayor de 0,5 cm y que no presenten daños por enfermedades que afecten la calidad de las semillas.

#### 7.4. REQUERIMIENTOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DEL VIVERO

El vivero debe establecerse lejos de plantaciones viejas de papayo (1 km mínimo), evitando colindancia con áreas sembradas de cucurbitáceas y leguminosas, hospederas de insectos vectores de enfermedades que afectan al cultivo.

Para su establecimiento se deberá tomar en cuenta:

- El suelo debe tener un pH entre 6,5 y 7,5, con alto porcentaje de materia orgánica, libre de nematodos y hongos patógenos del suelo, especialmente de *Phytophthora* (*Phytophthora palmivora*).
- La calidad del agua para el abasto del riego y las aspersiones foliares no deberá superar las 200 ppm de sales totales, así como no deberá proceder de estanques biológicamente activos.
- Debe contar con barreras naturales y cercado perimetral con malla antiáfidos para la protección contra el viento y los insectos vectores de virus y bacterias causantes de enfermedades.

Se utilizan dos tipos de envases para la producción de plántulas de papayo. Las bandejas y las bolsas.

Ventajas del uso de las bandejas:

- Ahorro de insumos, fundamentalmente de semillas y sustrato.
- Mejor contabilización de la cantidad de plántulas.
- Formación óptima del sistema de raíces de las plántulas.
- Se requiere de menor área para el vivero.
- Reducción de los costos de manipulación y transportación.

Las bandejas pueden tener diferentes números de cavidades (alvéolos), aunque hay que tomar en cuenta que la profundidad mínima de éstas, en todos los casos, será de 10 cm. También en la producción de plántulas se pueden emplear vasos plásticos y/o biodegradables que deben tener una profundidad mayor de 15 cm.

Las bolsas más recomendadas son de polietileno, de color oscuro, preferiblemente negro, con dimensiones entre 15 cm y 20 cm de largo y entre 10 cm y 12,5 cm de ancho y 50 micras de espesor, con dos hileras de perforaciones en la parte inferior para drenaje, capaces de contener aproximadamente 1 kilogramo de sustrato.

#### 7.5. PREPARACIÓN Y DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO

**Preparación del sustrato para las bolsas:** se elabora con una mayor proporción de suelo (entre 40 % y 50 %), un 25 % – 30 % de zeolita con granulometría de 1 mm a 3 mm y el restante 20 % – 25 % de humus de lombriz.

El suelo, para la elaboración del sustrato, debe cernirse para lograr uniformidad y facilitar el buen desarrollo de las plántulas (Figura 7). Además, debe reunir un grupo de características importantes como son:

- Textura areno arcillosa; de no poseer esta característica se podrá añadir arena o zeolita.
- Alto porcentaje de materia orgánica o, en su defecto, se deben adicionar fuentes muy bien descompuestas y no contaminadas.
- El pH entre 6,5 – 7,5.
- Debe estar libre de plagas y enfermedades. En tal sentido se tomarán las medidas de control correspondientes.



Fig.7. Preparación de suelo con pases de grada de discos para la siembra de las plantas del papayo.

**Preparación del sustrato para las bandejas**, se utilizará un sustrato compuesto por una mezcla de carboncillo de arroz y humus de lombriz o compost vegetal, en proporción de 50 % – 60 % y 40 % – 50 % respectivamente.

Con el objetivo de eliminar los patógenos del suelo que puedan afectar el desarrollo de las plántulas se pueden utilizar diferentes formas de desinfección, con fungicidas y productos biológicos como *Trichoderma harzianum*.

### 7.6. LLENADO DE ENVASES (BOLSAS O BANDEJAS) Y FORMACIÓN DE CANTEROS

Las bolsas, se deberán llenar con sustrato hasta el borde. Este debe desinfectarse previamente para facilitar la siembra y evitar que los bordes sobrantes se doblen hacia adentro de la bolsa y provoquen interferencias con el riego y las aspersiones foliares. En las bandejas se debe evitar la compactación del sustrato y tomar todas las medidas para que mantenga una adecuada humedad que facilite la germinación de las semillas.

Los canteros donde se colocarán las bolsas deben tener entre 0,80 m y 1,20 m de ancho, dejando un espacio de 0,60 m entre los mismos. El largo estará en dependencia del tamaño del vivero y del sistema de riego. Con el empleo de las bolsas con las dimensiones recomendadas se debe lograr una densidad de 144 bolsas/m<sup>2</sup>.

### 7.7. SIEMBRA DE LAS SEMILLAS

Las necesidades de semillas se pueden calcular teniendo en cuenta el cultivar a utilizar, las densidades de siembra más empleadas, la cantidad de plantas requeridas por plantón o punto de siembra y el porcentaje de germinación.

Para el cultivar 'Maradol Roja' un kilogramo de semilla, con calibre de 4,0 mm, contiene aproximadamente 44 mil semillas. Si se considera que presenten un 70 % de germinación deberían lograrse 30 mil 800 plantas. Estimando pérdidas de un 10 % por diversos factores, es posible obtener 27 mil 720 plantas de papayo listas para su trasplante en el campo por cada kilogramo de semilla utilizado. La cantidad de hectáreas a plantar estará en dependencia de la densidad de población y de la cantidad de plantas que se coloca por posición para la realización del sexado en la plantación. En el caso de otros cultivares será necesario conocer el número de semillas por kilogramo, el calibre y el porcentaje de germinación de las mismas.

Las semillas se deben remojar en agua antes de sembrarse, durante un período entre 36 y 48 horas, pudiendo llegar a 72 horas, dependiendo de la temperatura. Se realizarán cambios de agua cada 8 a 12 horas. Transcurridas 36 horas las semillas que floten se pasarán a otro recipiente y, si en 24 horas no precipitan, se eliminarán. Se sugiere utilizar alguno de los fungicidas (Mancozeb a razón de 2 gramos por litro de agua) recomendados para tratamiento húmedo de semillas en el último cambio de agua.

La germinación de las semillas de papayo regularmente es lenta y no uniforme, ello trae consigo un desarrollo heterogéneo de las plantas de vivero y, por consiguiente, dificultades para el viverista en la atención de las mismas. Se recomienda sumergir las semillas en:

- Soluciones acuosas que contienen ácido giberélico (GA<sub>3</sub>), previo a la sumersión se les elimina la sarcotesta; las dosis más empleadas están entre 50 ppm y 1 000 ppm.
- Solución que además de contener ácido giberélico posea nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>) a razón de 100 g por litro de agua, durante 15 minutos. Se recomienda el uso de KNO<sub>3</sub> remojando previamente las semillas durante 30 minutos en esta solución y sembrando inmediatamente. El KNO<sub>3</sub> puede ser el que se utiliza comúnmente en hidroponía.



- Análogos sintéticos de brasinoesteroides naturales, sintetizados en Cuba a la concentración de 0,1 ppm y 1 ppm, con 24 horas de sumersión.

Una práctica recomendada para ahorrar tiempo, es lograr un mejor aprovechamiento de las semillas y de las plantas más homogéneas en los viveros, es la pregerminación previa de las semillas antes de sembrarlas en los envases. El procedimiento es el siguiente:

- Se remojan las semillas en un recipiente con agua limpia de pH neutro, durante un período de 36 a 72 horas, cambiándole el agua cada 8 – 12 horas.
- Después de 48 horas de remojo, las semillas que floten se pasan a otro recipiente para continuar el proceso y, si en las próximas 24 horas no se hunden, se deben eliminar.
- Una vez concluido el proceso de inmersión en agua se escurre la semilla y se aplica un estimulador de la germinación.
- Posteriormente, las semillas se colocan sobre franelas o mantas de tejido absorbente o algodón, las cuales fueron previamente hervidas durante 20 minutos y desinfectadas con fungicida, preferiblemente el mismo utilizado en el último cambio de agua.
- Se depositan las semillas en forma de sandwich (formando capas de no más de 1 centímetro de espesor).
- Se mantiene la humedad adecuada, evitando el exceso de agua y la temperatura en el local donde se realice este proceso entre 35 °C – 40 °C.
- Al término de 4 a 6 días las semillas inician la germinación y se llevan al vivero solo las que han germinado. Se debe mantener la humedad durante el traslado hacia el vivero (utilizando un recipiente con franela humedecida) para evitar la deshidratación. No se debe esperar a que emerja la raíz de la semilla, ya que si se siembra en este estado es muy probable que ésta se rompa o que la plántula emerja torcida.

La profundidad de siembra de la semilla será de 1 cm. A mayor profundidad la germinación se retrasa, mientras que, a menos de 1 cm, sufre afectación por alteración de la humedad y temperatura. Para lograr que los orificios en el sustrato de la bolsa tengan las dimensiones óptimas, es recomendable la construcción de una pieza con tope que permita obtener una profundidad y diámetro uniforme.

## 7.8. ATENCIONES TÉCNICAS A LAS PLÁNTULAS EN EL VIVERO

La etapa de vivero es crucial para el cultivo, ya que las actividades técnicas que se realizan durante la misma influyen directamente en las posteriores capacidades de crecimiento y productividad de las plantas. Las actividades técnicas que se realizan en el vivero son:

- **Arropamiento:** tiene la finalidad de preservar la humedad, mantener una alta temperatura y evitar que las semillas sean desenterradas por el efecto de la lluvia y el riego. El material más adecuado para realizarlo es la paja seca, obtenida a partir de hojas finas para permitir la penetración uniforme del agua; debe estar lo suficientemente lignificada para evitar la descomposición por la constante humedad. También puede emplearse tejido de yute limpio o uno similar. En cualquier caso, el material utilizado debe ser previamente desinfectado. Con el material seleccionado para arropar se debe cubrir el ancho del cantero y observar cuidadosamente la germinación para retirarlo en el momento adecuado, evitando daños a las plántulas.
- **Instalación de semisombra:** se debe emplear en aquellas regiones donde existen épocas del año con incidencia de alta intensidad solar. En el momento en que emergen las hojas cotiledonales, se debe realizar la instalación para preservar las semillas de la incidencia directa de la radiación solar. Luego, la semisombra se mantiene hasta la aparición de las primeras 4 hojas verdaderas, período que coincide entre los 10 y 15 días después de la germinación. El efecto de la semisombra puede lograrse con el empleo de malla sarán (de 50 % de amortiguación), guano, paja, u otro material que ejerza igual efecto; el mismo debe estar suspendido por una estructura de madera rústica u otro material que permita su rápida remoción. En caso de que el vivero se establezca en condiciones de cultivo protegido (casas de cultivo), se pueden usar los dispositivos de estas instalaciones de acuerdo al comportamiento de las plántulas.
- **Riego:** del suministro de agua depende en gran medida el desarrollo de las plantas en el vivero. El sistema de riego a utilizar puede variar de acuerdo con las posibilidades; es importante la homogeneidad de la distribución y tamaño de las gotas. Esto puede lograrse con microaspersores, mangueras con difusores que permitan un rocío fino, también



pueden utilizarse regaderas o bombas de mano. La norma de riego puede variar de acuerdo con el sustrato utilizado, la cual se calcula para cada caso.

El intervalo de riego puede variar desde diario en los primeros días hasta cada tres días para el caso de plantas a punto de trasplante. El tiempo o frecuencia del riego está en función directa del tipo de sustrato utilizado, el tamaño de las plantas y las condiciones ambientales. Las plantas en el vivero se deben mantener con una humedad constante, manteniendo el suelo o sustrato siempre a capacidad de campo. El agua a utilizar debe ser de pozo o de un sistema de agua potable que no esté clorada. Nunca se debe utilizar agua estancada, biológicamente activa, salina ni con altos niveles de cloro (Cl) o sodio (Na). Es recomendable un análisis previo de su calidad o su estandarización.

- **Fertilización:** se debe aplicar un estimulador de enraizamiento, después de la siembra y antes de la germinación a razón de 750 gramos cada 1 000 m<sup>2</sup> de superficie cubierta de bolsas. Para lograr un mejor desarrollo radicular se hará otra aplicación suplementaria a los 15 o 20 días de la germinación a razón 10 gramos por m<sup>2</sup> de superficie cubierta de bolsas, cuando las plántulas tengan de 3–5 hojas verdaderas, así como un fertilizante foliar completo, dependiendo del estado nutricional que muestren las mismas. También se pueden aplicar otras formulaciones como urea desbiuretizada (44–0–0) si las plántulas muestran clorosis (dosis de 0,1 a 0,3 gramos en 50 ml de agua por cada m<sup>2</sup> de cantero) o un fertilizante foliar 20–30–10 para lograr un mayor fortalecimiento (Bayfolan, aplicar con bomba de mano a razón de 0,25 gramos en 50 ml de agua por cada m<sup>2</sup> de cantero).
- **Control fitosanitario:** es necesario establecer un programa preventivo contra hongos y plagas para lograr plantas sanas. Los insecticidas, dosis y frecuencia de aplicación se deben determinar de acuerdo con el tipo de insecto a controlar. Pueden utilizarse productos de contacto o sistémicos evitando la aplicación de insecticidas fosforados y otros que tienen efectos fitotóxicos sobre el papayo. En caso de ser necesario se usarán molusquicidas o se prepararán cebos con este objetivo. También las hormigas cortadoras (*Atta* sp.) pueden causar daños, por lo que se debe mantener vigilancia para detec-

tar su presencia y utilizar los cebos apropiados para cada caso cuando sean necesarios.

Las aplicaciones se podrán realizar con bombas de manos, bombas de motor ó equipos mecanizados siempre que se logre una buena cobertura de las plantas y un tamaño acorde de las gotas. Antes de la extracción de las plantas se realizará una aplicación de Confidor a razón de 2 ml de agua (25 ml de solución por planta).

- **Otras labores:** eliminar manualmente todas las arvenses que broten en los envases, para evitar la competencia con las plántulas y que sean posibles hospederas de plagas. Además, se deben mantener limpios los pasillos y áreas perimetrales del vivero, evitando el desarrollo de hospederos de insectos y hongos. Unido a estas actividades realizar el raleo, se efectúa cuando se siembran semillas sin pregerminar en las bolsas y se inicia cuando las plantas alcancen entre 4 cm a 5 cm de altura, en el primer raleo se dejan tres plantas por bolsa y posteriormente a los 10 días se realiza el segundo raleo para dejar 2 plantas por bolsa. También, efectuar selecciones negativas, eliminando todas las plantas que presenten crecimiento anormal, clorosis, deformaciones y fenotipos no característicos del cultivar plantado.

### 7.9. CICLO DEL VIVERO

Si se realiza un manejo correcto en el vivero, la emergencia de las plántulas puede oscilar entre 10 y 20 días después de la siembra, en función de la temperatura del suelo y pueden alcanzar los 15 cm a 20 cm de altura en un período que puede oscilar entre 30 y 50 días, dependiendo de la temperatura ambiental. Por lo tanto, la fase de vivero en plantas de papayo puede oscilar entre 30 y 60 días. Es muy importante tener en cuenta el desarrollo radicular de las plantas lo que permite determinar el momento óptimo del trasplante. Para ello, las raíces no deben sobrepasar el largo de la bolsa y es preferible el trasplante de plantas pequeñas, puesto que se evitan los daños durante el traslado y la adaptación.

También, hay que observar que las plantas de vivero no se “pasen” o crezcan desproporcionadamente en relación al tamaño del recipiente que las contiene. Las plantas “pasadas” o excesivamente grandes, generalmente son débiles, no toleran bien su traspaso a campo y demoran más en florecer.

### 7.10. TRANSPORTACIÓN DE LAS PLANTAS

Debe evitarse el traslado a grandes distancias. Los vehículos que se utilicen deben estar libres de productos tóxicos, protegidos contra el viento, pero que permitan una ventilación adecuada. Es recomendable realizar la transportación en horas tempranas y frescas.



**ESTABLECIMIENTO Y MANEJO  
DE LA PLANTACIÓN**

## **8. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE LA PLANTACIÓN**

El establecimiento y manejo de la plantación incluye actividades fundamentales que permiten alcanzar resultados satisfactorios en los niveles de producción con calidad, la satisfacción de los requerimientos de los clientes y la eficiencia económica del productor. Estas se relacionan a continuación.

### **8.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO**

El suelo debe ser de textura liviana, con buena retención de humedad, adecuada profundidad, buen drenaje, con pH entre 6,6 a 7,5 y con contenidos de materia orgánica superiores al 2 %.

Es recomendable realizar un análisis físico y químico del suelo con el fin de determinar la factibilidad de su utilización para el cultivo, así como para elaborar un plan de fertilización adecuado.

Para la selección del terreno se debe considerar la cercanía de fuentes de agua de calidad, la colindancia con plantaciones que tengan más de tres meses de plantadas y que no hayan estado sembradas de papayo por al menos 2 años.

Las operaciones de preparación del suelo se deben realizar con suficiente antelación en dependencia de la vegetación existente, eliminando el mayor número de generaciones de las arvenses. Las actividades incluyen:

- Una labor profunda de arado y posteriormente los pases de grada de discos que sean necesarios para dejar el suelo bien mullido (Figura 8).
- Una labor de subsolado (50 cm – 60 cm) en el hilo de siembra, para facilitar el desarrollo de la raíz pivotante.
- Conformación de canteros de 30 cm a 50 cm de altura para realizar la siembra, garantiza para la planta un mejor anclaje y explotación de la humedad y los nutrientes, por otra parte, constituye una medida para evitar las afectaciones por exceso de humedad.



Fig.8. Preparación de suelo con pases de grada de discos para la siembra de las plantas del papayo.

## 8.2. DISEÑO Y DENSIDAD DE LA PLANTACIÓN

El diseño de la plantación debe ser parte de la estrategia para lograr altas producciones y el control integrado de las enfermedades virales (principalmente del PRSV o virus de la mancha anular del papayo). Para ello, se deben planificar poblaciones superiores a las dos mil plantas/hectárea, debido a que, en el transcurso de su ciclo, se realizarán selecciones negativas eliminando las plantas con síntomas de enfermedades virales. En la Tabla 1 se muestran los marcos de plantación más empleados.

Tabla 1. Marcos de plantación más empleados en el cultivo del papayo.

DISTANCIAS (m)	PLANTAS / ha
2,50 x 2,00	2 000
3,00 x 1,50	2222
3,20 x 1,30	2403
2,00 x 2,00	2500
3,60 x 2,00 x 1,50	2 380 (doble hilera)
4,00 x 2,00 x 1,50	2 222 (doble hilera)
4,00 x 1,50 x 1,50	2 424 (doble hilera)
3,50 x 1,50 x 1,50	2 666 (doble hilera)
3,00 x 1,50 x 1,50	2 962 (doble hilera)

El diseño estará en función de:

- La tecnología a emplear para las labores de cultivo y el control de plagas, dependiendo de si es manual o mecanizada.
- Las dimensiones de los equipos e implementos disponibles.
- La disponibilidad de fuerza de trabajo.
- El sistema de riego.
- El tipo de suelo, la topografía y las características del drenaje.

El ordenamiento de las plantas puede hacerse en hileras simples o dobles. En las primeras pueden emplearse los sistemas cuadrados, rectangulares y a tres bolillos. En las hileras dobles se recomienda emplear tres bolillos para limitar la posible interferencia entre las plantas y lograr mayor aireación y exposición a la intensidad luminosa.

Siempre que sea posible, las calles se orientarán de norte a sur para un óptimo aprovechamiento de la luz solar.

Una vez definido el diseño a utilizar, se marcará el terreno con un equipo apropiado en un sentido y las distancias entre plantas se señalarán adecuadamente.

## 8.3. ÉPOCA DE PLANTACIÓN

El papayo se puede plantar durante todo el año si se dispone de riego para corregir el déficit de humedad que pueda presentarse durante el crecimiento y desarrollo de las plantas. Sin embargo, se deben tomar en consideración los aspectos siguientes:

- Establecimiento de la plantación en la época de menores poblaciones de los insectos vectores de las enfermedades causadas por virus y bacterias, y con ello, la disminución de la transmisión e incidencia de las mismas.
- Realización de la siembra de plantas en el momento adecuado para que el inicio de la floración no coincida con las altas temperaturas del verano, ya que estas favorecen el incremento de la producción de flores hermafroditas estériles.

## 8.4. TRASPLANTE A CAMPO

Cuando se realice el trasplante a campo, el suelo debe tener buena humedad (factor crítico para el éxito del trasplante), por lo que es oportuno realizar un riego antes de esta labor (Figura 9).



Fig.9. Plantación de papayo recién trasplantada.

Una vez realizada la operación, la base del tallo, o sea el cuello de la planta, debe situarse a nivel del suelo con el fin de evitar pudriciones y el marchitamiento de la planta joven. En cada plantón, para incrementar el porcentaje de plantas hermafroditas en la plantación, es necesario sembrar dos o tres plantas, las cuales se deberán colocar a no menos de 30 cm entre sí, para evitar competencia entre ellas y asegurar que en momento del sexado (raleo), todos los individuos hayan estado en igualdad de condiciones para el crecimiento y la floración. Si se siembran todas las plantas juntas o en un solo hoyo, se promueve la pérdida de la raíz pivotante, la competencia entre las plantas y el volcamiento de las mismas.

### 8.5. SEXADO

Esta labor se ejecuta cuando las plantas inician la floración y tiene como objetivo seleccionar las plantas hermafroditas y eliminar las hembras, machos y plantas fuera de tipo e improductivas, así como el exceso de plantas trasplantadas que puedan quedar en la posición. Es conveniente que la plantación presente el mayor número de plantas hermafroditas, ya que los frutos procedentes de estos árboles, al ser alargados y cilíndricos tienen una mayor aceptación en el mercado, son más resistentes a la manipulación y el transporte y se logra un ahorro en envases y transporte al ocupar un menor espacio por unidad de volumen.

En plantas del cultivar 'Maradol Roja' obtenidas a partir de semillas certificadas, la proporción de plantas hermafroditas y fe-

meninas logradas después del sexado se muestra en la Tabla 2. Esta práctica se ha generalizado fundamentalmente en aquellas plantaciones destinadas a la exportación de frutas y la producción de semillas.

Tabla 2. Relación de plantas hermafroditas y femeninas obtenidas después del sexado cv. 'Maradol Roja'.

PLANTAS POR POSICIÓN	HERMAFRODITAS	FEMENINAS
1	66	34
2	85	15
3	92	8
4	98	2

### 8.6. DESHIJE O DESCHUPONADO

Al inicio de la floración, la planta de papayo puede emitir vástagos desde la base del tallo y más frecuentemente desde las axilas de las hojas. Estos brotes pueden alcanzar gran desarrollo, lo que trae como consecuencia el debilitamiento del árbol. Por ello se recomienda realizar las labores de poda, deshije o deschuponado sobre el tallo principal del papayo, desde los inicios de la plantación. Mientras más temprano se eliminen estos vástagos, menor será el daño que se ocasione a la planta.

### 8.7. ESTABLECIMIENTO DE BARRERAS VIVAS

Una medida práctica para la protección de la plantación es realizar la siembra de barreras de gramíneas perennes, y de porte alto (caña de azúcar, napier, maíz u otras) que limiten el acceso de los áfidos. Se deben establecer cuatro surcos a distancias de 1 metro antes de la siembra de la plantación de papayo. Las barreras se deben podar surco a surco cada 45 días para mantener el escalonamiento y se deben aplicar insecticidas sistémicos periódicamente. El diseño y la especie a utilizar como barrera viva estarán, entre otros factores, en función del nivel de infestación que exista en la zona donde se establezca la plantación (Figura 10).

Es importante que la especie utilizada como barrera viva mantenga una altura no menor de 2 metros durante todo su ciclo de vida. Esto se debe a que el objetivo de las barreras es





Fig.10. Plantación de papayo con barreras vivas de maíz (*Zea mays* L.).

crear un obstáculo al paso de los vectores a las plantaciones de papayo, de forma tal que se minimice la transmisión de las enfermedades virales y bacterianas.

También es necesaria la siembra de plantas de maíz al inicio de los surcos, las cuales funcionan como plantas trampas. Las mismas deben revisarse sistemáticamente y se deben asperjar con los insecticidas correspondientes, siempre que tengan insectos vectores. Las plantas de maíz serán remplazadas y eliminadas antes de que se sequen.

Se ha comprobado que, con la aplicación de estas medidas que forman parte del control integrado de la plantación, se han logrado reducir significativamente los efectos negativos de los virus en este cultivo.

### 8.8. CONTROL DE ARVENSES

El control de arvenses se puede realizar de las siguientes formas:

- **Manual:** con azadón, machete o moto-guadaña (Figura 11 A y Figura 11 B).
- **Mecanizado:** con tractor, utilizando grada ligera, tiller y/o azadón rotativo.
- **Químico:** aplicando herbicidas como son: Glifosato (a razón de 1,25 a 2,5 litros por 100 litros de agua) y Paraquat (a razón de 1,5 a 2 litros por hectárea). Las dosis pueden variar en dependencia del tamaño y la especie de maleza, evitando que no entren en contacto con las plantas de papayo, ya que las pueden afectar (Figura 11 C).



Fig.11. Control de plantas arvenses con azadón (A) machete (B) y herbicida (C) en plantación del papayo.

### 8.9. NUTRICIÓN

Los principales macroelementos que demanda el cultivo del papayo son el potasio (K) y el nitrógeno (N), y en segundo orden de importancia se encuentran el calcio (Ca), el fósforo (P), el azufre (S) y el magnesio (Mg). En cuanto a microelementos, los principales son el hierro (Fe), el manganeso (Mn), el zinc (Zn) y el boro (B). Como ejemplo de lo anterior se presentan en la Tabla 3 los valores medios encontrados para un rendimiento medio de 50 mil kilogramos por hectárea de papayas.

Tabla 3. Valores medios de extracción de nutrientes encontrados para un rendimiento medio de 50 mil kilogramos por hectárea de papayas.

ELEMENTO	kg/t DE FRUTAS	kg/ ha AÑO
N	1,77 – 1,70	86,55 – 85,16
P	0,25 – 0,20	12,60 – 9,99
K	2,12 – 1,23	103,40 – 61,30
Ca	0,35 – 0,23	17,07 – 11,55
Mg	0,22 – 0,18	11,05 – 9,61
S	0,20 – 0,14	9,99 – 7,25
B	0,989 – 0,90	48,32 – 45,00
Cu	0,330 – 0,30	16,11 – 15,00
Fe	3,364 – 2,60	164,28 – 130,00
Mn	1,847 – 0,90	90,19 – 45,00
Mo	0,008 – 0,0045	0,38 – 0,225
Zn	1,385 – 1,00	87,85 – 50,00



Las etapas del esquema de fertilización se definen por las actividades y funciones que realizan las plantas en la medida que crecen y se desarrollan, y son las siguientes:

- **Etapa I.** Desde el trasplante hasta los 90 días. La relación de los nutrientes para la etapa es 1,1–1–1,4. Aplicar los microelementos necesarios para las funciones posteriores.
- **Etapa II.** Abarca desde el inicio de la formación y desarrollo de los frutos hasta el inicio de la cosecha. La relación de los nutrientes para la etapa es 2–1,4–1. Los aportes de Fe, Cu, Mn y Mo que se realizan en esta etapa generalmente son suficientes para el resto del ciclo. Se debe monitorear el contenido de los mismos para realizar las correcciones necesarias oportunamente.
- **Etapa III.** Transcurre en el período máximo de producción, donde ocurre la demanda máxima de nutrientes al mismo tiempo que se produce la liberación de elementos por la cosecha y el saneamiento de la plantación. La relación de los nutrientes para la etapa es 1,5–1–1,8.
- **Etapa IV.** La duración de esta etapa depende en gran medida de la tecnología utilizada, se mantienen las exigencias similares a la etapa anterior si los estados vegetativos y fitosanitarios son satisfactorios. En este período, las plantas han alcanzado un gran porte, por lo que es necesario aplicar cantidades suficientes de nutrientes para mantener todas sus funciones y reponer los elementos liberados. Se deben suministrar aquellos elementos indispensables para garantizar la calidad del fruto y la resistencia de la planta. La relación de los nutrientes para la etapa es 1,5–1–2.
- **Etapa V.** Es una etapa que depende de un cuidadoso análisis tanto económico como fitosanitario. En condiciones particulares se logra obtener una producción apreciable y con buena calidad. El aporte de nutrientes debe realizarse de acuerdo al análisis foliar y de suelo, ya que en este período las reservas del suelo y la planta se encuentran en límites muy bajos. La relación de los nutrientes para la etapa es 1,4–1–2,9.

Las cantidades medias de los nutrientes fundamentales a aportar, nitrógeno, fósforo y potasio, para cada etapa del cultivo de la papaya, con una población de 1 818 plantas/ha y un rendimiento esperado de 200 t/ha se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Cantidades medias de elementos fundamentales a aportar para cada etapa del cultivo del papayo.

ETAPAS (días)	g/planta			kg/planta		
	N	P	K	N	P	K
I (0 – 90)	45	32	23	90	64	46
II (91 – 210)	96	84	120	192	168	240
III (211 – 365)	233	155	279	466	310	558
IV (181 – 540)	263	175	350	526	350	700
V (541 – 720)	175	123	350	350	246	700
<b>TOTAL</b>	<b>812</b>	<b>569</b>	<b>122</b>	<b>1 622</b>	<b>1 138</b>	<b>2 244</b>

También se pueden utilizar, para calcular las cantidades de fertilizantes y abonos orgánicos a aportar, la evaluación de las características del suelo, el rendimiento potencial y la extracción media de los macroelementos extraídos, N– P– K, por tonelada de frutos producidos.

Los excesos y/o deficiencias de nutrientes en las plantas de papayo se expresan mediante síntomas visuales. Estos se manifiestan generalmente por deformaciones en hojas y frutos, reducción de los órganos vegetativos, clorosis y tejidos necrosados. En la Tabla 5 se muestran los síntomas de deficiencias y excesos de nutrientes más comunes en las plantas de papayo.

**Tabla 5.** Síntomas de deficiencias y excesos de los elementos fundamentales en el cultivo del papayo.

ELEMENTO	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA	SÍNTOMAS DE EXCESO
Nitrógeno (N)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de color verde intenso a amarillo pálido, comenzando por las hojas viejas.</li> <li>• Los frutos maduran más rápidamente.</li> <li>• Disminución del rendimiento.</li> <li>• Hojas de menos tamaño, con debilitamiento, amarillamiento, necrosis y desprendimiento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excesivo crecimiento vegetativo.</li> <li>• Retraso en la maduración.</li> <li>• Frutos grandes, blandos y con bajo ° Brix.</li> <li>• Mayor sensibilidad a las enfermedades.</li> </ul>



Tabla 5. (continuación)

ELEMENTO	SÍNTOMAS DE DEFICIENCIA	SÍNTOMAS DE EXCESO
Fósforo (P)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas viejas con moteado amarillo a lo largo de los bordes que se vuelven necróticos, las puntas y bordes se enrollan hacia arriba.</li> <li>Reducción marcada del crecimiento de las plantas.</li> <li>Pobre floración y fructificación.</li> <li>Retraso en la maduración.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Precocidad en la maduración de los frutos.</li> </ul>
Potasio (K)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas viejas de color amarillo verdoso, con márgenes quemados y apariencia áspera.</li> <li>Los frutos y semillas reducen su tamaño, se deforman y son de mala calidad.</li> <li>Las plantas tienen baja resistencia a las enfermedades.</li> <li>Frutos con corteza decolorada, epidermis menos gruesa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Frutos con pulpa muy dura.</li> </ul>
Boro (B)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hojas con pedúnculos cortos, de color verde oscuro, y de poco crecimiento.</li> <li>El alargamiento del tallo prácticamente cesa.</li> <li>Exudación espontánea de látex.</li> <li>Frutos deformados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Fitotoxicidad (rizadura y distorsión).</li> </ul>

### 8.10. APLICACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

Se recomienda realizar aplicaciones en bandas o en el ruedo de las plantas; en ambos casos se deben incorporar con el suelo. La primera aplicación de materia orgánica se debe realizar cuando se fomente la plantación, a razón de 0,5 a 5,0 kg/planta en dependencia del tipo de materia orgánica empleada. El uso de la materia orgánica, por los contenidos de nutrientes que aporta, deberá complementarse con las aplicaciones de fertilizantes minerales.

La cantidad de abonos orgánicos a aplicar, se debe calcular tomando en cuenta las características del suelo, la demanda de nutrientes, el rendimiento potencial estimado, la extracción media de NPK por tonelada de frutos producidos y los fertilizantes minerales y abonos orgánicos disponibles.

La calidad y la composición de los abonos orgánicos dependen de muchos factores que están relacionados con el origen y naturaleza de los residuos, el proceso de fermentación y los productos que se emplean para enriquecerlos. En la Tabla 6 se muestran las características de los abonos orgánicos de mayor disponibilidad en Cuba.

Tabla 6. Características de los abonos orgánicos de mayor disponibilidad en Cuba.

TIPO DE ABONO ORGÁNICO	PARÁMETROS					
	HUMEDAD (%)	RELACIÓN C/N	MATERIA ORGÁNICA (%)	NITRÓGENO (%)	FÓSFORO (%)	POTASIO (%)
Estiércol vacuno	80,0	20:1	11,5	0,33	0,23	0,72
Estiércol equino	67,4	30:1	17,9	0,34	0,13	0,35
Estiércol de cerdo	72,8	19:1	15,0	0,45	0,20	0,60
Estiércol de ovino	61,6	15:1	21,1	0,82	0,21	0,84
Compost	75,0	16:1	13,8	0,50	0,26	0,53
Gallinaza	75,0	22:1	15,5	0,70	1,03	0,49
Guano de murciélago	23,0	8:1	13,2	0,96	12,00	0,40
Turba	70,0	42:1	14,4	0,20	0,17	0,12
Cachaza fresca	71,0	30:1	16,4	0,32	0,60	0,17
Cachaza curada	54,5	15:1	28,9	1,11	1,11	0,15
Humus de lombriz	42,5	15:1	60,4	2,39	0,88	0,22



Cuando no se disponga de datos para calcular las dosis de abono orgánico y su complemento de fertilizante químico, se pueden asumir las dosis que se muestran en la Tabla 7, en dependencia de la disponibilidad.

**Tabla 7.** Dosis de materia orgánica por tipo de suelo. UM: t/ha

TIPO DE SUELOS	HUMUS DE LOMBRIZ	COMPOST	OTROS ABONOS ORGÁNICOS
Rojos latosolizados	6	10	12
Arcillosos pardos	5	8	10
Arenosos	7	12	12

En el momento del trasplante en el campo, la materia orgánica se aplicará en el fondo del surco, mezclada con el suelo.

En las plantaciones en desarrollo y producción la aplicación se hará en bandas, fraccionando, la cantidad total, en diferentes aplicaciones, de acuerdo con las fases del cultivo durante todo su ciclo productivo y las posibilidades materiales del productor.

Las aplicaciones de ácido húmico se pueden realizar como complemento de la fertilización, contribuyendo a la asimilación de los nutrientes y mejorando las condiciones físicas del suelo, considerando que las dosis empleadas son muy bajas (8 L/ha –12 L/ha). Estas aplicaciones contribuyen al aumento de la capacidad de cambio catiónico.

### 8.11. UTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS COMO APORTE DE MATERIA ORGÁNICA Y ARROPE

En la Tabla 8 se relacionan diferentes productos empleados como arrope y sus aportes en materia orgánica y en los tres macro elementos fundamentales.

Cuando se utilizan las hojas de plátano se debe tener en cuenta que estén bien secas y provengan de plantaciones libres de ácaros y otras plagas comunes a ambos cultivos.

### 8.12. APLICACIÓN DE AGROMENAS

Los fertilizantes Agromenas son mezclas de componentes minerales que incluyen, de forma permanente, zeolita natural

**Tabla 8.** Empleo de residuales o subproductos sólidos.

SUBPRODUCTOS	% DE VALORES MEDIOS				
	MATERIA ORGÁNICA	N	P	K	RELACIÓN C/N
Palo de tabaco	71	2,17	0,54	2,78	19/1
Hoja de plátano	85	1,50	0,19	2,80	32/1
Paja de maíz	97	0,18	0,38	1,64	312/1
Paja de caña	85	1,00	0,24	2,00	49/1
Pulpa de café	90	1,80	0,30	3,50	29/1

y roca fosfórica. Opcionalmente, en dependencia del tipo de suelo y de sus características nutricionales, incluyen otras fuentes minerales como las tobas potásicas, bentonita, magnesita, dolomita, carbonatos y paligorskita, con efectos mejoradores (enmendantes) del suelo. Combinados con fuentes de materia orgánica y un mínimo de NPK, se obtienen productos órgano-minerales con propiedades nutricionales de liberación controlada que se registran como Agromenas y que son aplicables a diversos cultivos en diferentes sistemas productivos.

La composición representativa general de la fórmula órgano-mineral de las Agromenas se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9.** Composición físico-química de la fórmula órgano-mineral de las Agromenas.

N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	CaO (%)	pH (%)	Pe (g/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD (%)
2,0 – 2,5	7 – 10	2,0	0,64	12,7	6,5 – 6,9	1,0	20 – 25

En las Agromenas, el 100 % de la granulometría es menor de 5 mm. La fase mineral representa 55 % – 60 %, la orgánica 30 % – 35 % y los químicos solubles un máximo entre 9 % – 10 %.

La dosis anual de Agromenas recomendada para el papayo, oscila entre 1 t/ha y 3 t/ha, en dependencia de la fertilidad del suelo y el rendimiento esperado, fraccionada en dos aplicaciones de igual proporción.



### 8.13. BIOPRODUCTOS PARA LA NUTRICIÓN DEL PAPAYO

El uso de bioproductos para la nutrición de las plantaciones de papayo es una opción que contribuye a la obtención de frutas más sanas y a la reducción de contaminantes al medio ambiente. Además, disminuye el riesgo de intoxicaciones, la afectación de organismos beneficiosos y minimiza la dependencia de los agroquímicos. Los bioproductos más utilizados se relacionan a continuación.

#### Microorganismos Eficientes (EM)

Los microorganismos eficientes (EM) son una combinación de varios microorganismos naturales beneficiosos de tres géneros principales: bacterias fototrópicas, bacterias del ácido láctico y levaduras que segregan sustancias beneficiosas como las vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes.

Las especies que componen a los EM son:

- Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*.
- Bacterias fotosintéticas: *Rhodospseudomonas plastrus*, *Rhodobacter spaeroides*.
- Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*.
- Hongos que realizan la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucor hiemalis*.
- Los actinomicetos *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*, son microorganismos del suelo intermedios entre los hongos y las bacterias que presentan la capacidad de segregar antibióticos (estreptomicina, aureomicina, terramicina, cloromicetina y tetraciclina).

Los EM promueven:

- La germinación de las semillas.
- Favorecen la floración, el crecimiento y desarrollo de los frutos y permiten una reproducción más exitosa en las plantas.
- Mejoran la estructura física de los suelos, incrementan la fertilidad química de los mismos y suprimen a varios agentes fitopatógenos causantes de enfermedades en numerosos cultivos.
- Incrementan la capacidad fotosintética de los cultivos, así como su capacidad para absorber agua y nutrientes.
- Mejoran la calidad y reducen los tiempos de maduración de abonos orgánicos, en particular, el composteo.

Se aplican directamente a la materia orgánica que se adiciona a los cultivos o al compost, ayudando al proceso de descomposición de materiales orgánicos y durante la fermentación se producen ácidos orgánicos como ácido láctico, ácido acético, aminoácidos y ácido málico, sustancias bioactivas y vitaminas. También este proceso incrementa el humus en el suelo.

La tecnología EM puede ser utilizada:

- En la preparación del sustrato, para el llenado de las bolsas en el vivero.
- En el momento de la preparación del terreno, para el establecimiento de la plantación.
- En el manejo de la plantación, con aplicaciones al suelo y al follaje.

En el momento de la preparación del terreno, tiene como objetivo establecer en el suelo los microorganismos benéficos presentes en los EM y el suelo para promover el desarrollo vigoroso de las plantas. Para ello se debe proceder de la forma siguiente:

1. Cortar y trocear los residuos vegetales presentes en el terreno (restos de cosechas o malezas) y dejarlos en el suelo antes de prepararlo.
2. Preparar una dilución de EM y agua para:
  - Suelo de baja fertilidad, de bajo contenido de materia orgánica, aplicar 25 litros de EM en 500 litros de agua/ha (dilución al 5 %).
  - Suelo de fertilidad media, con contenido medio de materia orgánica, aplicar 10 litros de EM en 500 litros de agua/ha (dilución al 2 %).
  - Suelo de alta fertilidad, con alto contenido de materia orgánica, aplicar 5 litros de EM en 500 litros de agua/ha (dilución al 1 %).
3. Aplicar la dilución de EM al suelo (Figura 12), homogéneamente, por lo menos de 15 a 20 días antes de la siembra.



Fig.12. Aplicación de los bioproductos al suelo para la nutrición del papayo.



4. Pasado el tiempo recomendado, preparar el terreno según la tecnología prevista.

En el manejo de la plantación, las aplicaciones al suelo tienen como objetivo establecer los microorganismos en el área de la rizosfera favoreciendo la:

- Solubilización de nutrientes.
- Generación de sustancias bioactivas.
- Protección de las plantas frente al desarrollo de las enfermedades del suelo.

La dosis de aplicación directamente al suelo es de 30 litros/ha de una dilución de EM al 5 %, tomando en cuenta los aspectos siguientes:

1. El uso de materia orgánica previamente para favorecer el establecimiento y desarrollo de los EM.
2. Las aplicaciones deben dirigirse en el área de la rizósfera, dónde hay mayor volumen de raíces de la planta, a primera hora en la mañana, antes de las 8:00 a.m., o en la tarde, después de las 4:00 p.m.
3. Durante o después de la inoculación de los EM regar con abundante agua (a capacidad de campo).
4. La frecuencia mínima de aplicación es de 6 veces al año, pero debe valorarse su incremento en dependencia de la respuesta productiva y el vigor de la plantación.

En el manejo de la plantación, las aplicaciones al follaje tienen como objetivo:

- Promover el desarrollo de los puntos de crecimiento de las plantas.
- Proteger el follaje contra patógenos, generando un microambiente favorable para el desarrollo vigoroso de las plantas.

La dosis de aplicaciones al follaje es de 200 litros/ha de una dilución de EM al 2 %, teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- Aplicaciones en las horas de la mañana, antes de las 8:00 a.m., o en la tarde, después de las 4:00 p.m.
- La concentración de la dilución puede ser incrementada en dependencia de la respuesta a la aplicación.
- Las frecuencias de las aplicaciones deben ser mensuales.

#### **FitoMas-E®**

El FitoMas-E® es el nombre comercial de un estimulante de crecimiento vegetal, conformado por un formulado acuoso,

que contiene básicamente aminoácidos, oligosacáridos y bases nitrogenadas y una fracción mineral de N, P y K. En su composición no figuran aditivos hormonales ni microorganismos.

Acciones:

- Estimula la nutrición, el crecimiento, la floración, la fructificación, la germinación y el enraizamiento.
- Antiestrés contra la sequía, inundaciones, desequilibrios nutricionales, salinidad, ataques de plagas y daños mecánicos.

Emplear una dosis de 0,75 L/ha, a los 10, 40 y 100 días después del trasplante, incrementa el número de hojas en las plantas de papayo, a partir de la semana 21, y de flores y frutos. En la plantación, se realizan aspersiones al follaje (Figura 13) de las plantas de una solución 1,5 litros del producto en 200 litros de agua/ha cada 45 o 60 días.



Fig.13. Aplicación del bioproducto FitoMas-E® al follaje del papayo.

#### **Biobrás-16®**

Biobrás-16® es el nombre comercial del estimulante del crecimiento vegetal que tiene como principio activo un análogo de brasinoesteroide y que es capaz de incrementar, en la planta, el crecimiento y el rendimiento entre un 10 % y un 25 %. Se aplica mediante aspersiones al follaje, de una solución entre 10 mg/ha y 50 mg/ha, en dependencia del tamaño de las plantas, en las horas tempranas de la mañana.

#### **Fosforina®**

La Fosforina® es un inoculante microbiano a base de bacterias de la especie *Pseudomonas fluorescens*, capaz de solubilizar



el fósforo insoluble en el suelo, estimulando el crecimiento vegetal e incrementando la protección contra el ataque de patógenos fúngicos. Su uso permite sustituir entre el 30 % y el 50 % de la cantidad de fósforo aportada por los fertilizantes químicos. Se debe aplicar directamente al suelo, en el ruedo, en las horas tempranas de la mañana, a razón de 20 litros del producto comercial, diluido en 180 litros de agua por hectárea, entre los 10 – 20 días posteriores al trasplante.

### Dimargón®

Dimargón® es el nombre comercial del inoculante microbiano a base de bacterias de la especie *Azotobacter chroococum*. El producto es capaz de fijar el nitrógeno del aire y estimular el crecimiento vegetal. Permite sustituir el 35 % de la cantidad de nitrógeno aportada por los fertilizantes químicos e incrementa los rendimientos entre un 10 % y 20 %. Se debe aplicar directamente al suelo, en el ruedo, en las horas tempranas de la mañana, a razón de 20 litros del producto comercial, diluido en 180 litros de agua por hectárea. Realizar las aplicaciones a las plantaciones cada 6 meses.

### EcoMic®

EcoMic® es el nombre comercial del inoculante sólido, a base de hongos micorrízicos arbusculares (HMA), que viven en simbiosis con las raíces de las plantas superiores, que se emplea en la nutrición del papayo. La aplicación del producto permite aumentar la captación de nitrógeno atmosférico e incorporarlo a las plantas que se inoculan. Favorece la nutrición al incrementar un mayor desarrollo del sistema radical, la absorción de agua y nutrientes minerales, especialmente de iones de baja movilidad como fósforo, cobre y zinc. Incrementa la productividad de la planta y promueve la tolerancia al estrés biótico y abiótico, principalmente en el ataque de patógenos de hábito radical como bacterias, nematodos y hongos, además de mejorar la calidad de la estructura del suelo.

El producto se aplica directamente a las semillas, recubriéndolas en una proporción entre el 10 % – 15 % de su peso. Se deben mezclar 100 gramos de EcoMic® con 60 ml de agua hasta lograr una consistencia que permita que el producto se adhiera a las semillas; de ser necesario se puede añadir más agua hasta lograr la consistencia deseada. A esta mezcla se le agrega 1 kg

de semillas, previamente lavadas y listas para la siembra. Luego se une todo hasta que las semillas queden recubiertas con una película uniforme; se ponen a secar a la sombra y luego se procede a pregerminarlas o sembrarlas directamente en los envases. También se puede mezclar con los sustratos en una proporción de 1 kg de EcoMic® por m<sup>2</sup>, en el momento del trasplante añadir entre 60 g a 90 g de EcoMic por planta en el hoyo y colocar la planta encima. Además, se puede aplicar directamente a la plantación, mediante la aplicación al suelo, en el ruedo de las plantas, con una dosis de 4 kg/ha – 6 kg/ha.

### 8.14. SANEAMIENTO

Esta labor permite:

- Eliminar las hojas senescentes, inactivas y dañadas, así como de sus peciolos y de los frutos afectados de cualquier forma (Figura 14).
- Disminuir fuentes de inóculo de plagas.
- Retirar las partes de la planta más débiles y susceptibles de ser afectadas por plagas.
- Mejorar la aireación de la plantación.
- Facilitar las aplicaciones de pesticidas, sobre todo cuando se emplean altas densidades de población.



Fig.14. Actividad de saneamiento en plantas del papayo.

Una vez culminada la labor de saneamiento de la plantación, los materiales vegetativos eliminados deben ser inmediatamente retirados del campo.

### 8.15. RIEGO

El papayo es un cultivo que presenta tres características muy especiales, que lo hacen sumamente exigente cuando se analiza la forma de aplicación del riego. Estas son:

- Sistema radicular relativamente superficial, en comparación con otras especies de frutales. Generalmente el 80 % de sus raíces activas se encuentra en los primeros 20 cm del suelo.



- Desarrollo vegetativo rápido y constante acompañado de floraciones y fructificaciones sucesivas.
- La planta y sus frutos contienen alrededor del 85 % al 90 % de agua.

El consumo anual de agua de este cultivo oscila entre 1 200 a 2 000 mm, bien distribuidos y de manera frecuente. La cantidad de agua, así como el intervalo de aplicación a una plantación difieren en las áreas de siembra; dependen del tipo de suelo, la edad de las plantas y las condiciones climáticas. No obstante, la media de los intervalos de riego oscila entre los 5 y 10 días y las cantidades de agua a aplicar entre los 15 litros y 40 litros de agua por planta.

En el período desde el trasplante a la floración se estima una frecuencia de riego de 3 días en suelos ferralíticos y de 5 días en suelos pardos con carbonatos con normas desde 6 litros a 12 litros por planta/día. Luego, al inicio de la floración, la frecuencia se mantiene igual, pero con normas de 15 litros a 20 litros por planta/día.

Después de los 6 meses, se mantiene la frecuencia de riego y la norma aumenta de 20 litros a 30 litros por planta/día, llegando en ocasiones hasta 40 litros por planta/día. Las normas y frecuencias de riego antes mencionadas deben ajustarse en dependencia de las condiciones de cada localidad.

Cuando el agua es deficitaria u ocurre estrés hídrico, en el árbol de papayo pueden presentarse los siguientes problemas:

- La planta se debilita vegetativamente, las hojas se marchitan y posteriormente se caen, iniciándose este proceso por las hojas más viejas.
- En plantaciones jóvenes la floración se retrasa, en plantaciones en producción las flores abortan y se incrementa el número de flores estériles.
- Si el estrés hídrico coincide con altas temperaturas se incrementa la aparición de flores con caracteres no deseables (pentandria, intermedia y otras).
- Aparecen síntomas por afectación de *Alternaria alternata*.
- Los niveles de afectación por ácaros se incrementan y se dificulta su control.
- Los frutos pierden turgencia y disminuye el contenido de papaína.

- El sistema radical se atrofia y se restringe la actividad de las raíces en el suelo.
- Se reduce la absorción del potasio y la asimilación del nitrógeno se dificulta, este elemento incrementa los rendimientos por cada milímetro de agua disponible.
- Ocurren deficiencias temporales de boro.

La práctica correcta del riego se traduce en incrementos del rendimiento. Cuando la distribución e intensidad de las precipitaciones no son suficientes para suministrar las demandas del cultivo, el riego juega un papel fundamental para la obtención de rendimientos notables.

Otro elemento importante lo constituye la calidad del agua y se recomienda no emplear aquellas con salinidad superior a 200 ppm, con altos contenidos de cloruros y en estado biológico activo.

Para elegir el sistema de riego más conveniente para una plantación de papayo se deben considerar los aspectos siguientes:

- Topografía del terreno, tipo de suelo, ubicación, área de la parcela y marco de plantación (densidad de plantas por hectárea, distancia entre plantas e hileras).
- Tipo de fuente de abasto (río, pozo, canal, presa), impurezas de la misma y volumen de agua disponible.
- Equipos de bombeo a utilizar.
- Energéticos a emplear (diesel, gasolina, electricidad).
- Recursos económicos disponibles.

Las técnicas de riego que pueden emplearse son: gravedad (Figura 15), aspersión y localizado (micro aspersión y goteo).



Fig.15. Riego por gravedad en plantación de papayo.





## 8.16. DRENAJE

En el papayo, el drenaje es tan importante como el riego. Esta especie es muy sensible a los excesos de humedad en el suelo, ocasionados por las precipitaciones, el mal manejo del riego o por encharcamientos causados por una deficiente nivelación del terreno. Es un cultivo que no tolera el exceso de humedad en el suelo, aspecto que afecta sensiblemente a la actividad fisiológica de las raíces cuando ocurre por más de 24 horas.

Es por ello que, en regiones de alta pluviometría y suelos con difícil drenaje, se recomienda:

- Construir sistemas de drenaje.
- Sembrar en camellones o canteros.
- Realizar subsolación del terreno.
- Realizar una buena nivelación del terreno para evitar encharcamientos.
- Confeccionar pozos de recarga.

## 8.17. MANEJO FITOSANITARIO

### 8.17.1. PRINCIPALES INSECTOS Y ÁCAROS PLAGAS. DAÑOS QUE OCASIONAN AL CULTIVO

**Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae).** Especies:

Mosca de la papaya. *Toxotrypana curvicauda* Gerst. Los frutos infestados por lo general se maduran o se tornan amarillos prematuramente y se caen al suelo. Las larvas desvalorizan el fruto para el mercado, pues perforan la masa madura y producen indirectamente la descomposición interna a causa de hongos oportunistas que penetran por las perforaciones.

**Áfidos (Hemiptera: Aphididae).** Especies:

Pulgón de los melones. *Aphis gossypii* Glover. Succionan la savia de las hojas y del cogollo, y son vectores por su capacidad de transmitir enfermedades virales como es el Virus de la Mancha Anular, destacándose como la especie más eficiente en este propósito. Segregan una sustancia azucarada que atrae a las hormigas y sirve de sustrato al hongo que ocasiona la enfermedad de la fumagina.

Pulgón verde del melocotonero. *Myzus persicae* Sulzer. Extrae gran cantidad de savia cuando se alimenta e inyecta saliva en los tejidos atacados; como consecuencia de esto las plantas afectadas presentan un amarillamiento generalizado que las

diferencian de las sanas. Provoca deformaciones de tallos y hojas; las hojas nuevas presentan mosaicos y la planta tiene un crecimiento retardado que perjudica la producción. Son transmisores de enfermedades.

Pulgón verde de los cítricos. *Aphis spiraecola* Patch. Es abundante y dañino en árboles jóvenes, donde produce el abarquillamiento de las hojas de los brotes, en las cuales fomenta sus colonias. Está considerado como vector de enfermedades virales en el cultivo del papayo. Cuando se presentan fuertes ataques de esta plaga, se puede afectar el normal desarrollo de las plantas jóvenes y la formación de los frutos, debido al daño que producen a los brotes florales.

**Cicadélidos (Hemiptera: Cicadellidae).** Especies:

Salta hojas de la papaya. *Empoasca papayae* Oman. Las hojas son las más afectadas. Las ninfas y los adultos provocan daños directos por la succión de savia al alimentarse en el envés de las hojas, por lo que el follaje se torna amarillento y las plantas se debilitan. En las hojas tiernas suele aparecer lo que se llama "quemadura de la punta". No obstante, el daño principal del insecto está relacionado con su eficiencia como vector de la enfermedad viral denominada cogollo arrellado (Bunchy Top).

Salta hoja verde. *Empoasca dilitara* Delong et Davidson. Succiona la savia en el envés de las hojas y ocasiona el síntoma conocido por quemadura de la planta. Provoca manchas pardas en forma triangular en el ápice de la hoja. En el extremo de las venas laterales y el margen entero puede arrollarse hacia arriba y tornarse pardo como si estuviera quemado por falta de agua. Ocasiona síntomas como la detención del crecimiento, el enanismo, el abarquillamiento y apretado de las hojas.

**Insectos. Escamas (Hemiptera: Pseudococcidae).** Especies:

Chinche harinosa de la papaya. *Paracoccus marginatus* Williams y Granara de Willink. Succiona la savia en la epidermis de las hojas, en los frutos y las ramas e incluso en las plantas de semillero, inyectando toxinas con su saliva. Provoca clorosis y enrollamiento de los bordes foliares. En altas infestaciones, la cara abaxial de las hojas inferiores puede cubrirse por los insectos que se congregan cerca de la vena principal. Pue-



den presentarse caídas tempranas de hojas y frutos. El ataque a las frutas inmaduras, puede ocasionar el escurrimiento del látex, que le provoca un aspecto desagradable.

Chinche harinosa del cocotero. *Nipaecoccus nipae* Mask. Extrae la savia al alimentarse, lo que causa el debilitamiento de la planta. Secreta miel de rocío, lo que favorece el desarrollo del hongo causante de la negrilla o fumagina, que disminuye la superficie fotosintética, causando defoliación y reduciendo los rendimientos del cultivo, e incluso la muerte ocasional en plantas jóvenes. La presencia de la miel de rocío favorece la aparición de las hormigas, que juegan un papel importante en la rápida dispersión de la plaga y dificultan la acción de los enemigos naturales.

Chinches harinosas. *Planococcus* spp. Se alimentan del floema de la planta, y pueden causar retraso en el crecimiento del hospedante y defoliación que, eventualmente, lleva a una reducción del rendimiento y calidad de la fruta. Causan daños indirectos o secundarios debido a la incidencia de fumagina, provocada por la mielecilla que excretan. La mielecilla y la fumagina causan defoliación en las plantas y sus frutos no logran desarrollarse bien.

**Insectos. Aleuródidos (Hemiptera: Aleyrodidae).** Especies:  
Mosca blanca de la papaya. *Trialeurodes variabilis* Quaint. El cogollo y las hojas jóvenes son los más afectados. Las ninfas y adultos pueden llegar a cubrir el envés de las hojas y, por la gran extracción de savia que realizan, la planta pierde vigor y reduce la producción de frutos. Si las plantas se encuentran muy infestadas no llegan a desarrollar sus flores y el follaje se torna amarillo y rizado, con un aspecto ennegrecido a causa de la incidencia de fumagina. Se les adjudica ser el vector del Mosaico de la papaya.

**Insectos. Lepidópteros (Lepidoptera: Pyralidae).** Especies:  
Perforador o taladrador del cogollo de la papaya. *Davara caricacae* Dyar (= *Homalopalpia daleri* Dyar). Daña el tronco al hacer galerías, que pueden llegar hasta el interior del tallo; la lesión puede ser tan severa que impide el crecimiento del cogollo de la planta, y puede llegar a secarse desde el cogollo hacia abajo. El agua y las esporas de los hongos que penetran a través de las galerías, contribuyen a la destrucción de la planta.

Las larvas dañan los frutos en todas las etapas de su desarrollo, bien porque los deforma o porque sus lesiones dan oportunidad a la entrada de las infecciones fungosas.

**(Lepidoptera: Sphingidae).** Especies:  
Primavera de la papaya. *Erinnys alope* (Drury). Se alimenta en su estado larval, de las hojas que destruye con su aparato bucal masticador, estas lesiones del follaje pueden incidir negativamente sobre el metabolismo del papayo.

**Insectos. Formícidos (Hormigas cortadoras de hojas, Atta spp.) (Hymenoptera: Formicidae).** Especies:  
Bibijagua. *Atta insularis* Guer. Provoca defoliación de las plantas. Realizan cortes en forma de media luna en las hojas, en pequeñas porciones a partir del borde hacia adentro. Son peligrosas en los periodos de sequía y en la etapa temprana de desarrollo del cultivo en especial la fase de los semilleros y el trasplante, cuando la única vegetación verde fresca son las plantas jóvenes de papayo bajo riego. Son muy voraces y realizan sus daños preferentemente en el horario de la noche, comenzando la actividad de forrajeo en el horario de la tarde y del crepúsculo.

**Ácaros. Tarsonémidos. (Acari: Tarsonemidae).** Especies:  
Ácaro blanco. *Polyphagotarsonemus latus* (Banks). Ataca las partes vegetativas nuevas, frutos y brotes en desarrollo. Las hojas atacadas se tornan lanceoladas y los frutos adquieren un aspecto plateado. En caso de ataques severos puede afectar las flores. Prefiere el envés de las hojas para alimentarse, por lo que pueden enrollarse hacia abajo.

**Ácaros. Tetrániquidos (Acari: Tetranychidae).** Especies:  
Ácaro de seis manchas. *Tetranychus sexmaculatus* Riley. Se alimenta en las hojas y provoca zonas amarillentas o carmelitas de regular tamaño y puede observarse además como una harina muy fina en las propias zonas en las que se aglomeran los ácaros.

Ácaro de dos manchas. *Tetranychus urticae* Koch. Vive en colonias, prefiriendo el envés de las hojas, aunque también puede estar por el haz. Se alimenta de las hojas y ocasiona pequeñas manchas amarillentas, dándole un aspecto veteado. Cuando el ataque es muy fuerte la telaraña producida por estos áca-



ros puede llegar a cubrir parte o totalmente la planta originándole la muerte.

**Ácaro rojo de los cítricos.** *Panonychus citri* Mc Gregor. En las hojas provoca la destrucción del mesófilo y la muerte de éstas. El síntoma característico es el amarillamiento en forma de rayas y manchas a lo largo del nervio central sobre el haz y erupciones de color pardo-rojizo sobre el envés. También pueden atacar frutos y ramas, los que presentan en principio un aspecto raspado.

**Araña roja.** *Tetranychus mexicanus* Mc Gregor. Daña a la planta porque succiona la savia del órgano que afecta y en algunas ocasiones al ser cubierta la planta por la telaraña causa la muerte de la misma.

**Ácaros. Tenuipálpido (Acari: Tenuipalpidae).** Especies:

**Ácaro chato.** *Brevipalpus phoenicis* Geijskes. El mayor daño lo realiza sobre los frutos con suficiente desarrollo. Los frutos atacados presentan la corteza áspera y con manchas de color pardo, lo que afecta su calidad para la comercialización. En el follaje se producen manchas cloróticas.

**Ácaros. Eeriófididos. (Acari: Eriophyidae).** Especies:

*Calacarus flagellisetia* Fletchmann, *Calacarus brionesae* (Keifer), *Calacarus citrifolii* (Keifer). Las hojas presentan deformaciones caracterizadas por encaracolamiento hacia arriba y rizaduras en sus lóbulos, lo que les da un aspecto de mano con dedos en forma de garras. Además, muestran clorosis, nervaduras engrosadas y, en la etapa final, necrosis. Las hojas jóvenes de plantas de vivero infestadas presentan deformaciones en su patrón normal de desarrollo.

### 8.17.2. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO

Para el control de los insectos y ácaros plagas se emplean métodos fitotécnicos, químicos y biológicos y medidas fitotécnicas que permiten minimizar los daños mediante acciones que mantengan las poblaciones a niveles que no comprometan el umbral económico del cultivo y que no repercutan negativamente sobre el medio ambiente.

En la Tabla 10 se muestran algunas de las recomendaciones de manejo.

**Tabla 10.** Recomendaciones para el manejo de los insectos y ácaros plagas.

INSECTOS Y ÁCAROS PLAGAS	MÉTODOS DE CONTROL
Moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae)	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar trampas del tipo Mcphail para la detección e identificación.</li> <li>• Emplear una adecuada distancia entre las plantas.</li> <li>• Enterrar las frutas dañadas.</li> <li>• Cosechar las frutas antes de que alcancen la completa madurez (no deberá quedar fruta madura ni en el árbol ni el suelo).</li> <li>• Controlar las plantas arvenses.</li> <li>• Realizar el saneamiento de las plantas.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar los insecticidas Malation 57 % EC a 2,5 L/ha y Rogor 40 EC a 1 L/ha.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberar parasitoides en la plantación.</li> <li>• Emplear hongos entomopatógenos (cepas de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>) y el nematodo <i>Heterorhabditis</i> sp. para el control de larvas.</li> </ul>
Áfidos (Hemiptera: Aphididae)	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sembrar con plantas procedentes de viveros libres de plagas y enfermedades.</li> <li>• Sembrar en la época de menor incidencia de vectores.</li> <li>• Evitar la colindancia con plantaciones infectadas o viejas y con plantaciones de cucurbitáceas y leguminosas.</li> <li>• No utilizar como cultivos intercalados plantas de las familias Solanáceas, Cucurbitáceas y Rutáceas.</li> <li>• Utilizar cultivares resistentes.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar los productos: Decis 100 0, 1 L/ ha, Rogor 40 EC, 0,1 L /ha, Malathion 57 % EC 2,5 L/ha, Confidor GD 70, 0,6 L/ha, si no hay presencia de enemigos naturales.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Preservar los enemigos naturales.</li> <li>• Emplear hongos entomopatógenos (cepas de <i>Beauveria bassiana</i> y <i>Lecanicillium lecanii</i>).</li> </ul>



Tabla 10. (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS PLAGAS	MÉTODOS DE CONTROL
<b>Cicadélidos</b> (Hemiptera: Cicadellidae) Salta hojas	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la presencia de especies de cucurbitáceas cultivadas y silvestres dentro y fuera de la plantación.</li> <li>Utilizar cultivos trampas y cultivos de borde como las gramíneas.</li> <li>Destruir las plantas con síntomas de enfermedades.</li> <li>Eliminar plantas arvenses, tanto en la plantación como en las áreas circundantes.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aspejar con Metamidofos 600 CS 60 0,4 – 0,6 kg i.a./ha, Dimetoato CE 40 0,4 – 0,6 kg i.a./ha.</li> </ul>
<b>Escamas</b> (Hemiptera: Pseudococcidae). Chinches harinosas	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorear la presencia de chinches harinosas, enemigos naturales y hormigas.</li> <li>Sembrar plantas libres de plagas.</li> <li>Realizar la actividad de saneamiento.</li> <li>Sacar los restos de hojas de la plantación.</li> <li>Cosechar los frutos infestados.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar Aceite mineral (Rocío Spray CE 80 y Citrole CE 97 a 0,5 % – 1,5 % PC.), Thiametoxam (250 ml/ha e Imidacloprid, 200 ml/ha.</li> <li>Seleccionar adecuadamente los insecticidas a utilizar para proteger los enemigos naturales.</li> <li>Realizar las aplicaciones en presencia de los primeros estadios ninfales de estos insectos.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Preservar los enemigos naturales (depredadores, y parasitoides).</li> <li>Liberar enemigos naturales en las plantaciones.</li> </ul>
<b>Aleuródidos</b> (Hemiptera: Aleyrodidae). Mosca blanca	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Monitorear la plaga y sus biorreguladores.</li> <li>Evitar el establecimiento de la plantación cerca de otros cultivos infectados por la plaga y no llevar material infectado cerca de la nueva plantación.</li> <li>Establecer los cultivos trampa o cultivos utilizados como barreras vivas antes del establecimiento de la plantación para detener y / o disminuir la incidencia de la plaga.</li> </ul>

Tabla 10. (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS PLAGAS	MÉTODOS DE CONTROL
<b>Aleuródidos</b> (Hemiptera: Aleyrodidae). Mosca blanca	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Prohibir el uso de productos altamente tóxicos que afectan a los enemigos naturales.</li> <li>Aplicar aceite mineral, Rocío Spray CE 80 y Citrole CE 97 a 0,5 % – 1,5 % PC.</li> <li>Adoptar métodos de asperjado de productos que cubran especialmente el envés de las hojas y sobre toda la parte más interior del volumen de follaje.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar hongos entomopatógenos (<i>Beauveria bassiana</i> (BLAS.) Vuill [Bibisav-2], <i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimm.) Zera&amp;Gams, <i>Metarhizium anisopliae</i> (Metsch) Sorok [<i>Metharhizium anisopliae</i>]a 1 X 10<sup>9</sup> conidios/ ml a una dosis de 1 kg ó 10 L/ha,)</li> <li>Preservar los enemigos naturales.</li> </ul>
<b>Lepidópteros</b> (Lepidoptera: Pyralidae). Perforador o taladrador del cogollo (Lepidoptera: Sphingidae). Primavera de la papaya	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Rotar las áreas sembradas de papaya.</li> <li>Separar de forma manual, los hilos sedosos, así como las larvas producidas por <i>D. caricae</i>.</li> <li>Eliminar las hojas donde suelen encontrarse las larvas de <i>E. alope</i>.</li> <li>Eliminar las plantas hospederas.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Aplicar Metamidofos CS 60 dosis de 1 L de PC/ha, Monarca SE 112,5 dosis de 0,3 a 0,75 L de PC/ha y Rogor L 40 dosis de 1 a 1,5 L de PC/ha.</li> <li>Fumigar con productos sistémicos para el control de <i>D. caricae</i>, ya que sus larvas son de hábito barrenador y se encuentra fundamentalmente dentro de galerías que realiza en tallos, pedúnculos, flores y frutos tiernos.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Liberar <i>Trichogramma</i> spp. en dosis de 30 000 ind./ha.</li> <li>Aplicar <i>Bacillus thuringiensis</i> Cepas 24 y 26 en dosis de 1 a 3 L/ha.</li> <li>Aplicar nematodos entomopatógenos <i>Heterorhabditis</i> spp. en concentraciones de 10 a 30 millones de juveniles infectivos/ha.</li> </ul>



Tabla 10. (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS PLAGAS	MÉTODOS DE CONTROL
<p><b>Formícidos</b> (Hymenoptera: Formicidae). Bibijagua</p>	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Localizar y cuantificar los hormigueros en el área del cultivo.</li> <li>• Destruir los hormigueros nuevos, al inicio de las lluvias.</li> <li>• Diversificar las plantas en los campos de cultivo.</li> <li>• Utilizar cultivos trampa como higuera (<i>Ricinus communis</i> L.), ajonjolí (<i>Sesamun indicum</i> L.) y boniato (<i>Ipomoea batata</i> L.).</li> <li>• Propiciar el desarrollo de colonias de la "hormiga leona" <i>Pheidole megacephala</i> que es capaz de desplazarla.</li> <li>• Utilizar plantas repelentes de insectos como las del género <i>Tagetes</i>, <i>Canavalia ensiformis</i>, <i>Solanum lycopersicum</i>.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Depositar de 10 g a 15 g del cebo micoinsecticida BIBISAV –2 (cepa LBB –1 de <i>Beauveria bassiana</i>) por cada boca activa del hormiguero.</li> </ul>
<p><b>Ácaros.</b> Tarsonémidos (Acari: Tarsonemidae)</p>	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Monitorear semanalmente las áreas en cultivo.</li> <li>• Utilizar y conservar los enemigos naturales (ácaros depredadores, coccinélidos y hongos entomopatógenos).</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Rocío Spray y Aceite Mineral Sigatoka 5–10 L/ha, Match CE 0,25–0,5 L pc/ha, Spirodiclofen 0,4–0,5 L pc/ha.</li> <li>• Alternar acaricidas con mecanismos de acción diferentes para la conservación de los ácaros depredadores y la reducción del desarrollo de resistencia a los ingredientes activos de los acaricidas.</li> </ul>

### 8.17.3. PRINCIPALES ENFERMEDADES. DAÑOS QUE OCASIONAN AL CULTIVO

#### Enfermedades causadas por virus

La mancha anular. *Papaya ringspot virus* (PRSV). Las hojas presentan manchas grasientas en forma de anillos verdes, clareamiento de las nervaduras, encrespamiento, ampollamiento, moteado y reducción de la lámina foliar. El tallo y los peciolo muestran manchas grasientas alargadas de color verde oscuro. Los frutos manifiestan manchas grasientas en forma de anillo, se reducen de tamaño, se ampollan, se deforman y no maduran de manera uniforme.

La necrosis apical y de la necrosis de la caída del papayo. (*Rhabdovirus*). Las hojas jóvenes del cogollo tienen color amarillo pálido, no se desarrollan normalmente y se inclinan debido al arqueado de los peciolo, que se acortan y endurecen. La copa se vuelve redondeada y toma la apariencia arrepollada por el acortamiento de los entrenudos. Las inflorescencias masculinas se acortan y endurecen, y las flores de las plantas femeninas abortan. El látex fluye en cualquier órgano donde se realice una incisión.

#### Enfermedades causadas por bacterias

Cogollo Arrepollado del Papayo o Papaya Bunchy Top (PBT). Bacterias del género *Rickettsia*. Las plantas tienen aspecto arrepollado, entrenudos cortos, necrosis en las hojas, formaciones de canchales llamados piel de rana, ausencia de látex en punciones, hojas con clorosis difusa en áreas internerviales.

#### Enfermedades causadas por fitoplasmas

Enfermedades por fitoplasmas (*Fitoplasmas* spp.). Hojas viejas con amarillamiento, arrugamiento y necrosis. Hojas jóvenes con clorosis, brotes en múltiples lados, entrenudos cortos, apariencia arrepollada de las hojas internas de la corona, peciolo rígidos y extendidos más horizontalmente de lo normal desde el tallo. Las plantas tienen disminución o ausencia del látex, pierden todo el follaje quedando una corona de hojas pequeñas en el ápice.

#### Enfermedades causadas por oomicetos y hongos

Pudrición de la raíz y del fruto por (*Phytophthora* spp.). El sistema radical se torna pardo, suave y se destruye con facilidad y como consecuencia, las plantas presentan enanismo.



Tallo con zonas necrosadas que afectan el flujo de savia causando a las hojas manchas, amarillamiento, y la defoliación y la muerte eventual de la planta. Frutos jóvenes con lesiones acuosas que exudan látex, posteriormente comienzan a arrugarse, se momifican y caen al suelo y frutos maduros con lesiones que convergen y se cubren de un micelio blanquecino y masas de esporangios del agente causal.

Putridión del tallo o pudrición del pie (*Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. y *Rhizoctonia solani* J.G. Kühn.). En el tallo a nivel del suelo aparecen lesiones acuosas suaves, que se agrandan y ciñen la base del tallo. Los tejidos afectados se vuelven marrones, luego negros y se pudren. Las hojas terminales amarillas, con pérdida de turgencia y encrespamiento, se marchitan y caen. La fruta, si se encuentra, también se marchita. Toda la planta se cae y muere.

Mancha negra por Cercospora (*Cercospora caricae-papayae* P.K. Rajak & S.P. Gautam.). Hojas con manchas de forma irregular, blanco grisáceas de 1 mm a 5 mm de diámetro y con un halo amarillo a su alrededor. Cuando se presenta una alta infección puede ocurrir amarillamiento y caída de hojas. En los frutos las manchas comienzan como pequeños puntos negros, que se agrandan hasta 3 mm de diámetro.

Mancha marrón de la hoja (*Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei.). Las manchas sobre las hojas son irregulares, de color verde-grisáceas. En los frutos el patógeno penetra por el extremo apical, desarrollándose en su cavidad central, y como consecuencia no maduran y adquieren un color desagradable.

Antracnosis (*Colletotrichum* spp.). Los frutos presentan manchas redondas u ovaladas, secas o húmedas, de distintos tamaños con bordes enteros y superficiales. Las de mayor tamaño penetran en la pulpa, se desarrollan de forma aislada o unidas unas con otras, formando grandes áreas enfermas y sobre su superficie se observan acérvulos del agente causal, de acuerdo a la especie de *Colletotrichum* las manchas toman diferentes coloraciones.

Mildiu polvoriento (*Oidium caricae-papayae* J.M. Yen.). Las hojas jóvenes de la corona desarrollan manchas de color

verde amarillento. En las primeras etapas, en el envés de las hojas aparecen pequeñas manchas acuosas, que más tarde se unen y abarcan toda el área, y se cubren con un micelio blanco y pulverulento que consta de cadenas cortas de conidios ovaladas que se elevan erectas, cuando las condiciones de humedad son elevadas. Las manchas amarillas pueden volverse necróticas, dando a la hoja una apariencia quemada. Los frutos jóvenes desarrollan áreas blancas circulares de micelio, que cubren gran parte de la superficie, el micelio desaparece, pero deja cicatrices de color gris claro y en las áreas subyacentes, se detiene el crecimiento y provoca la malformación de la fruta madura.

Mancha del fruto por Alternaria (*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.). Las manchas son de forma circular a ovalada, bordes enteros y tamaño mediano. El color al inicio es pardo claro y a medida que avanzan los días se tornan de un color verde olivo a gris debido al desarrollo de micelio y esporas del hongo. Generalmente las manchas se unen, cubriendo totalmente el exocarpio de las frutas.

La pudrición peduncular de la fruta (*Lasiodiplodia theobromae* (Pat. Griffon. & Maubl.). Lesiones de forma circumpendicular, bordes irregulares y tamaños grandes que llegan a cubrir toda la superficie y penetran en la pulpa. El daño muestra un color gris claro a oscuro, textura dura, rugosa y seca debido a la presencia de masas de picnidios del patógeno y en la zona de avance se presencia un halo acuoso con bordes irregulares.

La pudrición blanda de la fruta (*Rhizopus stolonifer* Ehrenb. Ex Fr.). Las manchas son de forma circular, bordes enteros, tamaños grandes, de color natural del fruto y textura muy blanda y acuosa, en los centros de las lesiones se desarrollan abundantes micelios aéreos de color gris claro y esporangióforos del hongo. Las lesiones se manifiestan en distintas zonas de la corteza, crecen rápidamente y cubren toda su superficie. Las frutas comienzan a deteriorarse rápidamente con la producción de abundante fluido líquido que afecta al resto de las frutas empacadas en la misma caja.

La pudrición de la fruta por Cladosporium (*Cladosporium* sp.). Las manchas son de pequeño tamaño, de forma redonda, al inicio tienen una coloración similar al color del exocarpio de



la fruta y en la medida que avanzan los días se cubren de micelio del hongo y se tornan de color verde olivo. Estas lesiones llegan a cubrir toda la corteza de las frutas.

La pudrición de la fruta por *Fusarium* (*Fusarium* sp.). Las manchas son de tamaño mediano, de forma redonda con bordes irregulares, que se cubren de micelio de color blanco típico del agente causal. Las frutas pueden ser asintomáticas y estar afectadas por el patógeno. En el interior de la cavidad de las semillas el área es necrosada y de consistencia dura que avanza hacia la pulpa, así como la presencia de abundante micelio y esporas del hongo.

#### 8.17.4. RECOMENDACIONES PARA EL MANEJO

Para el control de los agentes causales de las enfermedades se emplean métodos fitotécnicos, químicos, biológicos y medidas fitotécnicas que permitan minimizar los daños mediante acciones que mantengan los niveles de infección que no comprometan el umbral económico del cultivo y que no repercutan negativamente sobre el medio ambiente. En la Tabla 11 se muestran algunas de las recomendaciones de manejo.

**Tabla 11.** Recomendaciones para el manejo de las enfermedades.

INSECTOS Y ÁCAROS ENFERMEDADES	MÉTODOS DE CONTROL
Mancha anular	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar plantas provenientes de viveros sanos y no mover plantas de viveros de zonas infectadas a libres.</li> <li>• Monitorear la aparición y saneamiento de plantas enfermas (mediante selección negativa) en los campos dos o tres veces por semana. Las plantas se cortarán lo más bajo posible y se aplicará herbicida inmediatamente para la eliminación de rebrotes posteriores.</li> <li>• Mantener el área limpia de plantas arvenses que puedan servir de hospederos a los áfidos.</li> <li>• Evitar el establecimiento de vegetales que hospeden áfidos alrededor de las plantaciones o como cultivo intercalado.</li> <li>• Realizar protección cruzada con líneas suaves del virus o mutadas.</li> <li>• Establecer las nuevas plantaciones lo más lejos posible de las plantaciones infectadas.</li> </ul>

**Tabla 11.** Recomendaciones para el manejo de las enfermedades.

INSECTOS Y ÁCAROS ENFERMEDADES	MÉTODOS DE CONTROL
Mancha anular	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar cultivos intercalados como el maíz alrededor del campo y entre líneas para que los áfidos provenientes de plantas enfermas pierdan la habilidad de transmitir la enfermedad debido a la forma no persistente de la transmisión.</li> <li>• Utilizar cultivares resistentes obtenidos mediante cruces interespecíficos y rescate de embriones, así como mediante la ingeniería genética introduciendo los genes que codifican la proteína de la cápside viral.</li> </ul>
Necrosis apical y de la necrosis de la caída del papayo	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erradicar las plantas cuando aparezcan los primeros síntomas.</li> <li>• Aplicar las medidas recomendadas con respecto al manejo de los vectores.</li> </ul>
Cogollo Arrepollado del Papayo	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar cultivares tolerantes, obtenidos en condiciones controladas.</li> <li>• Eliminar las fuentes de inóculo (el corte de las plantas por debajo del punto de exudación de látex).</li> <li>• Establecer las nuevas plantaciones en la época donde no coincidan altas poblaciones del vector.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar el control químico del vector y de plantas arvenses.</li> </ul>
Enfermedades causadas por fitoplasmas	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sembrar plantas sanas alejadas de otras plantaciones más viejas.</li> <li>• Erradicar plantas con síntomas.</li> <li>• Realizar podas para la disminución de las fuentes de inóculo y reservorios alternativos.</li> <li>• Sembrar barreras con cultivo como sorgo o maíz, alrededor de los campos, estableciendo el control de vectores con insecticidas.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar insecticidas sistémicos para el control de posibles vectores.</li> </ul>



Tabla 11. (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS ENFERMEDADES	MÉTODOS DE CONTROL
Pudrición de la raíz por <i>Phytophthora spp.</i>	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivar las plantas en el vivero en suelo desinfectados.</li> <li>• Realizar una correcta rotación de cultivos.</li> <li>• Aplicar medidas correctas para el buen drenaje del suelo.</li> <li>• Usar enmiendas orgánicas y diferentes tipos de compost en función de la capacidad de retención de humedad que tengan el suelo.</li> <li>• Establecer plantas en camellones elevados y suelo modificado con aserrín de madera más urea.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar fungicidas anti-oomicetos como fosetyl Al (0,2 % – 0,3% ingrediente activo (i.a.)), metalaxyl y su isómero mefenoxam (0,1 % i.a.), propamocarb y fenamidone.</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar <i>Trichoderma harzianum</i> en aplicaciones al suelo.</li> </ul>
Pudrición del fruto por <i>Phytophthora spp.</i>	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminar los frutos enfermos.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar fungicidas preventivos mancozeb (0,2 % i.a.) o los derivados del cobre (0,25 % i.a.) con un período de cada dos semanas en regiones o estaciones con elevada humedad. En lugares más secos, se aplicarán cada tres semanas, o con menos frecuencia.</li> <li>• Emplear fungicidas sistémicos curativos derivados de acylamidas, imidaxolinas (fenamidone), iprovalicarb o benthiovalicarb, estrobilurinas y aminoácido-amida carbamatos, si las condiciones ambientales son muy favorables y la infección muy severa.</li> </ul>
Pudrición del tallo o pudrición del pie	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccionar de manera adecuada el suelo, tanto en relación con la textura como a su nivelación.</li> <li>• Establecer la plantación en camellones altos para la mejora del drenaje y las afectaciones por el exceso de humedad en la zona de las raíces.</li> </ul>

Tabla 11. (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS ENFERMEDADES	MÉTODOS DE CONTROL
Pudrición del tallo o pudrición del pie	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear en los viveros, suelo o sustrato libre de patógenos.</li> <li>• Establecer las nuevas plantaciones en áreas que no hayan sido utilizadas previamente para el papayo o deben fumigarse antes de la siembra.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar caldo bordelés (6:6:50) en aplicaciones al tronco y al suelo alrededor de la planta. Propamocarb (1 L/ha), fosetil aluminio (1 kg/ha) y dimetorf (1 L/ha).</li> </ul> <p><b>Biológico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar <i>Trichoderma viride</i> (15 g/planta), alrededor de la raíz en el momento de la siembra.</li> </ul>
Mancha negra por <i>Cercospora</i>	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Cuproflow 37,5 % SC a una dosis de 2,5 L/ha y otros fungicidas como los empleados para el control de antracnosis.</li> <li>• Asperjar fungicidas a base de cobre y ditiocarbamatos a los frutos con una frecuencia quincenal en dependencia del periodo de lluvia.</li> </ul>
Mancha marrón de la hoja	<p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Dithane M 45 (Mancozeb) de 2,8 kg en 1 000 litros por hectárea y no menos de 750 litros de agua. Daconil W 75 (Clorotalonil) 4,5 kg en 750 litros de agua por hectárea, cuando ocurre el cuaje de las frutas y posteriormente cada 10 – 14 días. También, Benlate 50 WP (Benomyl) a 1 kg por 750 litros de agua por hectárea, cuando aparecen las primeras flores y por intervalos de 21 días, alternando con 2 ó 3 ciclos de Dithane M 45 o Daconil W 75.</li> </ul>
Antracnosis	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emplear plántulas sanas.</li> <li>• Seleccionar los cultivares adecuados para cada región en dependencia de su susceptibilidad a la enfermedad y las condiciones climáticas existentes.</li> </ul>



**Tabla 11.** (continuación).

INSECTOS Y ÁCAROS ENFERMEDADES	MÉTODOS DE CONTROL
Antracnosis	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer distancias de siembra adecuadas (10 m x 10 m).</li> <li>• Implantar medidas correctas para el buen drenaje del suelo.</li> <li>• Recoger y quemar las hojas afectadas.</li> <li>• Eliminar frutos con síntomas en las plantaciones.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar azoxistrobina (Amistar 25 SC) a 0,6 L/ha, trifloxistrobina (0,15 L/ha), procloraz (1L/ha), y clorotalonil (1L/ha), cada 10 a 14 días en periodos de elevada humedad relativa.</li> </ul> <p><b>Manejo poscosecha (acápite de poscosecha).</b></p>
Mildiu polvoriento	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Similar a las medidas de antracnosis.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Mancozeb 80% PH a 2,5 L/ha.</li> </ul>
Mancha del fruto por Alternaria	<p><b>Fitotécnico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar Mancozeb 80% PH a 2,5 L/ha.</li> </ul> <p><b>Químico</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asperjar procloraz (1L/ha) y clorotalonil (1L/ha), en periodos de 7–10 días.</li> <li>• Aplicar Clorotalonil o mancozeb rociado quincenalmente.</li> </ul> <p><b>Manejo poscosecha (acápite de poscosecha).</b></p>
Pudrición peduncular Pudrición blanda Manchas por <i>Cladosporium</i> sp. Pudrición por <i>Fusarium</i> sp.	<p><b>Manejo poscosecha (acápite de poscosecha).</b></p>



**COSECHA Y POSCOSECHA**

## 9. COSECHA Y POSCOSECHA

### 9.1. COSECHA

La definición del momento óptimo de la cosecha de la fruta es esencial para que madure adecuadamente, con calidad y con el mínimo de pérdidas. La cosecha debe iniciarse cuando las frutas cumplan con los parámetros de madurez.

#### Estados de madurez de las frutas

**Madurez fisiológica:** corresponde al estado en el cual la fruta ha alcanzado su completo y apropiado proceso de maduración. La fruta adquiere la maduración fisiológica unida a la planta que le dio origen, por lo que no se recomienda su cosecha antes de que haya alcanzado este estado.

**Madurez organoléptica o de consumo:** corresponde a aquella en la que se han alcanzado todos los atributos que una fruta necesita en color, textura, aroma y sabor deseables para el consumidor.

**Madurez comercial o de cosecha:** se sitúa entre los dos estados mencionados anteriormente, cuando la fruta alcanza la madurez fisiológica y tiene los atributos para su consumo o para adquirirlos en una evolución posterior.

Para definir el momento de cosecha de las frutas de papaya se pueden tomar en cuenta varios criterios, entre ellos:

#### Edad de las frutas

La edad de la fruta se define como el período entre la plena floración y la madurez comercial, es decir el tiempo que tarda una fruta desde que el 75 % de las flores de una planta se abren hasta el inicio de la cosecha. Este es un índice estimativo que depende de las condiciones climáticas de la localidad y su influencia sobre el cultivar. Para papayas 'Maradol', que son muy precoces, se puede iniciar cosecha a los cinco meses de trasplantada y la 'Tainung 1' a los siete meses. Teniendo en cuenta estos elementos se pueden hacer estimaciones del momento de inicio de la cosecha para prever los medios ne-



cesarios para su realización, así como el mercado al que van destinadas las frutas.

Para la estimación del momento de inicio de la cosecha de papayas se debe comenzar desde la etapa de “amarre” o “cuaje” de los frutos. En la plantación se realiza un muestreo a más del 10 % del total de las plantas, se marcan con una señal las que se van a evaluar y se estima el promedio de frutos “cuajados”. Esta actividad se debe ejecutar cada mes y se anotan los datos en una libreta de campo. Para calcular la fecha de cosecha se debe considerar que la etapa de “cuaje” a madurez fisiológica puede tardar entre 150 y 165 días después de trasplantadas y las temperaturas prevalecientes durante el desarrollo de los frutos. Otro método consiste en que la estimación del promedio de frutos “cuajados” de cada planta se realiza unas semanas antes del inicio de cosecha. Con esta información se divide el número de frutos “cuajados” de cada planta en cinco partes, que equivalen a cinco meses de producción cada una, siendo los frutos más bajos los primeros en cosecharse.

### Masa y tamaño de las frutas

La masa y el tamaño de las frutas son dos variables que no son confiables como indicadores del momento de inicio de cosecha, ya que en una misma plantación se pueden tener diferentes momentos de floración, pero se utilizan como criterio para la comercialización. De igual manera, la forma de las papayas es un atributo de calidad importante para la exportación, donde la preferencia de los consumidores es de frutas procedentes de flores hermafroditas (forma alargada, asociada a menor cavidad ovárica y mayor espesor de la pulpa). El tamaño de la fruta se distingue como ‘calibre’, el cual se establece en relación al número de unidades contenidas en el envase y su masa fresca (peso); generalmente las presentaciones son de aproximadamente de 18 kg. Según la norma cubana NC 444, la masa de las papayas ‘Maradol’ (no se especifica si es el cultivar ‘Roja’ o ‘Amarilla’) en gramos se clasifica de acuerdo a las categorías de calidad Extra (Selecta) (1 300 g), calidad I (1 100 g) y calidad II (1 000 g).

### Color del exocarpio o corteza

El cambio del color del exocarpio de verde oscuro a verde claro con la presencia de una a dos rayas amarillas naranjas des-

de la base (zona estilar) hacia arriba (zona peduncular) es el índice de madurez más comúnmente utilizado para papayas. Se propone la siguiente escala de grados de color del exocarpio para los diferentes destinos de las frutas (Tabla 12).

Tabla 12. Escala de grado del color del exocarpio para frutas de papaya cv ‘Maradol Roja’.

GRADOS	DESCRIPCIÓN DEL COLOR
G - Verde	Frutas verdes sin raya amarilla.
1	Frutas de color verde claro con una ligera raya amarilla
2	Frutas verdes con una franja amarilla bien definida.
3	Una o más franjas anaranjadas.
4	Frutas con corteza anaranjada con algunas áreas verdes.
5	Frutas de color anaranjado característico de ‘Maradol Roja’.
6	Frutas de color similar al estado 5, pero más intenso.
7	

Se recomienda que el grado 1 uno puede ser utilizado como indicador del estado de madurez fisiológica, el 1 y 2 como índice de cosecha para mercados que requieren de envíos a larga distancia y el 3 como índice de cosecha para mercados cercanos.

### Firmeza del mesocarpio

La definición del mínimo de firmeza del mesocarpio de las papayas para la comercialización en fresco está relacionada con el cultivar. Este indicador debe determinarse con el empleo de un penetrómetro de vástago de 7,94 mm de diámetro. Se elimina el exocarpio de la fruta por ambos lados (en la zona ecuatorial) con ayuda de una cuchilla. Posteriormente se coloca sobre una superficie dura y la fuerza con el equipo debe hacerse a una velocidad constante (la acción debe durar dos segundos).

### Sólidos solubles totales (SST)

Otro indicador de cosecha son los SST que se comprueban con un refractómetro. Para determinar este indicador se debe cortar un ‘cachete’ completo de la fruta y exprimirlo para coleccionar o poner una gota del jugo sobre el equipo y luego se observa en la escala graduada en grados Brix.



Estos indicadores se determinan con la toma de muestra al azar (20 a 30 frutas) de la misma plantación a cosechar, como mínimo de cinco plantas, se recolectan las frutas a su alrededor y a una altura de 1,0 m – 1,5 m aproximadamente.

En las papayas cv 'Maradol Roja' se establecen los siguientes rangos de valores de firmeza y SST de acorde a los grados de color del exocarpio (Tabla 13).

Tabla 13. Escala de grado del color del exocarpio para frutas de papaya cv 'Maradol Roja'.

GRADOS DE COLOR DEL EXOCARPIO	RANGOS DE FIRMEZA (kg/f)	RANGOS DE SST (° Brix)
G - Verde	13,87 – 14,87	6,0 – 8,0
1	12,85 – 12,26	9,0 – 9,5
2	11,73 – 12,64	9,6 – 10
3	1,29 – 1,69	9,8 – 10,2
4	0,69 – 0,79	10,2 – 12
5	0,69 – 0,79	11,0 – 11,5
6	0,49 – 0,59	11,0 – 12,5

Los indicadores de madurez de las frutas y su análisis integral, en complemento a las diferencias entre los cultivares, las regiones de producción, las condiciones climáticas y las prácticas agronómicas, constituyen una herramienta fundamental para los productores, ya que garantizan una mayor vida de anaquel y calidad para su comercialización en el mercado interno y las exportaciones, además de minimizar las pérdidas poscosecha.

La recolección de las papayas se debe realizar en las primeras horas de la mañana, antes de las 11:00 a.m., o después de las 4:00 p.m., cuando las temperaturas aún no son tan elevadas ni la radiación solar tan fuerte. Como son muy delicadas y susceptibles a dañarse con los golpes, su cosecha se realiza manualmente con guantes engomados (Figura 16). Se inicia con una ligera torsión de la fruta para separar de la planta, esto puede ocasionar desgarramiento del pedúnculo y heridas en el punto de desprendimiento de la fruta, por lo que se recomienda utili-



Fig.16. Recolección de frutas de papaya.

zar un cuchillo afilado o tijeras de puntas redondas. Los instrumentos empleados se deben desinfectar de una planta a otra con un fungicida. Cuando la planta del papayo es muy alta, es conveniente emplear escaleras para lograr alcanzar las frutas. Se debe evitar que las frutas se caigan y se golpeen o entren en contacto con el suelo, ya que, si esto sucede, se favorece el proceso de deterioro y la entrada de microorganismos que causan enfermedades.

Una vez recolectadas las frutas, se procede a empacarlas en cajas plásticas, protegidas con cartón o láminas de espuma. La utilización del envase adecuado es vital para garantizar el menor porcentaje de pérdidas debido a daños mecánicos, durante la manipulación del producto. Las cajas plásticas no deben tener picos ni irregularidades que puedan dañar a las frutas y han de estar limpias, por lo que es necesario lavarlas con agua y/o detergentes, desinfectarlas con hipoclorito de sodio periódicamente, de acuerdo con lo que establecen las Buenas Prácticas Agrícolas.

Las papayas deben acomodarse en las cajas, preferentemente con la ayuda de otra persona que no sea el recolector. Se deben envolver con papel cuidadosamente y ubicarlas en una sola camada, poniendo en contacto la zona del pedúnculo de las frutas con el fondo, asegurándose de que queden bien calzadas para que no se muevan durante el transporte. Debe evitarse la compresión de las frutas y que sobresalgan de las cajas. Si esto sucede, las cajas deben ubicarse en una sola camada para evitar los daños mecánicos.



Durante la actividad de cosecha no se deben recolectar frutas con lesiones en el exocarpio (defectos como malformaciones, quemaduras de sol, daños mecánicos (heridas, cicatrices, rasguños, golpes), daños por insectos – plagas y pudriciones, oscurecimiento de la pulpa, inmaduras y sobremaduras, entre otros) que invalidan su calidad comercial hacia los distintos mercados, principalmente la exportación y causan elevadas pérdidas poscosecha.

Después de la cosecha, las frutas son trasladadas a la planta de acondicionamiento y empaque lo antes posible, preferiblemente en horas de la mañana o al final de la tarde, con el fin de evitar las altas temperaturas que aceleran sus procesos fisiológicos. De no lograrse, las frutas deben mantenerse en un lugar ventilado y a la sombra.

Es importante lograr la capacitación del personal de campo para asegurar los procesos que impactan en la calidad de las papayas a cosechar. Debe incluirse el análisis de temáticas asociadas al seguimiento y evaluación de los indicadores de madurez de las frutas, procedimientos para la realización de la cosecha y su selección por defectos, promoviendo y socializando las Buenas Prácticas de Higiene.

## 9.2. POSCOSECHA

La calidad de las frutas se produce en el campo. Se mantiene y “maximiza” con un adecuado manejo durante las actividades de cosecha y poscosecha.

La actividad de poscosecha incluye un conjunto de operaciones que se inician con la recolección de las frutas y concluyen con su consumo. Durante esta etapa las frutas se someten a un fuerte “estrés” y predominan los procesos que la conducen a su senescencia, por lo que se requiere reducir y retardar la acción de los factores internos que causan su deterioro, tales como la respiración, transpiración y producción de etileno. Se deben minimizar los efectos externos de las temperaturas, humedad relativa y composición de la atmósfera que rodea a las frutas.

El proceso de acondicionamiento, empaque y conservación de las frutas se realiza en una instalación, donde se requiere garantizar el cumplimiento de principios y exigencias como:

- Ubicación geográfica de la instalación (lugares de fácil acceso y con las condiciones requeridas, como correcto estado técnico de los viales, fuentes de abasto de agua para la disponibilidad de su uso y/o el acceso a esta, electrificación, entre otras).
- Dimensionamiento y definición de las diferentes áreas de trabajo en la instalación.
- La instalación debe ser cerrada o protegida con mallas antiáfidos.
- Los pisos deben ser de tipo antipolvo.
- Los desagües deben estar debidamente protegidos.
- Se debe establecer una separación física entre la zona limpia y la sucia.
- Debe existir una adecuada ventilación e iluminación.
- Se deben definir los equipos a emplear y la secuencia de la línea tecnológica.

Para los mercados de exportación de frutas de papaya, la secuencia de las actividades y/o procesos en una línea tecnológica pueden ser:

**Recepción.** Inspeccionar la documentación fitosanitaria que acompaña al producto; se muestrea el 2 % de las frutas en la búsqueda de cualquier evidencia de infestación por larvas de moscas de la fruta y muestrear las frutas (al menos 25 frutas) por cada lote, para evaluar su estado de madurez y los defectos, previo al proceso de acondicionamiento.

**Selección.** Eliminar las frutas que presenten lesiones por insectos – plagas, enfermedades, daños mecánicos, deformadas, restos de hojas y ramas. Revisar las recomendaciones del corte del pedúnculo.

**Lavado.** Remover el látex y suciedad de las frutas. Utilización de detergente alcalino o neutro (dodecil benceno sulfonato sódico 0,01 %).

**Desinfección.** Reducir la población microbiana de hongos y bacterias de la superficie de las frutas. No es eficaz para los agentes causales de enfermedades poscosecha. Aplicación de hipoclorito de sodio a 100 mg/L a 150 mg/L durante 2 o 3 min. El pH del agua debe mantenerse entre 6 y 7, para la mayor actividad del cloro como agente desinfectante.



### Tratamientos para enfermedades (Método químico)

**Productos químicos.** Eliminar a los agentes causales de las enfermedades antracnosis, la pudrición peduncular y otras con fungicidas registrados y recomendados para su control. Se aplican Mirage 45 EC (procloraz) de 500 ml/L a 750 ml/L, Tec-to SC 50 (tiabendazol) de 1 000 ml/L a 2000 ml/L, Magnate CE 50 (imazalil) de 500 mg/L a 2 000 mg/L, durante 3 min – 5 min. Para su aplicación se deben tener en cuenta las exigencias del mercado.

**Secado.** Eliminar el exceso de humedad en las frutas previo a los tratamientos de inducción de la maduración con etileno y el encerado. Empleo de ventiladores que favorezcan la corriente de aire.

**Encerado.** Devolver a la fruta la capa de cera natural perdida en el lavado, mejorar la apariencia, reducir las pérdidas de masa fresca, retrasar el cambio del color y la pérdida de firmeza. Usualmente se utilizan formulaciones de ceras de polietileno con 10 % de sólidos totales.

**Secado.** Secar la cera después de aplicada, se emplean túneles de secado convencional a temperatura de 32 °C ó 38 °C durante 2 minutos. La cera tiende a secarse rápido, si esto sucede, se deben apagar los secadores y utilizar los ventiladores. El tratamiento con cera puede ser solo o combinado con fungicida (imazalil 100 g/ml).

**Calibrado.** Uniformar la presentación de las frutas dentro del empaque (tamaño, madurez y forma). Calibración por peso según norma cubana NC 444.

**Empaque.** Proteger, preservar la calidad de las frutas y facilitar las operaciones de manipulación y distribución. Cajas de cartón de 18 kg. Es recomendable utilizar papel, se pueden emplear redcillas o mallas de poliestireno espumado.

**Unitarización.** Agrupar conjuntos de empaques en un soporte o tarima (pallets) de manera que puedan ser manipulado como una unidad.

**Conservación.** Mantener las frutas a bajas temperaturas para la extensión de la vida de anaquel. Las frutas en madurez fisiológica a la temperatura de 13 °C y 10 °C en madurez

parcial o de consumo. La humedad del aire en las cámaras de almacenamiento debe ser inferior al 90 %.

En la transportación de las frutas hacia los diferentes mercados, principalmente la exportación es importante mantener la cadena de frío.

Las frutas destinadas al mercado interno (turismo, agromercados, placitas, kioscos, mercados agropecuarios especializados (MAE)), caracterizado por su dinamismo en la comercialización y la alta demanda, las operaciones de poscosecha recomendadas son: recepción, selección, lavado, desinfección, secado, inducción de la maduración, secado, empaque (otros tipos de empaque) y conservación.

### Inducción de la maduración

La Inducción de la maduración de las frutas con etileno se realiza esencialmente para el mercado interno y la industria. El objetivo es homogenizar la maduración de las frutas a partir de la exposición al etileno en cámaras estancas o cuartos de maduración a concentración de 20 mg/L – 100 mg/L durante 12 - 24 horas a temperaturas de 20 °C a 22 °C, la humedad del aire entre 85 % a 90 %. Es necesario tener en cuenta, además:

- Comprobar el grado de madurez de las frutas previo al inicio del proceso de maduración, las cuales deben tener madurez fisiológica, pero no de consumo, así como que cumplan con las especificaciones de la norma de calidad.
- Colocar las paletas o cajas de frutas dentro de la cámara de maduración a una altura y espacio adecuado que proporcione la dispersión del etileno.
- Verificar el tiempo, la concentración de etileno y de dióxido de carbono (por debajo 1 %), la circulación del aire, temperatura y humedad relativa.
- Monitorear los avances del proceso y muestrear las frutas para medir la firmeza hasta que llegue al punto de transferencia óptima.
- Ventilar los cuartos de maduración durante el tratamiento con etileno, después de las 24 horas de iniciada su aplicación y repetirlo cada 12 horas posteriormente, mediante la apertura de las puertas de los cuartos por 20 minutos.
- Retirar las frutas de la cámara una vez alcanzada la madurez deseada, de acuerdo al destino final.

- Seleccionar las frutas, empacar y con destino al mercado en fresco y colocarlas en cámaras con temperaturas de 10 °C – 13 °C, para detener el proceso de maduración y prolongar su vida de anaquel.

Es imprescindible que al finalizar la jornada de poscosecha se garantice la limpieza y desinfección de utensilios, herramientas, equipos de la línea de acondicionamiento o empaque y las cámaras de conservación, incluyendo la vestimenta de trabajo para reiniciar las labores poscosecha.

Es obligatorio lograr la capacitación del personal de las empacadoras de mango desde el comienzo de cada temporada de cosecha, donde se incluya el análisis de temáticas asociadas al control de la calidad, procedimientos para la maduración de las frutas, inspección en los puntos críticos de control, promoviendo y socializando las Buenas Prácticas de Higiene y de Manufactura.

-



El Instructivo Técnico para el cultivo del papayo representa una contribución importante a la implementación de la estrategia nacional de desarrollo de los frutales en Cuba, a partir de los resultados de estudios realizados por personal científico técnico del país durante los últimos años. En el documento se muestran las generalidades del cultivo y los principales requerimientos para lograr su desarrollo e incrementar la producción; se describen elementos relacionados con las plagas y enfermedades que inciden en la calidad de las frutas y los rendimientos. Igualmente se consideran las principales herramientas tecnológicas de la cosecha y poscosecha para optimizar la calidad y extender la vida de anaquel de las frutas. Forma parte de una serie de folletos elaborados por el Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical (IIFT) con el apoyo del proyecto Agrofrutales para contribuir a la mejora de las capacidades en la agrotecnia de los cultivos, la reducción de las pérdidas y la agregación de valor.

ISBN: 978-959-296-072-5



9 789592 196072 5

