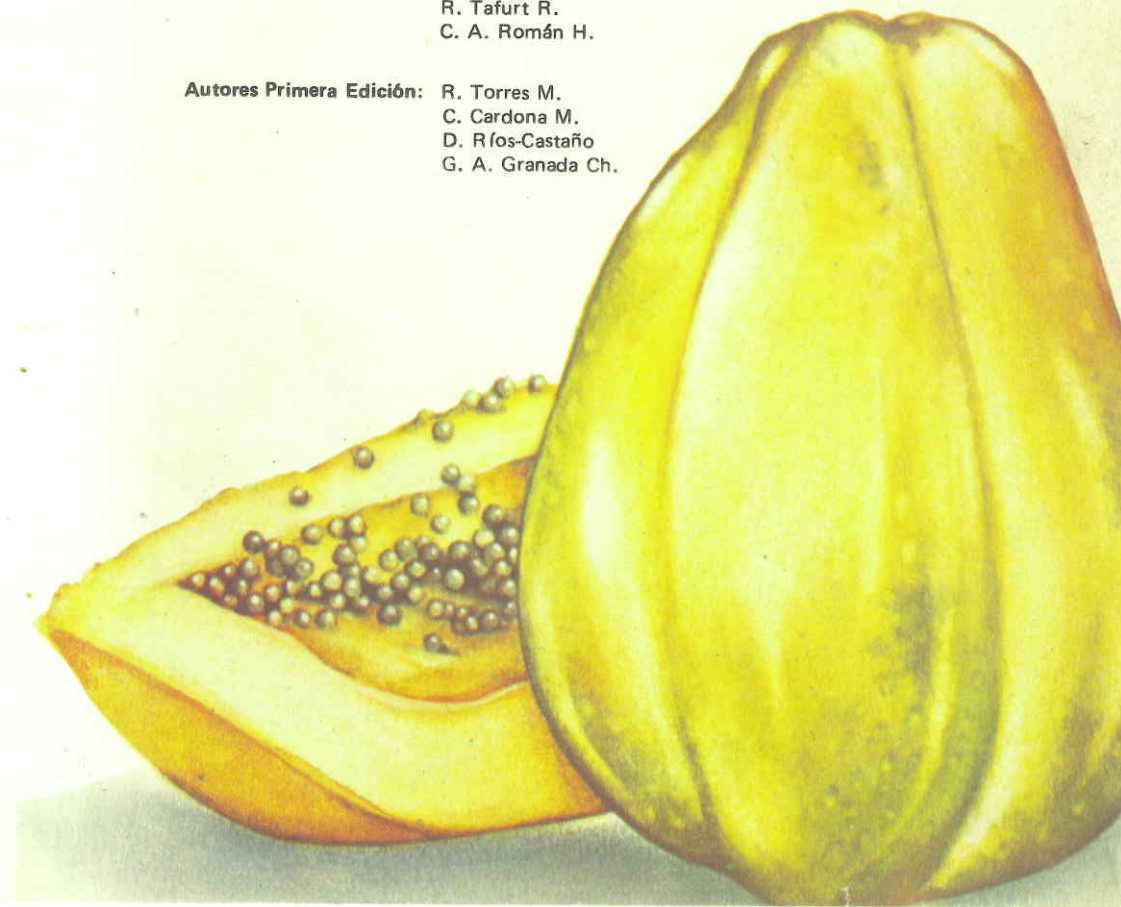


papaya

Segunda Edición: R. Torres M.

Con la colaboración de: G. Martínez L.
C. Cardona M.
J. Victoria K.
A. Trochez P.
R. Cárdenas M.
H. Franco F.
R. Tafurt R.
C. A. Román H.

Autores Primera Edición: R. Torres M.
C. Cardona M.
D. Ríos-Castaño
G. A. Granada Ch.



La papaya, *Carica papaya* L., es una de las frutas más apetecidas en el mercado colombiano y tiene grandes posibilidades para exportación.

Colombia posee extensas zonas aptas para el cultivo y codiciosos planes de incremento de la planta. Aunque es difícil dar cifras exactas sobre el área cultivada en Colombia, ésta se calcula en unas 1.100 hectáreas con cerca de 1.100.000 árboles; por muchos problemas, especialmente sanitarios, los árboles son de poca duración y en la mayoría de los casos se encuentran aislados.

USOS

La papaya tiene muchos y variados usos, y así, además de usarse directamente en la alimentación, se usa también en la farmacia e industria. Contiene vitaminas A, B y C y es uno de los mejores digestivos (Pérez Arbeláez, 1956).

Las infusiones de las flores tienen propiedades febrífugas y pectorales. Además, las flores secas son parte importante de muchos vermífugos (Agricultura de las Américas, 1964). Las hojas poseen un alcaloide llamado carpaína. Este ocurre en las hojas de papaya en concentraciones hasta de 0.4 por ciento y es útil en tratamientos de disentería y tuberculosis, además de que relaja los músculos y baja la presión arterial (Burdick, 1971).

Las incisiones producidas en los frutos y en el tallo producen un látex blanco que contiene la enzima papaína, la cual disuelve y digiere las materias albuminoides. Debido a esta cualidad, la papaína se usa en la elaboración de medicinas para el control de insuficiencias gástricas, en la digestión de tejidos putrefactos en heridas gangrenosas y para estudios citológicos en la determinación del cáncer estomacal (Storey, 1969). En la industria textil, sirve para suavizar la lana y la seda; en la industria de pieles para el batiente de cueros; en la industria del caucho para el envejecimiento artificial del látex; en la fabricación de chicle de buena calidad y en la industria cervecera para mejorar maltas con el tratamiento de la cebada (Agricultura de las Américas, 1964). En los laboratorios bacteriológicos se emplea la papaína para la preparación de medios de cultivo. Además se emplea para ablandar carnes en los grandes mataderos industriales, donde se inyecta a cada res una solución de papaína, diez minutos antes de sacrificarla (Penella, 1968).

BOTANICA

TAXONOMIA

La papaya es una especie dicotiledónea, de árboles pequeños y semileñosos. Pertenece a la familia *Caricaceae*, en la cual existen 71 especies, distribuidas en cuatro géneros (Badillo, 1967b):

Carica	57 especies
Cylicomorpha	2 especies
Jacaratia	10 especies
Jarilla	2 especies

Con excepción del género *Cylicomorpha*, que es nativo de Africa Tropical, todos los demás son nativos de América Tropical (Giacometti y Torres, 1967). Los dos géneros principales, *Carica* Linn. y *Jacaratia* Marg, y Endl., se distinguen principalmente por la disposición de la corola (Lassoudiere, 1968 a).

El género *Carica* tiene un número de cromosomas $2n=18$. El número de especies ha sido dado hasta de 57, aunque de acuerdo con Lassoudiere (1968 a), algunas pueden ser híbridos interespecíficos. Los frutos de *C. candamarcensis* Hook (= *C. pubescens* Lenné, según Badillo (1967 b), *C. monoica* Desf., *C. pentagona* Heilborn., *C. erythrocarpa* Heilborn, *C. goudotiana* Solms-Laubach, *C. quercifolia* Benth and Hook y *C. papaya* Linn., son comestibles (Storey, 1969).

La mayor parte de las especies de *Carica* son originarias de América Central y costa occidental de América del Sur, principalmente de los valles húmedos de la cordillera Andina (Giacometti y Torres, 1967). En ellos, la zona Ecuador - Colombia es la más rica en especies. Entre las especies colombianas más conocidas se distinguen: *C. papaya*, *C. candamarcensis*, de clima frío; *C. goudotiana*, de clima templado; entre los 500 y 1.000 metros de altitud existe la *C. cauliflora* en el Valle del Cauca; desde el Cauca hasta el Ecuador se encuentra la *C. pentagona* con el nombre vulgar de "chamburo". Estas especies son utilizadas para dulces y usualmente los frutos se venden en los mercados de las ciudades con el nombre generalizado de "papayuelo" (Torres, 1969). Otras especies mencionadas en Colombia, pero de menor importancia son: *C. aurantiaca* Bull et Solms, *C. cestriflora*, A.D.C., *C. crassipetala* Badillo, *C. frutigrans* Barriga, *C. gracilis* Linder, *C. longiflora* Badillo, *C. manihot* Solms, *C. sphaerocarpa* Barriga (Badillo, 1967 a, 1967 b, 1967 c); Lassoudiere, 1968 a).

En las regiones altas de los Andes Ecuatorianos, se cultivan algunas caricas partenocarpicas, de las cuales se conoce la forma femenina que es propagada por estaca. Sus frutos son más apreciados que los de *C. pubescens*, común en esas regiones (Horovitz y Jiménez, 1967). Estas caricas son híbridos, principalmente con las especies *C. pubescens* y *C. estipulata*. Badillo (1967 a), ha designado al grupo como carica x Heilbornii, abarcando las siguientes especies: *pentagona*, *chrysopetala* y *fructifragans* (Horovitz y Jiménez, 1967).

DESCRIPCION, ORIGEN Y DISPERSION

La *C. papaya* es una especie arbustiva de tronco hueco. Alcanza de 8 a 9 metros de altura y rara vez se ramifica, puesto que la dominancia apical, en la mayoría de las variedades, es muy fuerte (Lassoudiere, 1968 b). Las hojas son grandes, anchas, palmadas y de color verdoso. Tanto en ellas como en el tallo y los frutos se encuentra látex, el cual contiene la enzima papaína.

La papaya es una especie polígama por presentar formas hembras, machos y hermafroditas. Las flores son de tipo pentámera con 5 sépalos, 5 pétalos, 5 estambres y 5 carpelos y nacen en las axilas de cada hoja, luego que ha transcurrido el estado juvenil del árbol. Los árboles machos se caracterizan por inflorescencias con muchas flores, pedúnculos largos, ramificados y con flores de tipo macho (Figuras 1 y 2). Los árboles hembras tienen inflorescencias con pedúnculos cortos y con flores hembras. Los árboles hermafroditas tienen inflorescencias con pedúnculos relativamente cortos y con flores hermafroditas (Figuras 2 y 3).

FIGURA 1. Los árboles machos tienen inflorescencias con muchas flores y con pedúnculos largos y ramificados.



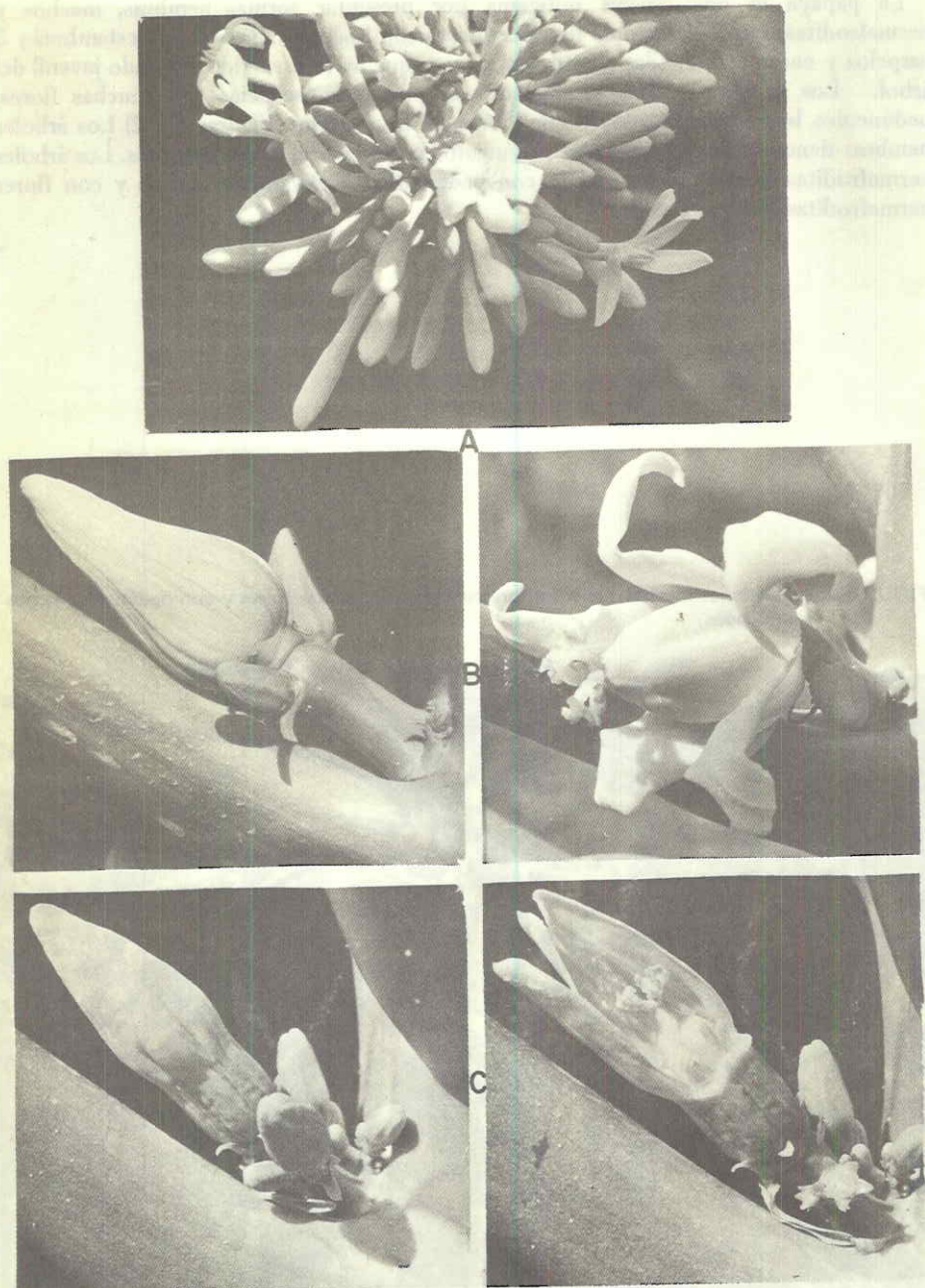
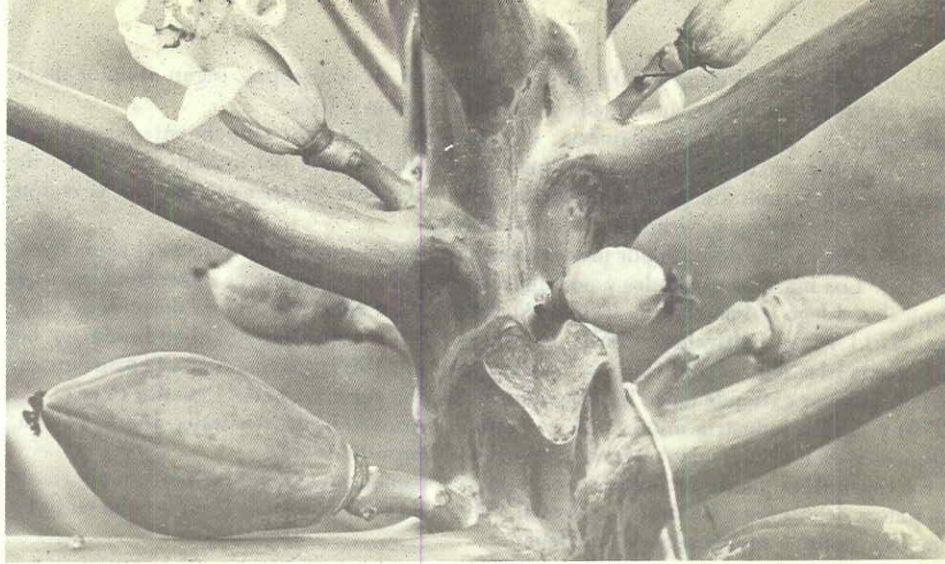


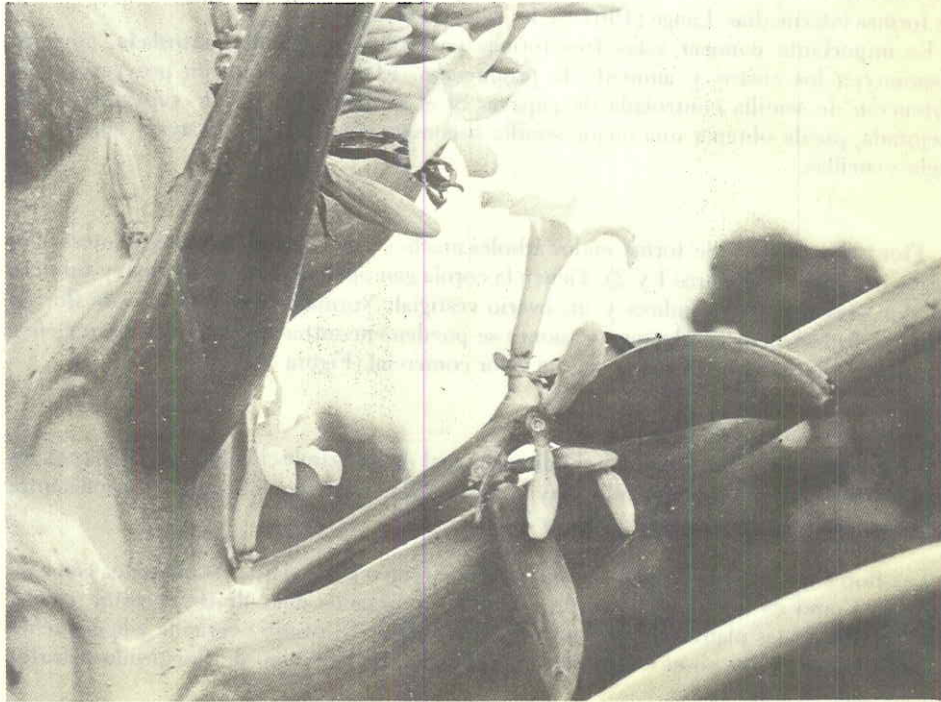
FIGURA 2. Flores de papayo. A. Flor macho; B. Flor hembra: izquierda flor cerrada; derecha flor abierta. C. Flor hermafrodita fértil: izquierda, flor cerrada; derecha, flor abierta.



Flor y fruto de árbol hembra

FIGURA 3. Los árboles hembras y hermafroditas tienen inflorescencias con pedúnculos cortos.

Flor y fruto de árbol hermafrodita



Algunos autores (Vélez, 1970), dividen la especie en dos grupos, según el color de la pulpa del fruto: amarilla y anaranjada y salmón o salmón rojizo.

Aunque la papaya es originaria de América Tropical, actualmente se cultiva intensivamente en todas las partes tropicales y subtropicales del mundo. El centro de origen, según la opinión general de los botánicos, está en América Central, en la región entre el sur de Méjico y Nicaragua (Storey, 1969).

La *C. papaya* fue descrita por primera vez por Oviedo entre 1515 y 1525 (Lassoudiere, 1968 a). Los marinos españoles y portugueses, diseminaron la papaya a través de las rutas tropicales. Llegó a Panamá en 1535, a Puerto Rico en 1540 y un poco después a Cuba. Para 1611 ya se cultivaba en India y para 1800 fue ampliamente distribuida en las numerosas islas del Sur del Océano Pacífico (Storey, 1969). Actualmente la distribución de la papaya se extiende hasta los 32 grados de latitud sur y norte del Ecuador (Yee *et al.*, 1970) y es una industria importante en Hawái, África del Sur, Australia, India, Ceylán, Filipinas y en los países de América Tropical y el Suroeste de Asia.

En español, la planta recibe diversos nombres: papaya en Colombia y en la mayoría de los países de América Central; lechosa en Venezuela y Puerto Rico; fruta bomba en Cuba y melón zapote o melón papaya en Méjico.

FORMAS SEXUALES DE LAS PLANTAS

Para conveniencia práctica, los árboles de papaya se clasifican en tres tipos sexuales primarios: estaminados o masculinos; hermafroditas o bisexuales; pistilados o hembras. Sin embargo, entre las flores masculinas, hermafroditas y hembras, existe un gran número de formas intermedias. Lange (1961 b), ha descrito diecisiete.

Es importante conocer estas tres formas para obtener semilla controlada, pues así disminuyen los costos y aumenta la producción. El ICA adelanta un proyecto sobre obtención de semilla controlada de papaya. Si el agricultor no puede conseguir semilla mejorada, puede obtener una mejor semilla si conoce el sexo de la papaya y aplica unas reglas sencillas.

Flor masculina. Se forma en los árboles machos y se encuentran en ramilletes sobre largos pedúnculos (Figuras 1 y 2). Tienen la corola gamopétala (pétalos unidos) y tubular. La flor presenta 10 estambres y un ovario vestigial. Normalmente, este tipo de flor no produce frutos, pero en algunas ocasiones se pueden encontrar frutos alargados que en la mayoría de los casos son deformes y sin valor comercial (Figura 4).

Flor femenina. Se forma en el tallo principal de los árboles hembras, sobre las axilas de las hojas y tiene un pedúnculo muy corto. La flor relativamente grande, se encuentra solitaria o en pequeños racimos (Figura 3).

Las flores tienen cinco sépalos rudimentarios y cinco pétalos que están unidos cerca de su base. Como es flor que carece de estambres y órganos masculinos, necesita para su polinización de las plantas masculinas o hermafroditas. El ovario es grande y ligeramente cilíndrico y el estilo posee cinco estigmas (Figura 2). Este tipo de flor produce frutos redondeados (Figura 5).



FIGURA 4. En buenas condiciones de clima y cultivo, algunos árboles machos pueden presentar frutos. Estos son deformes y sin valor comercial.

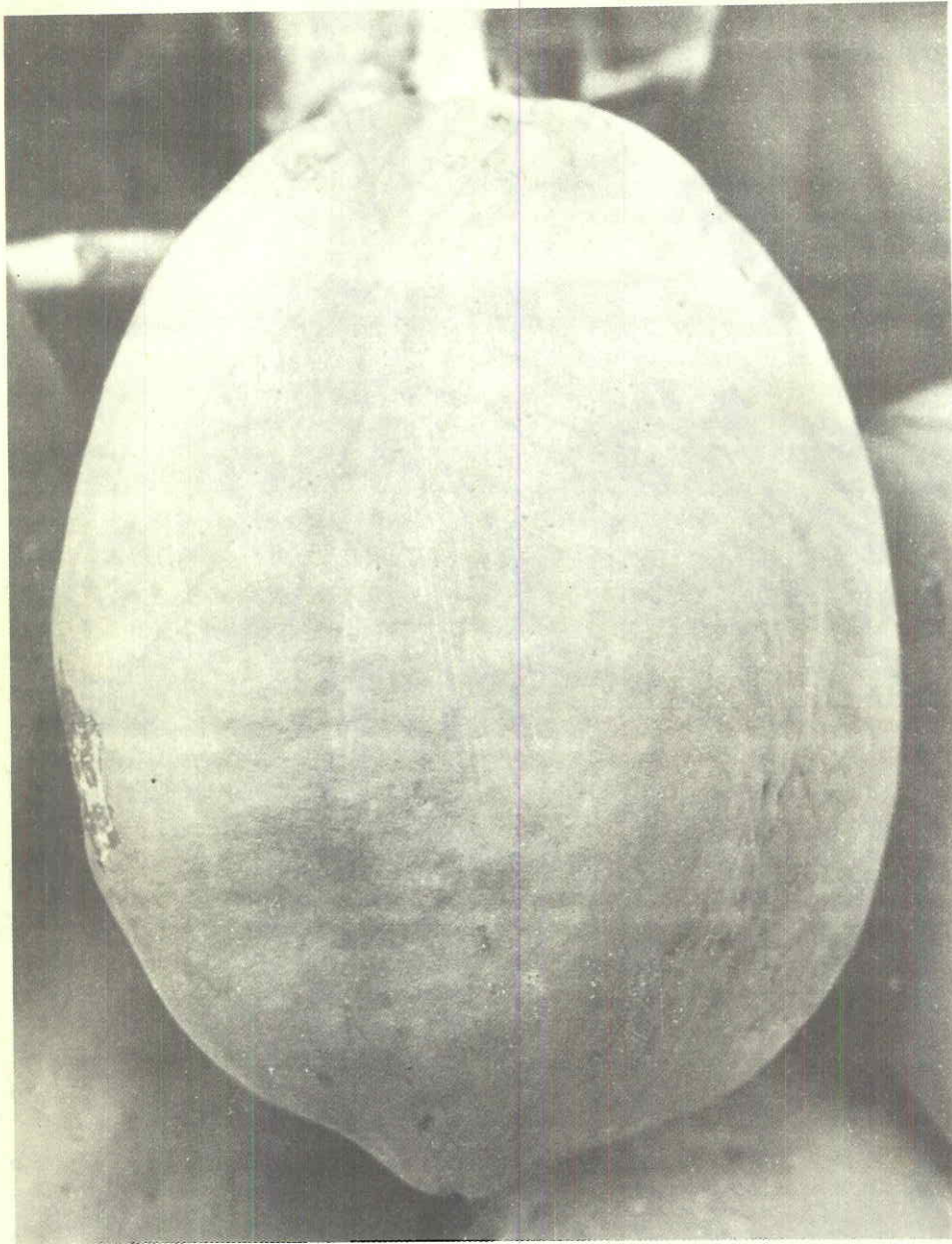


FIGURA 5. La forma esférica es característica de los frutos provenientes de flor femenina.

Flor hermafrodita. Se presenta en plantas hermafroditas. Similar a la flor femenina; nace casi pegada al tallo principal sobre las axilas de las hojas, aunque el pedúnculo es un poco más largo, alcanzando de 8 a 10 centímetros. La flor se encuentra solitaria o en pequeños racimos de unas seis flores y consta de órganos masculinos y femeninos.

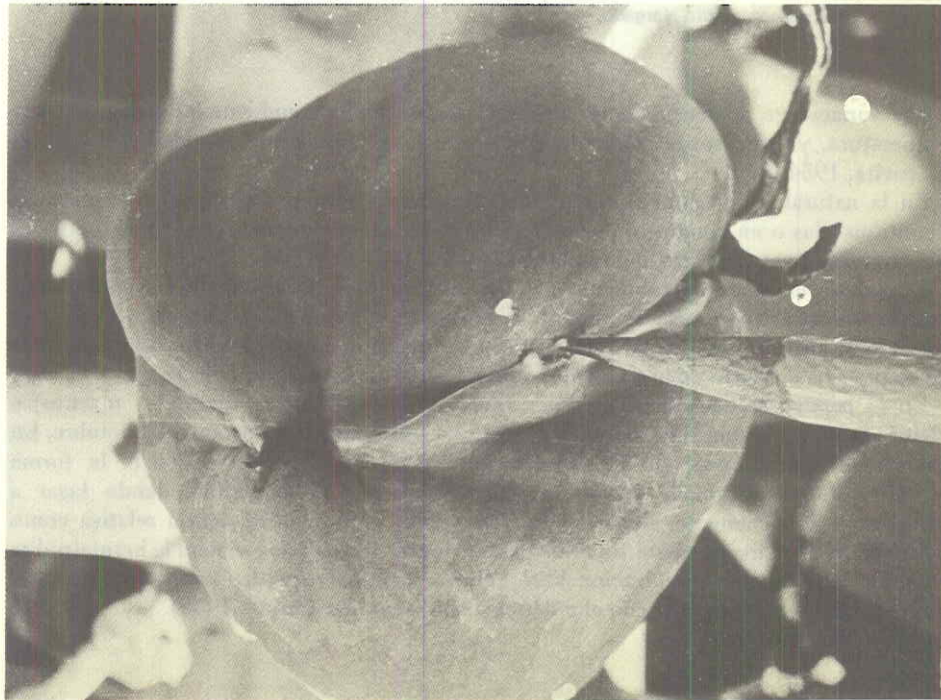
El ovario es de tipo cilíndrico y alargado. Los pétalos unidos hasta la mitad y luego separan en número de cinco. La corola tiene un ancho uniforme y las anteras, usualmente en número de 10 están adheridas al cuello de la corola (Figura 2).

Las flores hermafroditas pueden presentarse bajo muchos tipos, existiendo frecuentemente una tendencia de volverse de forma macho. Harkness (1968), menciona que la tendencia puede ser también hacia la forma hembra.

Aunque Storey (1969), menciona hasta 15 formas hermafroditas, sólo se describirán cuatro en el presente trabajo. Ellas constituyen las formas más comunes e interesantes:

- a) Flores con 5 estambres cortos, soldados con el ovario y los pétalos en su base; producen frutos globosos.
- b) Flores con 10 estambres, algunos soldados con el ovario; producen frutos deformados, (Figura 6).
- c) Flores con número variable de estambres de 5 a 10 y pistilo alargado; producen frutos alargados, (Figura 7).
- d) Flores con 10 estambres y ausencia de estigma; se comporta como una flor macho y no produce frutos (Figura 2).

FIGURA 6. Las flores hermafroditas carpeloides, o sea que presentan algunos estambres soldados con el ovario, producen frutos deformes, la mayoría sin valor comercial.



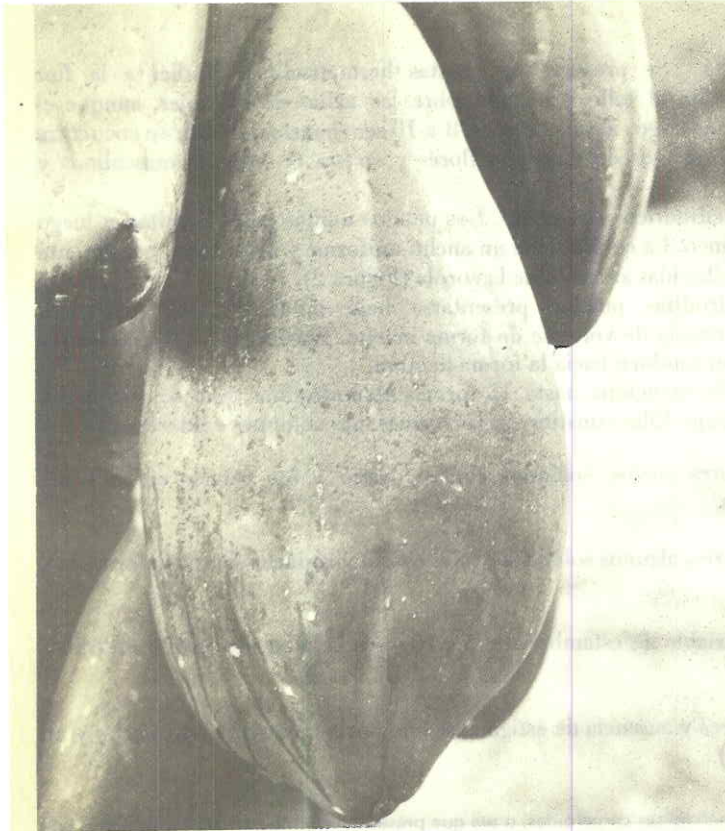


FIGURA 7. Los frutos de forma alargada provienen de flores hermafroditas con pistilo alargado.

Las variaciones aparecen como respuesta a los cambios ambientales, especialmente temperatura, ya que con el aumento de ésta, se acrecienta la masculinidad de las flores (Horovitz, 1954 b).

En la naturaleza y también como resultado de la selección hecha por el hombre, las plantas aisladas o en conjunto, pueden consistir de machos y hembras solamente, o sólo de hermafroditas y hembras, o de todas las tres formas.

El carácter monóico o hermafrodita en *Carica*, constituye un desarrollo reciente y se ha hallado en solo tres especies: *papaya*, *monoica* y *pubescens*. En cada una de las tres especies, el aparato ambisexual está regido por diferente sistema genético, pero en todos los casos se ha derivado de la condición dióica (Horovitz y Jiménez, 1967).

En *C. papaya* se encuentra la forma dióica primitiva (árboles hembras y machos) y además la nueva hermafrodita que es conservada por selección constante del hombre. En poblaciones espontáneas de *C. papaya*, que vuelven al estado silvestre, la forma hermafrodita es eliminada en pocas generaciones por la masculina, dando lugar a poblaciones estrictamente dióicas (Horovitz *et al.*, 1953). La eficiencia relativa como polinizador, es marcadamente superior para la forma masculina que para la hermafrodita y algunos estudios en polinización libre inducen a suponer que las flores hermafroditas son fecundadas mayormente con el polen de plantas machos (Arnal, 1955).

OBTENCION DE SEMILLA

Al pretender obtener semilla o mantener en altas condiciones de producción un cultivo de papaya, deben tenerse en consideración algunos puntos importantes.

GENETICA DEL SEXO.

Hace relación a los sexos resultantes con los diversos cruzamientos entre las formas sexuales.

El primer trabajo de la herencia del sexo en papaya fue hecho por Hofmeyr (1938) en Sur Africa y ha sido estudiado ampliamente por otros investigadores como Storey (1953) y Horovitz (1954 a).

El sexo en papaya puede expresarse en términos de factores mendelianos simples (Torres, 1969), usando para ellos los siguientes símbolos: M_1 factor dominante para macho; M_2 factor dominante para hermafrodita; m , factor recesivo para hembra. La constitución genética de las tres formas es: $M_1 m$, planta macho; $M_2 m$, planta hermafrodita; $m m$, planta hembra. Los genotipos $M_1 M_1$, $M_2 M_2$ y $M_1 M_2$ son inviables.

Al cruzar las tres formas sexuales, macho, hembra y hermafrodita, entre sí, se obtienen 8 combinaciones posibles, las cuales se dan en la Tabla 1. Las polinizaciones 2, 3 y 4 no producen machos, lo cual es una gran ventaja para el agricultor, máxime si se tiene en cuenta que el sexo no se puede determinar hasta que los árboles producen flores. Si se cruza una hembra x hermafrodita, la generación resultante dará 50 por ciento de hembras y 50 por ciento de hermafroditas; si se autopoliniza una flor hermafrodita o se poliniza hermafrodita x hermafrodita, la generación resultante será de 33 por ciento de hembras y 66 por ciento de hermafroditas.

TABLA 1. Relación de los sexos resultantes del cruce y autofecundación de las formas sexuales de la papaya.

Polinización	Relación resultante			
	Hembra mm	Hermafrodita M2m	Macho M1m	Inviable
1. Hembra x macho (mm x M1m)	1	0	1	0
2. Hembra x hermafrodita (mm x M2m)	1	1	0	0
3. Hermafrodita autofecundado (M2m x M2m)	1	2	0	1
4. Hermafrodita x hermafrodita (M2m x M2m)	1	2	0	1
5. Hermafrodita x macho (M2m x M1m)	1	1	1	1
6. Macho autofecundado (M1m x M1m)	1	0	2	1
7. Macho x macho (M1m x M1m)	1	0	2	1
8. Macho x hermafrodita (M1m x M2m)	1	1	1	1

Las polinizaciones con machos son posibles porque los machos envuelven una reversión del sexo, produciendo flores perfectas en algunas épocas del año.

Aunque el tipo básico sexual es determinado genotípicamente, ciertos árboles machos y hermafroditas tienen reversión del sexo en grado variable, como también otras clases de variaciones morfológicas, debidas a cambios en el clima, especialmente temperatura y humedad, siendo la hembra la única forma estable fenotípicamente. El número de formas heredables en papaya, algunas estables, otras inestables, es de 32, de las cuales 2 son para hembras, 15 para machos y 15 para hermafroditas (Storey, 1969).

De acuerdo con Kumar *et al.* (1954), no hay diferencia morfológica entre los cromosomas de plantas hermafroditas, machos y hembras. Trabajos conducidos por Storey (1953) en Hawaii, muestran que el sexo en papayo no está determinado por un gene simple, sino por un complejo de genes los cuales están estrechamente ligados en diferentes segmentos, ocupando regiones idénticas en los cromosomas sexuales; los segmentos determinantes del sexo se comportan en la herencia como si fuesen factores únicos. Los genes de estos segmentos son: Mp, pedúnculo alargado del macho, ramificado y con muchas flores; mp, pedúnculo de las hembras y hermafroditas, corto y con pocas flores; l, letal zigótico; sa, supresor del androceo; sg, supresor del gineceo.

PRECOCIDAD Y ALTURA DE FRUCTIFICACION

Estos dos caracteres son de gran importancia en papaya en vista de la corta vida económica del cultivo. El papayo precoz empieza la floración entre los 3 y 5 meses después de la siembra; plantas precoces son también de porte bajo, es decir dan los primeros frutos entre los 30 y 50 centímetros del suelo (Figura 8).

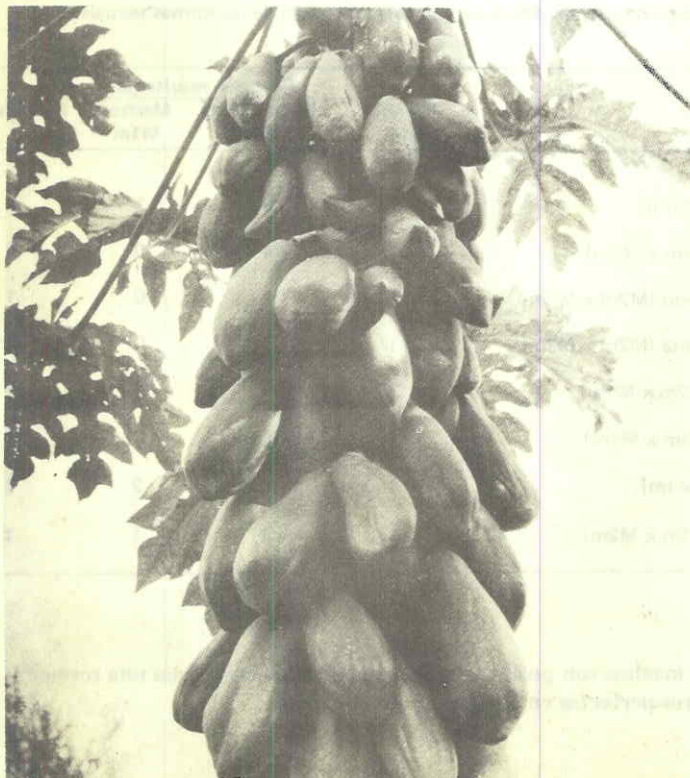


FIGURA 8. Arbol de papayo hermafrodita precoz y con baja esterilidad.

La altura de la planta está determinada por la longitud de los entrenudos, la cual está influenciada por factores múltiples (Giacometti y Torres, 1967). El carácter planta enana, es recesivo para planta alta normal. Por lo general, en Colombia es más frecuente el carácter porte alto.

De acuerdo con lo anterior, algunas variedades pueden ser de porte alto y tardías en iniciar producción y otras de porte bajo y precoces. La variedad Betty inicia su fructificación en 25 semanas y a 38 centímetros arriba del nivel del suelo; Solo, inicia fructificación en 33 semanas y a 145 centímetros por encima del nivel del suelo (Storey, 1969).

Esterilidad femenina. Es una modificación en la expresión del sexo en papaya, en la cual la planta hermafrodita pasa de un estado de producción a uno improductivo (Figura 9). Este estado está influido por condiciones de clima; su comportamiento es diferente según la edad y puede durar pocas semanas o varios meses (Giacometti y Torres, 1967). Yee *et al.* (1970), comentan que los climas cálidos y secos parecen aumentar la expresión de esterilidad.



FIGURA 9. Arbol hermafrodita con alta esterilidad; nótese la ausencia de frutos.

Carpeloidía de estambres. Consiste en la presencia de flores hermafroditas con estambres soldados con el ovario. De estas flores resultan frutos deformes y de poco valor comercial (Figura 6).

La carpeloidía parece ser influenciada por el ambiente. Ocurre especialmente cuando una selección hecha en clima cálido se lleva para su cultivo a climas más fríos, (Yee *et al.*, 1970).

Características del fruto. Las selecciones de papaya difieren ampliamente en el tamaño del fruto. Algunas tienen frutos con menos de 5 centímetros de diámetro y 50 gramos de peso y otras tienen frutos con 50 centímetros o más de longitud y 10 kilogramos o más en peso (Storey, 1969). El tamaño de los frutos de los híbridos es el de la media aritmética de los padres (Torres, 1969).

El tamaño preferido varía con los países donde se cultiva la papaya. La producción en Hawaii se basa en la variedad Solo, con frutos de forma piriforme, peso de 400 a 500 gramos y producidos únicamente en árboles hermafroditas. La preferencia en Africa del Sur es por frutos de forma globular, que pesan entre 1.25 y 2.50 kilogramos y producidos en árboles hembras, especialmente de la variedad Hortus Gold. En América Latina y en las islas del Sur del Pacífico, el peso de los frutos es de 2.5 a 6.0 kilogramos (Storey, 1969). Para el mercado de fruta fresca en Colombia, el fruto debe pesar entre 1 a 2 kilogramos.

El fruto de papaya presenta las tres formas básicas: globular, oblonga y piriforme. La forma está influenciada por el tipo de flor. La forma hembra y hermafrodita con 5 estambres produce frutos redondeados (Figura 5); las hermafroditas con más de 5 estambres y pistilo alargado produce frutos alargados (Figura 7).

La superficie externa del fruto debe ser lisa sin lomos ni surcos, los cuales aumentan la posibilidad del daño en el transporte. La cavidad seminal debe ser pequeña; el diámetro de la cavidad interna debe ser menor que la mitad del diámetro externo del fruto. La sección transversal de la cavidad interna debe ser circular, puesto que facilita la remoción de las semillas.

La pulpa debe presentar maduración uniforme, firme, cantidad regular de jugo, ausencia de fibra, sabor azucarado y algo de aroma.

El sabor del fruto generalmente es mejor cuando está completamente maduro y tiene un contenido de azúcares de 12 a 15 por ciento (Storey, 1969). Tanto la síntesis de azúcares como el sabor, dependen directamente de la superficie foliar (Lassoudiere, 1969).

El olor puede variar de casi imperceptible a altamente aromático. El color varía de amarillo a rojo. El color preferido es el anaranjado intenso; el color rojo es recesivo para amarillo (Giacometti y Torres, 1967).

En resumen, al tratar de obtener semilla se requiere seleccionar primero el árbol, hembra o hermafrodita precoz y sin espacios vacíos de frutos en el tronco; luego seleccionar la fruta, sin deformaciones y con la forma y características deseadas.

VARIETADES

Existen pocas variedades o líneas verdaderas de papaya. Esto es debido principalmente, porque las semillas para sembrar se toman de frutos de polinización abierta, sin tener en cuenta la fuente de polen (Storey, 1969).

Para mantener una variedad pura o una línea deseable, deben mantenerse aislados los árboles; o, las flores que producirán los frutos para la obtención de la semilla deben polinizarse a mano con polen de la fuente apropiada y protegerlas de contaminación de

fuentes indeseables. Si no se toman las precauciones del caso contra la polinización abierta y especialmente cuando se tienen dos o más variedades cultivadas juntas, las variedades perderán su identidad en 2 ó 3 generaciones (Storey, 1969).

Por otra parte, el desarrollo de variedades uniformes es difícil debido a la genética complicada de la papaya. Un aspecto importante es que la papaya es sensitiva a los efectos de microclima y las variedades que se desarrollan bien en cierta región, usualmente no se adaptan bien a otra similar, por los cambios imperceptibles en el ambiente. La siembra de una selección en un sitio ecológicamente diferente al cual fue seleccionada, puede resultar en una esterilidad severa, alta carpeloidia en los frutos o cambios en el tamaño de éstos (Yee *et al.*, 1970).

La variedad más conocida internacionalmente es Solo de Hawaii. La Solo tiene más de 55 años, con aproximadamente 25 generaciones de cruzamientos y selección, desde su introducción en Hawaii de Barbados en 1910 (Storey, 1969). Técnicamente es un híbrido complejo de carácter hermafrodita que muestra vigor híbrido en sus retrocruzas (Sraumbaugh, 1955). Los árboles hermafroditas producen frutos piriformes pequeños con peso promedio de 450 gramos, de buen sabor y buenas características para el transporte. La variedad presenta muchas líneas. Algunas de ellas son: Línea 5, seleccionada en 1953, de altura media y con frutos de 350 a 400 gramos; rendimientos esperados de 40 a 60 toneladas por hectárea por año (Lassoudiere, 1968 b). Línea 10, de frutos pequeños y uniformes (Hamilton and Izuno, 1965). Sunrise-Solo, de pulpa anaranjada rojiza (Hamilton and Ito, 1968). Kapoho, Masumoto Solo y Waimanalo, esta última obtenida de cruzamiento entre Solo y Betty (Nakasone *et al.*, 1972). Bush, es otro tipo de Solo, con pulpa rojiza (Storey, 1969).

La variedad Solo no es recomendable para siembra en escala comercial en Puerto Rico (Singh *et al.*, 1963), ni en Florida (Harkness, 1968). En Colombia se ha experimentado con algunas líneas, pero los resultados no han sido satisfactorios.

En Florida, se conoce la variedad Betty. Pertenece a la raza dióica; es precoz, de frutos oblongos y tamaño medio. Pulpa amarilla y de sabor característico. Presenta inconvenientes de poca resistencia al transporte (Giacometti e Mundim, 1953). En Australia se ha realizado una selección de Betty, denominada Bettina y con mejores cualidades que aquella.

En Africa del Sur, donde el mercado prefiere frutos de forma esférica, se conoce la variedad Hortus Gold, que es de la raza dióica. La planta es de porte alto y semiprecoz en la floración (Giacometti e Mundim, 1953).

Bluestem es otra variedad hermafrodita cultivada en Florida. Los frutos son oblongos y pesan de 4 a 8 libras (Chandler, 1964). Graham es una variedad dióica, cultivada en Texas, con fruto de tamaño pequeño a mediano y con sabor excelente (Chandler, 1964).

En Cuba se ha obtenido la papaya Maradol, con dos tipos: amarillo y rojo; ambos con un alto contenido de azúcares y buena resistencia al transporte (Rodríguez y Corrales, 1967). En Australia, existe además la variedad Petterson, de raza dióica. En India la variedad Washington. En Japón, Marumi Ogata y Heito Delicious y en Perú son comunes Guagua y Tinga María (Giacometti e Mundim, 1953).

En Colombia existen pocas variedades y en su gran mayoría los cultivos provienen de plántulas originadas en cruzamientos naturales. La calidad de los frutos obtenidos no es buena y es sensible al transporte: las plantas presentan serios inconvenientes genéticos, tales como iniciación de fructificación muy tardía, porte alto y esterilidad femenina. Sólo dos variedades pueden mencionarse como tales en Colombia: Zapote, ampliamente

cultivada en la Costa Atlántica y que debe su nombre al color rosado intenso de la pulpa: Tocaímera, variedad hermafrodita con buenas características genéticas pero de fruto muy grande y con un peso promedio de 3.021 gramos (Torres y Ríos, 1968).

Con base en trabajos experimentales adelantados en el Centro Experimental Palmira, las variedades Bettina, Betty y 43-A-3, una selección introducida del Brasil, han resultado sobresalientes (Torres y Ríos, 1968).

CLIMA

TEMPERATURA

El papayo puede cultivarse en Colombia desde el nivel del mar hasta los 1.600 metros de altitud, pudiendo producir bajo temperaturas promedio de 17 a 38 grados centígrados (Vélez, 1970).

Las condiciones óptimas para el desarrollo se encuentran en regiones con temperaturas cercanas a los 25 grados centígrados (Haendler, 1955; Lassoudiere, 1969; Vélez, 1970). Es una planta sensitiva a las heladas, aunque no en un rango tan limitado como otras plantas tropicales. Los árboles son afectados severamente por temperaturas de 0 grados centígrados, pero se requieren exposiciones a más bajas temperaturas para matar una planta adulta (Harkness, 1968).

Alguna evidencia sugiere que la papaya no tolera temperaturas altas de 43 grados centígrados, especialmente si la humedad atmosférica es baja (Chandler, 1964). La longitud del día no tiene mucha influencia en el desarrollo; en cambio, la temperatura nocturna parece ser muy importante (Lassoudiere, 1969).

HUMEDAD

El papayo necesita abundante agua para producir buena cosecha, en parte porque la producción continua depende del crecimiento continuo del tallo y de la formación de nuevas hojas, ya que el fruto nace en las axilas de ellas. Una falta de agua que afecte el crecimiento momentáneamente, reducirá los rendimientos más que en otras frutas (Chandler, 1964). Por otra parte, para la producción de frutas de buena calidad se necesita abundante agua, ya que el fruto tiene un contenido promedio de agua del 85 por ciento de su peso (Vélez, 1970).

Aunque el agua requerida depende de varios factores como temperatura, luz, viento, suelo y edad de la planta, varios autores dan como correcta una cantidad de 1.500 a 2.000 milímetros, bien repartida durante el año (Haendler, 1955; Lassoudiere, 1969).

Un exceso de humedad en el suelo causa el amarillamiento o clorosis de las hojas jóvenes y la prematura defoliación de las hojas inferiores (Jacob and von Uexküll, 1964).

Una falta de agua reduce los rendimientos y el desarrollo de los árboles (Awada, 1962). Las plantas jóvenes toleran alguna sequía cuando recién se trasplantan al campo, pero cuando empieza la floración, con solo una semana de sequía, se produce caída de flores por tiempo considerable. Las plantas adultas toleran mejor la sequía pero no producen frutos en abundancia (Harkness, 1968).

La humedad relativa es también un factor importante en el cultivo de la papaya. Si la humedad relativa es muy baja, se tiene el problema de la transpiración excesiva; si es muy alta, se presentan enfermedades fungosas (Vélez, 1970).

VIENTOS

A causa de las hojas grandes, tallos succulentos y frutos pesados, las plantas de papaya son sensibles a los vientos fuertes y es necesario el uso de rompevientos en las zonas donde existe el problema. Los árboles, si tienen un buen sistema radicular, pueden soportar vientos hasta de 50 millas por hora (Yee *et al.*, 1970).

SUELO

La papaya crece en cualquier tipo de suelo, siempre que éste tenga buen drenaje y esté convenientemente preparado antes de la siembra.

Los mejores suelos son los franco arenosos, con un contenido medio, 4 a 5 por ciento, de materia orgánica, profundos y de buen drenaje tanto superficial como interno (Vélez, 1970).

El pH óptimo se encuentra entre los límites neutrales a ligeramente ácidos, pH 6 a 7 (Jacob and von Uexküll, 1964).

PROPAGACION

Casi todos los árboles de papaya son propagados por semilla. Ellos se pueden propagar clonalmente como estacas enraizadas o por medio de injertos y las plantas obtenidas no presentan serios problemas (Storey, 1969). Sin embargo, no se justifica la propagación vegetativa, debido a la poca vida económica del cultivo.

Los injertos entre especies de *Carica* podrían usarse para inducir resistencia a virus como ha sido demostrado por Zerpa (1962), pues las especies *C. pubescens*, *C. stipulata*, *C. x heilbornii*, *C. cauliflora* y *C. candicans*, se mantienen prácticamente libres de virus (Horovitz y Jiménez, 1967). Las especies: papaya, *monoica*, *candamarcensis* (= *pubescens*), *cauliflora*, *microcarpa* y *goudotiana* se injertan entre sí con facilidad (Jiménez, 1957). Además, *Jacaratia dodecaphylla* y *C. papaya* muestran gran afinidad en los injertos (Riccelli, 1963).

PREPARACION DE LA SEMILLA

Cuando se hace la propagación por semilla, ésta se obtiene de frutos maduros. Un fruto bien polinizado contiene alrededor de 300 a 700 semillas viables (Storey, 1969). La semilla está rodeada de un mucílago, el cual si se quita, resulta en una germinación más rápida y uniforme. La remoción se hace fácilmente por fermentación de la semilla y el mucílago en un frasco con agua, por unas 48 horas; posteriormente se lava en un cedazo y se seca a la sombra sobre papel absorbente.

La semilla sana, bien secada, permanece viable por casi un año, si se almacena a 12 grados centígrados en un frasco bien tapado, (Storey, 1969).

Hay alrededor de 27.000 semillas por libra, lo cual es suficiente para sembrar unas 4 hectáreas, dependiendo de la práctica de siembra. Una cucharada contiene alrededor de 200 semillas (Yee *et al.*, 1970).

SIEMBRA

La siembra de la semilla puede hacerse empleando tres métodos diferentes, directa en el campo, en semilleros y siembra en bolsas. Cualquiera que sea el método empleado, las semillas deben sembrarse entre 2 y 3 centímetros de profundidad. Las semillas frescas germinarán en menos de tres semanas si hay adecuada humedad y calor.

Siembra directa en el campo. Recomendada por algunos autores (Rodríguez y Corrales, 1967).

Cuando se siembra directamente se pueden plantar 5 o más semillas por sitio y luego se ralea para dejar 2 ó 3 plantas hasta la floración cuando se dejará una sola, de acuerdo al sexo necesitado.

La siembra debe efectuarse en épocas de lluvia y suplementar con riegos las deficiencias; este método exige mucha semilla.

En semilleros. Se siembra la semilla en eras convenientemente preparadas y esterilizadas, ya que las plántulas son susceptibles a podredumbres. Las plántulas, una semana después de la germinación, pueden pasarse a bolsas de polietileno, colocando en cada una un número de plantas de acuerdo al deseado por sitio en la siembra en el campo.

Se debe proveer un 50 por ciento o más de sombra a las plántulas en las bolsas, para evitar secamiento. La sombra se puede remover 2 semanas después del trasplante. Las plantas estarán listas para llevar al campo dos o tres semanas después de remover la sombra.

El método descrito, requiere poca cantidad de semilla y es bueno y eficiente, siempre que el trasplante a bolsas se haga con plantas jóvenes, porque éstas tienden a producir un mejor sistema radicular y se comportan mejor en el campo (Yee *et al.*, 1970). Lange (1961 a), justifica el trasplante de semilleros a bolsas, cuando las plantas tienen 2 a 3 días de germinadas y antes de que la longitud de la raíz principal exceda de 5 centímetros, puesto que el trasplante en edad superior curva la raíz, resultando en tallos curvados y de pobre desarrollo en el campo.

Siembra directa en bolsas. Este método exige un mayor número de semillas que el anterior, pero es muy eficiente y se evita el riesgo de la curvatura de la raíz.

Se puede usar una mezcla de arena y tierra orgánica para llenar las bolsas. El suelo debe haber sido previamente esterilizado, tener buena aireación y evitar el exceso de agua para que las plantas no sufran por pudriciones.

Se puede mezclar algún fertilizante con el suelo, aunque también se puede aplicar un fertilizante soluble a las plántulas, 1 ó 2 veces por semana. Harkness (1968), recomienda una cucharadita de 20-20-20 disuelto en un galón de agua.

Cuando se usa semilla de fruto polinizado con polen de hermafrodita, es suficiente sembrar 2 semillas por bolsa. Con otras semillas se habrá de presentar una considerable proporción de machos, se pueden sembrar 5 semillas y ralea a 3 después de la germinación. Las plantas, después de llevadas al campo, se dejan crecer hasta que florezcan y se deja una planta hermafrodita o una hembra por sitio, raleando los machos y las plantas sobrantes. Si no se presentan plantas hermafroditas se debe dejar un macho por cada 12 hembras, convenientemente distribuido alrededor de ellas.

TRASPLANTE AL SITIO DEFINITIVO

Las plantas pueden plantarse en el sitio definitivo después de 2 a 3 meses de sembradas las semillas. Es conveniente que las plantas hayan sido expuestas a pleno sol antes del trasplante.

El suelo debe haber sido convenientemente preparado. Debe regarse, en caso de no efectuarse la siembra en épocas de lluvia, 2 o más días antes del trasplante y después de éste, cada 3 ó 4 días hasta que el arbolito extienda bien sus raíces. Los arbolitos no deben colocarse más profundo de lo que estaban antes del trasplante, pues la zona superior al cuello radicular es susceptible a enfermedades causadas por la humedad. Harkness (1968), recomienda colocar una cobertura de pasto seco o plástico alrededor de cada planta recién trasplantada, para ayudar a conservar la humedad del suelo, mantener una temperatura moderada y prevenir el crecimiento de malezas; además, la cobertura sobre el suelo parece reducir el daño por nemátodos (Chandler, 1964).

Si la semilla obtenida para la siembra es proveniente de una flor hermafrodita autopolinizada o de un cruce de hermafrodita por hermafrodita o de hembra por hermafrodita, se debe sembrar un árbol por sitio ya que todos los árboles serán productivos. Si es un cruce de hembras por macho, se deben sembrar 3 árboles por sitio para luego arrancar las plantas suplementarias y asegurar un macho por cada 12 hembras, (Figura 10).



FIGURA 10. Si la semilla para siembra proviene de un cruce de hembra por macho, o si se desconoce su origen, es conveniente poner en el campo 3 árboles por sitio para luego que florezcan, seleccionar las plantas productivas.

La distancia de siembra depende mucho del declive del suelo, de la localización, del clima, del grado de mecanización y del tamaño del fruto desecado, ya que entre más reducida la distancia, más pequeños serán los frutos. Además, en las zonas afectadas por virus hay que acortar el ciclo del cultivo y tratar de obtener altos rendimientos a través del aumento del número de plantas por unidad de área (Vélez, 1970).

Aunque la distancia varía según los países productores, en Colombia una distancia de 3 x 3 metros ha sido conveniente para la mayoría de los cultivos. En Hawaii las distancias varían de 1.80 a 2.70 metros entre plantas y de 2.70 a 3.40 metros entre hileras (Yee *et al.*, 1970). En Australia se recomienda 3 metros entre plantas y 3.30 entre hileras (Cole and Hawson, 1962). Rodríguez y Corrales (1967) en Cuba, recomiendan 2 metros entre plantas por 4 entre hileras.

MANEJO DEL CULTIVO

FERTILIZACION

En Colombia es poco lo que se sabe sobre la respuesta de la papaya a los fertilizantes. Sin embargo, se conoce que es un cultivo que responde muy bien a las altas dosis de fertilizantes (Jacob and von Uexküll, 1964; Harkness, 1968). Haendler (1955), dice que el cultivo intensivo de papayos es imposible de realizar sin el tratamiento respectivo de fertilizantes. Chandler (1964), menciona que para el crecimiento rápido y alta producción se necesitan altas cantidades de nutrimentos, especialmente de nitrógeno.

El buen abastecimiento de nutrimentos, en combinación con adecuadas condiciones climáticas, se manifiestan en el cultivo de la papaya a través del desarrollo de un tallo corto y robusto, acompañado de una producción temprana. Los mejores resultados se han obtenido manteniendo un crecimiento vigoroso en todos los tiempos. Generalmente, el nitrógeno y el agua son los factores limitantes en el crecimiento. Cuando las plantas son adultas se deben agregar otros elementos para mantenerlas sanas y con frutos de buena calidad.

En cualquier programa de fertilización se debe recordar que una lluvia puede lavar la mayoría del nitrógeno y del potasio en el suelo y por otra parte, la concentración de fertilizantes en el suelo irá aumentando, si las aplicaciones se hacen cuando hay poca lluvia o riego. Al aplicar el fertilizante se debe tener cuidado de regarlo sobre toda la zona de raíces, teniendo presente que las raíces de la papaya usualmente se extienden un poco más que la altura de la planta (Harkness, 1968).

Síntomas de deficiencia causados por la falta de elementos mayores y menores, fueron estudiados en árboles de papaya, cultivados en arena en invernaderos por Samuels and Gibes (1969). Los elementos estudiados fueron Nitrógeno, Potasio, Fósforo, Calcio, Magnesio, Azufre, Hierro, Manganeso y Boro. Considerando todos los elementos juntos, se obtuvo el menor crecimiento con el tratamiento sin Nitrógeno, seguido respectivamente por los tratamientos sin Fósforo, Calcio y Potasio. Entre los elementos menores, la diferencia de Boro tuvo la mayor influencia sobre el crecimiento de la planta y el desarrollo de las raíces. Además, la deficiencia de Boro produjo síntomas similares a la enfermedad virosa conocida como Bunchy top. Recientemente, Awada and Long (1971) encontraron una alta relación entre el contenido de Potasio y el rendimiento y el contenido de azúcares del fruto.

El papayo responde bien a la adición de materia orgánica, razón por la cual, el estiércol y los abonos verdes deben ser la base de cualquier tratamiento fertilizante (Jacob and von Uexküll, 1964). Los abonos orgánicos deben ser complementados con fertilizantes minerales y en caso de que los primeros no se usen, se debe aplicar más nitrógeno del programado (Harkness, 1968). Un indicativo de la deficiencia de nitrógeno es que las hojas bajas se vuelven amarillas. De acuerdo con Harkness (1968), es necesario mantener verdes las hojas bajas, tanto tiempo como sea posible, porque el crecimiento de la planta y el sabor y contenido de azúcares en el fruto dependen de la superficie foliar.

Richard (1952) obtuvo buena respuesta en fertilización de papayos al emplear estiércol en alto grado de descomposición, sangre seca y cal agrícola, Haendler (1955) recomienda fertilizar con 50 toneladas por hectárea de estiércol acompañado de una dosis de 350 a 400 kilogramos por hectárea de superfosfato.

Aunque algunos autores han recomendado fertilizaciones distanciadas, la mayoría y más recientes, recomiendan fertilizaciones frecuentes. Haendler (1955) recomienda aplicar anualmente de 100 a 1.250 gramos por planta de una fórmula 4-8-5. Throld (1949) indica 2.5 toneladas de fertilizante compuesto por hectárea, repartido en dos suministros anuales. Rodríguez y Corrales (1967), recomiendan fertilizar a los 20 días de germinada la semilla, en siembra directa en el campo y repetir la fertilización cada 60 días. Vélez (1970), dice que las mejores fórmulas para usar en Colombia serían 20-20-10; 15-20-15 ó 10-20-10, haciendo las aplicaciones cada 10 semanas luego de que los árboles inicien producción y poniendo de una a tres libras por árbol cada vez. Harkness (1968) dice que comenzando 2 semanas después de que las plantas se coloquen en el campo, se aplica un fertilizante compuesto cada 15 días, comenzando con $\frac{1}{4}$ de libra por sitio y aumentando gradualmente hasta que al final del sexto mes se llegue a una libra. Penella (1968), recomienda aplicar 100 gramos, cada 15 días, de un fertilizante nitrogenado, en plantaciones menores de tres meses.

En Hawaii se aplican cerca de 40 kilogramos por hectárea alrededor de las semillas cuando éstas se siembran directamente en el campo. A medida que las plantas crecen se aplica mayor cantidad, llegando algunos cultivadores a usar 45 o más kilogramos por hectárea durante el segundo mes, 85 o más kilogramos desde el tercero al quinto mes y continuando luego con 300 o más kilogramos por mes. Sin embargo, las investigaciones han demostrado que una fórmula 10-10-10 aplicada a razón de una libra por árbol cada mes, es conveniente para árboles en producción (Yee *et al.*, 1970).

PODA

Los árboles de papaya se pueden podar para provocar el rejuvenecimiento cuando son demasiado altos y se dificulta la cosecha o cuando los frutos son relativamente pequeños. Sin embargo, en la mayoría de los casos es preferible reemplazar los árboles adultos por arbolitos nuevos.

Cuando se requiere podar, el corte se hace a la altura de un metro. Para evitar la entrada de agua y prevenir las enfermedades se utiliza un desinfectante y se cubre el corte con una bolsa plástica. Alrededor de un mes después, las plantas habrán emitido brotes, de los cuales se selecciona uno o dos, situados principalmente en lados opuestos.

En la enfermedad virosa conocida como Bunchy top (Acuña y De Zayas, 1946; Torres y Giacometti, 1966), en donde se presenta ausencia de látex en la parte del árbol con los síntomas de virus, ubicada principalmente en la parte terminal, es posible cortar el tallo

por debajo de la línea de falta de látex y obtener nuevos brotes sin los síntomas de la enfermedad (Bird and Adsuar, 1952; Rodríguez y Corrales, 1967).

POLINIZACION

Los dos agentes polinizadores más efectivos en papaya son los insectos y el viento. De acuerdo con Storey (1969), las condiciones de clima y otros factores, pueden determinar si la polinización por el viento o por insectos es más efectiva en cierto día.

Estudios conducidos en América del Sur por Allan (1963), indicaron que la papaya no tiene polinización por el viento. Las abejas son consideradas como el mejor medio de polinización, aunque ellas no son muy atraídas por las flores de papaya, en especial por las hembras, ya que carecen de néctar. Las abejas visitan principalmente las flores machos para coleccionar el polen, ya que el néctar contiene pocos azúcares. Para Storey (1969), el viento es el principal agente polinizador, especialmente, favoreciendo la diseminación del polen de árboles machos.

Las plantas machos generalmente no se necesitan para polinizar las flores hembras, si hay presencia de plantas hermafroditas en el cultivo. En cambio, con variedades dióicas, es necesario tener árboles machos bien distribuidos en el cultivo. Una buena polinización es especialmente importante en variedades dióicas, pues la fruta o parte de ella que contenga mayor cantidad de óvulos fertilizados, es de mejor calidad (Chandler, 1964).

Los pistilos han sido reportados como receptivos por varios días después de que la flor ha abierto, pero los mejores resultados en polinizaciones controladas se han obtenido cuando la polinización se hace tan pronto como la flor abre (Chandler, 1964). En Colombia, se ha encontrado que para efecto de polinización dirigida, son hábiles los primeros cinco días después de empezar a tomar color blanco la flor hembra; en los machos puede usarse polen de cualquier estado (Colombia, 1972).

Cuando los pétalos se han tornado blanquecinos casi totalmente, la flor inicia su apertura. Pocos días después, los pétalos caen y si ha ocurrido fecundación del ovario, éste continúa desarrollándose; en caso contrario se torna blanquecino y cae.

En algunas variedades hermafroditas, como Solo, algunas flores pueden autopolinizarse naturalmente antes de abrir (Borello, 1964). Ciertos casos se han mencionado de frutos hermafroditas sin semilla. Cintron (1949), citado por Giacometti e Mundim (1953), ha reportado que plantas hermafroditas precoces producen frutos sin semilla, cuando éstos se originan de floraciones en días excesivamente calientes, que producen la inviabilidad del polen.

ACLAREO DE LOS FRUTOS

Es una práctica poco generalizada. Consiste en eliminar, tan pronto como sea posible, todas las frutas pequeñas y deformes, que impiden el desarrollo normal de los otros frutos, en un árbol excesivamente cargado, o en los que tienen mucha tendencia a producir frutos carpeloides. Con esta práctica se realiza una selección previa y se obtienen frutos de desarrollo uniforme.

Árboles con frutos sostenidos por pedúnculos largos, necesitan menos aclareo que árboles con frutos con pedúnculo corto.

CONTROL DE MALEZAS

Para el control mecánico de malezas es necesario recordar que al realizar esta labor con rastrillo, se puede presentar el problema de que al pasar los discos muy cerca de la

planta se eliminan una serie de raíces que son de gran importancia para ella. Es preferible, en el caso de querer emplear este implemento, realizar la desyerba o "plateo" junto a la planta en forma manual o con azadón y controlar las malezas en las calles con el rastrillo.

En relación con el control químico no se tienen muchos datos en Colombia. Sin embargo, en otros países se han encontrado como productos aceptables el Karmex, el Gesaprim y el Gesapax para plantaciones ya establecidas. Un producto que se puede emplear con bastante seguridad es el Gramoxone, en dosis de 1.5 a 2 litros por hectárea, teniendo en cuenta que no caiga sobre las partes verdes de la planta.

COSECHA

Los frutos de papaya pueden cosecharse cuando empiezan a amarillear o el látex se vuelve de color blanco (Penella, 1968). Como se trata de un fruto delicado, se debe cosechar evitando los golpes. Para evitar que el fruto se deshidrate rápidamente, se debe procurar que quede un trozo de pedúnculo adherido (Penella, 1968). Los frutos se transportan en cajas de madera o de cartón, colocados en posición vertical con el pedúnculo hacia abajo, sobre una cama de paja u otro material que evite el daño.

La cosecha es fácil cuando los árboles son pequeños y los frutos se pueden alcanzar con la mano desde el suelo. Sin embargo, cuando los árboles son altos y se dificulta la cosecha, no se debe permitir que los frutos caigan al cortarlos, porque el golpe favorece las pudriciones. Es necesario usar escaleras, bolsas cosechadoras y más modernamente, máquinas especiales (Plucknett and Younge, 1967; Ubbo *et al.*, 1969; Hundtoff, 1972).

Los frutos que muestren un tinte amarillento en la parte apical del fruto, pueden cosecharse. En tiempo frío, cuando los frutos maduran más despacio, éstos se dejan en el árbol hasta obtener más color antes de cosecharlos y así obtener un mejor sabor. Los frutos que se dejan en el árbol con más de un tercio de color, tienen una vida de almacenamiento más corta y son más susceptibles al ataque de mosca de la fruta (Yee *et al.*, 1970).

A medida que el fruto madura, la pulpa adquiere un sabor dulce. El contenido de humedad alcanza de 85 a 88 por ciento y los azúcares totales de 7 a 12 por ciento, la mayor parte de ellos acumulados durante las 2 ó 3 últimas semanas de maduración. En la madurez y durante las seis semanas anteriores, el fruto no contiene o tiene muy poco almidón (Chandler, 1964).

Frutos cosechados de árboles afectados por enfermedades virosas son de baja calidad, especialmente con poco contenido de azúcares. Holtzmann and Ishii (1963), consideran que la reducción de los sólidos, podría deberse a la reducción de clorofila causada por virus. Decker and Tío (1958), hallaron que la fijación fotosintética de hojas afectadas con el virus del mosaico, fue de un 36 por ciento comparada con la de hojas sanas.

PRODUCCION

Los árboles de papaya pueden iniciar producción en más o menos un año después de germinada la semilla, y si el ambiente y las prácticas culturales son favorables, pueden vivir y continuar produciendo por 25 años o más.

En la práctica, es mejor destruir el cultivo cuando los árboles tengan 3 ó 4 años, pues éstos son usualmente muy altos para una cosecha económica. Aunque no se conoce mucho sobre problemas de resiembra, Marashige *et al.*, (1963), han demostrado que las plantas de papaya excretan una sustancia tóxica dentro del suelo que retarda el

desarrollo de subsiguientes siembras de papaya en el mismo campo y aún de algunos cultivos intercalados.

De floración a cosecha del fruto, transcurren entre 6 y 7 meses, dependiendo de las condiciones climáticas, en especial de temperaturas mínimas y de la humedad del suelo, de la variedad y de la fuente del polen (Lassoudiere, 1968 b).

Aunque bajo las condiciones climáticas de Hawaii, los árboles hermafroditas son más productivos que las hembras (Yee *et al.* 1970), se considera que en general, los rendimientos de las plantas hermafroditas son casi iguales a los de las plantas hembras.

Una vez que las plantas empiezan a florecer, continúan formando una inflorescencia en la axila de cada hoja, sin interrupción, si las condiciones para el crecimiento son favorables. Las nuevas hojas emergen a razón de dos por semana, o aproximadamente 100 por año. Si un fruto se forma en cada axila de las hojas, se puede esperar un rendimiento de 100 o más frutos por año (Storey, 1969).

La planta en su primer año de cosecha y dependiendo de la variedad, producirá alrededor de 35 kilogramos de fruto y de 20 a 30 kilogramos en los años siguientes, si los cuidados son buenos. Ejemplos de Hawaii dan alrededor de 43.000 kilogramos por hectárea para el primer año de producción y 28.000 para el segundo (Yee *et al.*, 1970).

ALMACENAMIENTO DEL FRUTO

El estado deseable de madurez para el almacenamiento de frutas de papaya de la variedad Solo y en atmósfera controlada es 0 (verde madura) a 10 por ciento amarilla; este estado da el máximo de vida. Sin embargo, en la práctica no es recomendable el uso de frutos en el estado cero, ya que se pueden confundir con frutos inmaduros que no maduran normalmente (Akamine and Goo, 1969).

La mejor temperatura de almacenamiento es de 13 grados centígrados (Hatton and Reeder, 1969). A esta temperatura, se retarda la rata de maduración sin dañar los frutos. A una temperatura abajo de 10 grados centígrados los frutos fallan en madurar (Ochse *et al.*, 1965).

Para la extensión de la vida de los frutos, la concentración de oxígeno deseable es de 1 a 1.5 por ciento. Este rango retarda la incidencia de pudriciones (Akamine and Goo, 1969). La mejor concentración de CO₂ para mantener la fruta en una condición aceptable y de calidad adecuada es de 5 por ciento (Hatton and Reeder, 1969).

EXTRACCION DE PAPAÍNA

Aunque la papaína es cristalizada en forma pura, la que actualmente se vende en el mercado es el látex seco, extraído de la papaya y el cual contiene la papaína. La producción mundial es de alrededor de 275 toneladas métricas al año y los principales países productores son Ceylán, Tanzania y Uganda (Storey, 1969).

La papaína aparece primero en las hojas y luego en el tallo y en las raíces de la planta. La mayor cantidad y de donde se colecta con más facilidad es en el fruto verde. Después que el fruto ha madurado, el látex y la papaína se hidrolizan y forman azúcares y posiblemente otras sustancias, de tal modo que no se encuentra látex en el fruto completamente maduro (Storey, 1969).

Una plantación de papaya destinada a la producción de látex, debe establecerse teniendo en cuenta los siguientes factores (Penella, 1968):

1. Disminuir las distancias de siembra.
2. Mantener el mayor número de plantas hermafroditas que dan frutos alargados, porque los redondos y pequeños no son económicamente adecuados.
3. Mantener riego en el cultivo. Es imposible la explotación de látex si no se dispone de agua suficiente.
4. Aplicar abonos fosfatados antes y después de la floración. Durante los primeros meses de crecimiento se deben aplicar abonos nitrogenados, para estimular el desarrollo vegetativo. Es recomendable complementar la fertilización con un abono foliar que contenga microelementos, pues éstos son indispensables como agentes catalizadores en la extracción del látex.
5. Establecer los cultivos en suelos ligeramente ácidos, pH 5.5-6.5; rechazar los excesivamente arenosos y arcillosos.
6. Proteger la plantación de los vientos secos, pues su acción desecante resulta dañina porque disminuye la presión del látex.
7. Mantener una humedad relativa de 60 a 80 por ciento mediante el riego, ya que el ambiente caliente y seco perjudica la producción del látex.

La extracción del látex debe hacerse en frutos verdes pero que estén suficientemente desarrollados, con un diámetro de unos 10 centímetros.

PREPARACION DE LA PLANTACION

Se recomienda efectuar una limpieza alrededor de la planta, con el fin de eliminar las malezas u hojas secas. Si los frutos están sucios, conviene lavarlos para evitar que el polvo se mezcle con el látex. Para facilitar la recolección es conveniente poner los frutos al descubierto; pero para ello no se deben cortar muchas hojas verdes, porque se reduce la fotosíntesis y disminuye la producción de látex (Penella, 1968).

INCISIONES EN LOS FRUTOS

Las incisiones se hacen en el pericarpio de los frutos, en forma superficial y longitudinal y espaciadas a intervalos de 4 a 6 centímetros. Las incisiones deben llegar hasta el extremo inferior; así la gravedad facilita el escurrimiento del látex. Las heridas muy profundas no cicatrizan bien y se corre el riesgo de que se pudra la fruta. En Ceylán se han obtenido los mejores rendimientos efectuando una cosecha cada tres días, en vez de una semanal. Las incisiones deben hacerse en las horas más frescas del día (Penella, 1968).

RECOLECCION DEL LATEX

Para recoger el látex se utilizan recipientes de porcelana, vidrio, plástico u otro material no metálico porque éste le produce descomposición o decoloración. Las navajas o cuchillos deben ser de acero inoxidable. Tres obreros adiestrados pueden sangrar 750 árboles por día y deben tener la precaución de usar guantes de caucho.

El látex se recoge sobre bandejas colocadas alrededor de los árboles y luego, cuando se tiene suficiente cantidad, se vacía en recipientes plásticos. Para evitar que el látex se fermente, conviene añadirle un poco de formalina inmediatamente después de cosecharlo.

El látex, según sean las condiciones atmosféricas, puede fluir durante 45 a 50 segundos. Antes de terminar el trabajo en la tarde, los obreros deben recoger todo el látex que haya quedado adherido a la superficie de los frutos sangrados por la mañana y mezclarlo con el líquido que tienen en los recipientes. Debe evitarse que el látex cosechado se ensucie, porque su valor depende, en gran parte, de esta precaución. Los rendimientos se calculan en 4.182 kilogramos de látex por hectárea (Penella, 1968 .)

METODO DE EXTRACCION EN EL CONGO

Este método es similar al descrito anteriormente. Algunas de sus variaciones más importantes son las siguientes (Agricultura de las Américas, 1964):

Como instrumento se utiliza una navaja de doble filo que se coloca en un pedazo de corcho, de manera que sólo quede descubierto uno de los bordes de la navaja, de 1.5 milímetros de ancho, para que la incisión sea uniforme.

La sangría se hace a las 6 de la mañana y la recolección entre las 9 y las 10 de la mañana, y debe consistir de incisiones longitudinales a espacios de 2.5 a 5 centímetros.

Para recoger el látex se instala en torno del árbol un aro cuyo diámetro sea mayor que toda la circunferencia del follaje y los frutos. El aro debe ir provisto de un plástico con depresiones en los bordes para que se deposite el látex.

METODO DE EXTRACCION DE CEYLAN E INDIA

Las incisiones se hacen de igual manera que en el procedimiento descrito por Penella (1968), pero usando un cuchillo de marfil o un trozo afilado de bambú. El látex se recoge en vasijas de porcelana o barro.

ESPECIES UTILIZADAS

Todos los cultivos comerciales dedicados a la extracción de látex utilizan *C. papaya*. Sin embargo, algunos híbridos interespecíficos, de fácil obtención, que son precoces, de amplia adaptación y resistentes a enfermedades virosas, podrían constituir el material necesario para el cultivo con fines de producción de papaína. En este caso habría que utilizar toda la planta y no solamente los frutos, lo que haría necesario modificar el proceso de extracción. Los híbridos F₁ de *C. monoica* x *C. pubescens* y de *C. stipulata* x *C. monoica*, ofrecen buenas perspectivas para este fin (Horovitz y Jiménez, 1967).

COSTOS DE ESTABLECIMIENTO

En la Tabla 2 se presentan los costos de establecimiento de una hectárea de papaya para el año de 1972.

TABLA 2. Costos de establecimiento de papaya por hectárea, 1972*

Inversiones	Costo
a. Semilleros (2 meses)	
Desinfectante del suelo, 1 galón	74,00
Bolsas de polietileno, 1.500	90,00
Preparación del suelo y de las bolsas, 10 jor.	300,00
Umbráculo. Materiales y construcción, 10 jor.	750,00
Insecticidas, fungicidas, abonos	102,00
Aplicación y cuidados arbolitos, 10 jor.	300,00
	<u>1.616,00</u>
Administración e imprevistos 15%	242,40
Sub-total	<u>\$ 1.858,40</u>
b. Preparación, transporte y cuidados durante los seis primeros meses.	
Preparación del terreno	650,00
Trazado, 10 jor.	300,00
Hoyada (\$3,00) cada uno	3.333,00
Siembra, 30 jor.	900,00
Riego, 15 jor.	450,00
Limpieza, 20 jor.	600,00
Fertilizante, insecticidas, fungicidas	2.188,00
Aplicación, 30 jor.	900,00
	<u>9.321,00</u>
Administración e imprevistos 15%	1.398,15
Sub-total	<u>\$ 10.719,15</u>
c. Cuidados durante los seis segundos meses. Cosecha.	
Limpieza, 20 jor.	600,00
Fertilizantes, insecticidas, fungicidas	3.000,00
Aplicación, 30 jor.	900,00
Arreglo árboles y otros, 10 jor.	300,00
Riego, 15 jor.	450,00
Recolección, 20 jor.	600,00
Empaque y transporte	3.000,00
	<u>8.850,00</u>
Administración e imprevistos 15%	1.327,50
Sub-total	<u>\$ 10.177,50</u>
Total de gastos hasta la primera cosecha	<u>\$ 22.755,05</u>

* No se incluye el valor del alquiler de la tierra. Siembra a 3 metros en cuadro.

Como puede observarse, los mayores costos corresponden a mano de obra y de materiales requeridos para el mantenimiento en buen estado de cultivo y sanitario de los árboles.

PLAGAS

Lorito verde. *Empoasca papayae* Oman (Homoptera: Cicadellidae).

Descripción. Es un insecto muy pequeño, de color verde claro, semejante al lorito verde del frijol y que se caracteriza porque las formas jóvenes caminan de lado sobre las hojas. Pasa por las formas de huevo, ninfa y adulto, siendo éstas dos últimas las que causan daño.

Daño e importancia económica. Las ninfas y los adultos del lorito se localizan de preferencia en la cara inferior de las hojas en las cuales chupan savia debilitándolas.

Control. El control químico de insectos en papaya es muy difícil porque esta planta es muy delicada a los insecticidas y la mayoría de los productos conocidos la queman (es decir que causan fitotoxicidad). Sin embargo, podría usarse Lebaycid o Baytex al 1 por mil.

Mosca de la papaya. *Toxotrypana curvicauda* Gerstaecker (Diptera: Tephritidae).

Descripción. Las larvas o gusanos de este insecto son amarillentos, aproximadamente de medio centímetro de longitud y más gruesas en un extremo que en otro, en el cual son claramente visibles dos puntos negros. Cuando se desarrollan salen del fruto, se entierran y se convierten en pupas de color marrón de las cuales emergen los adultos. El adulto o mosca se caracteriza por tener su pseudo-ovipositor o aguijón tan largo como el propio cuerpo y por ser de color amarillento, de alas transparentes, (Figura 11).

Daño e importancia económica. Los frutos en los cuales la mosca oviposita, se maduran prematuramente y caen. Las larvas atacan las semillas y la pulpa. El fruto que sea afectado se pudre.

Control. El control químico mediante aspersiones a las plantas ha sido poco efectivo. Debe hacerse un control del cultivo, recogiendo y enterrando los frutos caídos, cubriéndolos con una capa de cal o Aldrín del 2.5% espolvoreado y luego tapar con una capa de tierra de más de 10 centímetros de espesor. Se puede realizar la aplicación de cebos envenenados teniendo en cuenta no aplicarlos directamente sobre la planta, ya que muchos insecticidas son dañinos a este cultivo.

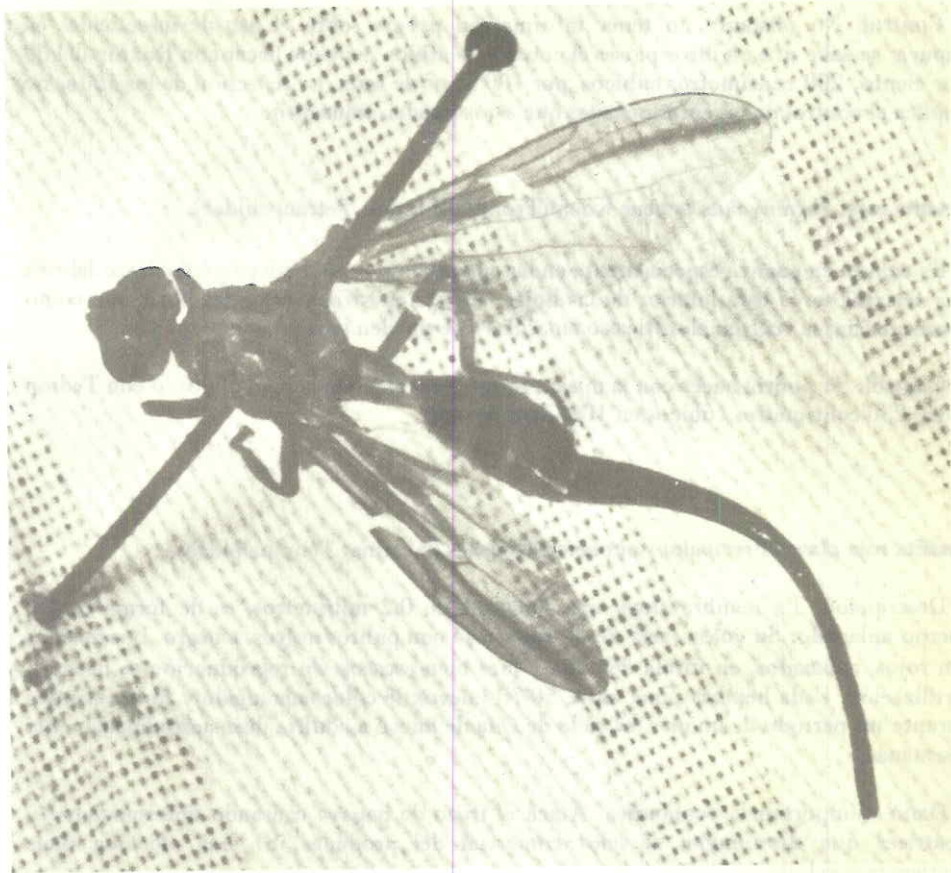


FIGURA 11. Adulto de la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* Gerst.

Pulgón o áfido verde. *Myzus persicae* (Sulzer) y pulgón amarillo, *Aphis spiraeicola* Patch (Homoptera: Aphididae).

Descripción. Son insectos pequeños de unos dos milímetros de largo, de cuerpo blando, en forma de pera. Se presenta en gran número en las hojas y cogollos tiernos. Se pueden encontrar formas sin alas, formas aladas y adultas.

Daño e importancia económica. Como en cítricos, los áfidos de la papaya causan atraso y deformación de los brotes o cogollos. Pero este daño es secundario si se le compara con el que producen como transmisores de algunas enfermedades.

Control. No obstante no tener información propia sobre el uso de insecticidas en papaya, se sabe que en otros países el control de áfidos se puede hacer con Roxión del 50 por ciento, 200 centímetros cúbicos, por 100 litros de agua. La represión de los áfidos no implica el control de las enfermedades que éstos puedan transmitir.

Arañita roja. *Tetranychus urticae* Koch (Trombidiformes: Tetranychidae).

Es común en papaya especialmente en las épocas de verano. Este pequeño ácaro fabrica una telaraña en la cara inferior de las hojas; allí chupa savia y raspa las hojas que como consecuencia, se vuelven cloróticas o amarillas y se pueden secar.

Control. Se podría hacer con la misma fórmula recomendada para áfidos, o con Tedion V-18, 250 centímetros cúbicos en 100 litros de agua.

Arañita roja plana. *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Acarina: Teunipalpidae).

Descripción. La hembra tiene una longitud de 0.2 milímetros, es de forma oval y cuerpo aplanado. Su color varía desde rojo, rojo con puntos negros, a negro. Los machos son rojos, aplanados, en forma de cuña y más bien escasos. Su reproducción se hace sin fertilización. Cada hembra pone entre 50-70 huevos de color anaranjado y forma elíptica durante un período de un mes. El ciclo de vida de huevo a adulto, dura aproximadamente 3 semanas.

Daño e importancia económica. Ataca el fruto de papaya causando deformaciones y cicatrices que disminuyen el valor comercial del producto. El área afectada tiene apariencia corchosa.

Control. El mismo indicado para la arañita roja.

Moscas blancas. En Colombia se han identificado: *Aleurocanthus* sp. y *Aleurodicus variabilis* (Homoptera: Aleyrodidae).

Existen algunos reportes de la presencia de *Bemisia tabaci* Gennadius pero éstos no han sido aún confirmados.

Descripción general. Las moscas blancas son insectos diminutos de apenas unos 2 milímetros de largo por un milímetro de ancho. Los adultos colocan sus huevecillos en el envés de las hojas. De estos huevecillos resultan estados móviles llamados "larvas". Los estados subsecuentes son sésiles y semejan escamas. El penúltimo estado es quiescente y se conoce como "pupa". De estas pupas emergen adultos alados, los cuales por su similitud con pequeñas moscas le dan el nombre común a la plaga.

Daño e importancia económica. Las moscas blancas son insectos chupadores de savia. Las poblaciones pueden ser muy altas y se presentan asociadas con un hongo denominado *Fumagina*. Algunas moscas blancas han sido reportadas como vectores de virus, pero la asociación de estas plagas con el virus del mosaico de la papaya no ha sido estudiada en Colombia.

Control. Se hacen las mismas consideraciones ya discutidas para el control de áfidos.

ENFERMEDADES

ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS

Las enfermedades causadas por virus y por otros organismos que causan disturbios similares a los ocasionados por los virus, constituyen un problema serio en el cultivo de la papaya en los países productores. En Colombia estas enfermedades han sido un factor limitante del cultivo en el Valle del Cauca, Tolima y Cundinamarca.

Las observaciones de campo en cultivos comerciales y en los Centros de Palmira y Nataima del Instituto Colombiano Agropecuario, indican la presencia de dos disturbios diferentes: el que se ha observado con mayor incidencia es el producido por el virus de la mancha de anillo de la papaya, "Papaya Ringspot Virus" (PRV); el otro parece ser el arracimamiento de los cogollos "Bunchy top".

El virus de la Mancha de Anillo de la Papaya (PRV). Los síntomas en el follaje son bastante variados, razón por la cual se le ha dado diferentes nombres por los investigadores de este disturbio en papaya. Así se conocen como "Distortion ringspot" (Storey *et al.*, 1968; Storey and Halliwell, 1969; López, 1972); "Faint mosaic ringspot" el cual Jensen (1949) y Conover (1964) han considerado como una raza del virus de la mancha de anillo de la papaya (PRV); "Papaya ringspot virus" (Purcifull, 1972; Cook and Milbrath, 1971; Cook, 1972); "Mosaic virus".

La enfermedad se caracteriza inicialmente por clorosis de hojas jóvenes, acompañada por clareamiento de venas. A medida que la enfermedad se va haciendo más severa las hojas más jóvenes empiezan a presentar un mosaico acompañado por deformación de hojas con arrugamiento y en muchos casos la lámina foliar se vuelve filiforme. A la vez aparecen manchas aceitosas de color verde oscuro, irregulares, sobre el tallo y los pecíolos, (Figura 12). Sobre los frutos estas manchas se observan en forma concéntrica de menos de una pulgada de diámetro (Ishii and Holtzmann, 1963; Torres y Giacometti, 1966).

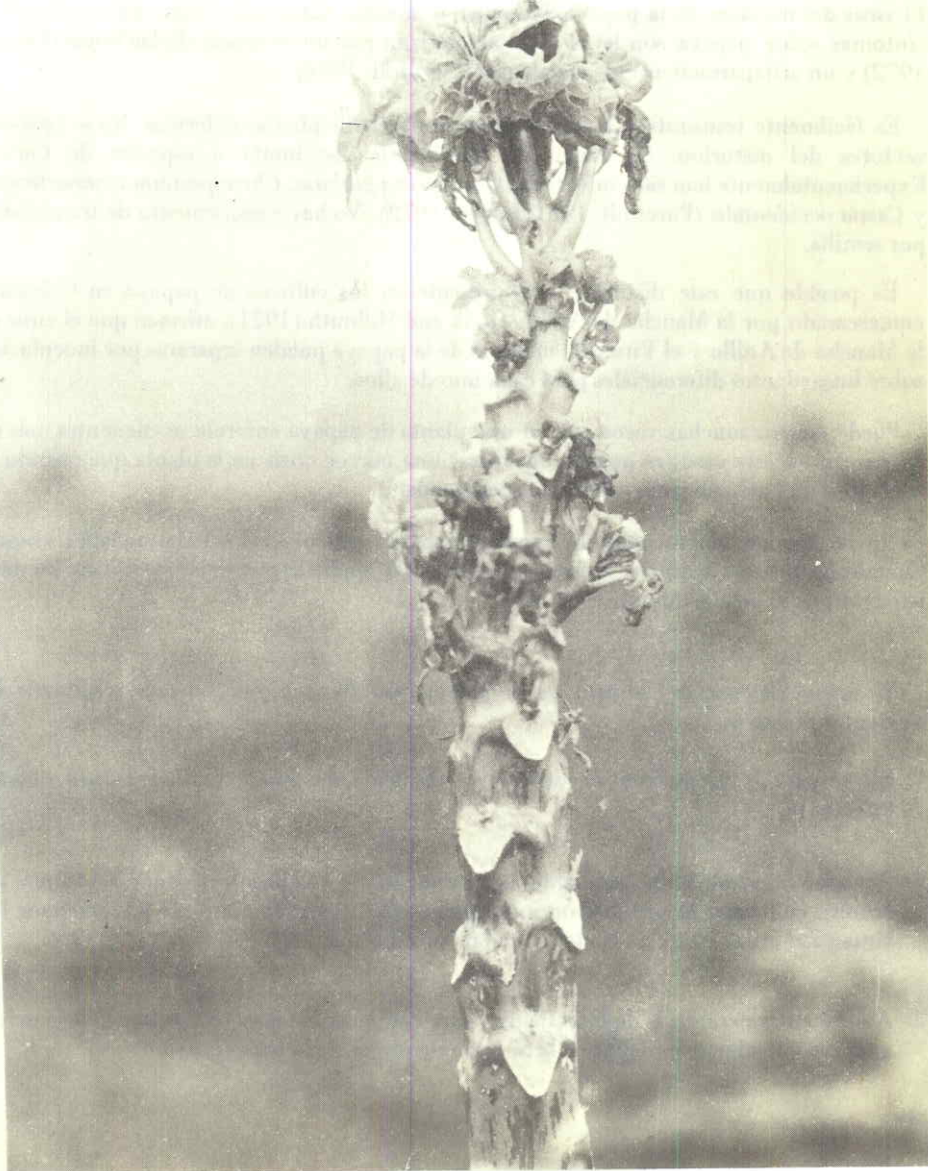
El virus puede transmitirse mecánicamente de plantas enfermas a plantas sanas durante labores de cultivo (Purcifull, 1972; Conover, 1964; Frossard, 1969; Jensen, 1949; Storey *et al.*, 1968). Sin embargo la transmisión más eficiente parece ser por medio de insectos, siendo reportados *Myzus persicae*, *Aphis gossypii*, *A. medicaginis*, *A. rumicis*, *Macrosiphum solanifolii*, *Myzus spiraecola* (Conover, 1964. Cook, 1972; Frossard, 1969; Jensen, 1949; Kralovic, 1967; López, 1972; Purcifull, 1972; Torres y Giacometti, 1966). No hay evidencia de su transmisión a través de semillas (Ishii and Holtzmann, 1963). Como hospedantes del virus se han reportado varias especies de *Carica* y plantas de la familia Cucurbitacea (Cook and Milbrath, 1971; Purcifull, 1972; López, 1972).



FIGURA 12. Los árboles de papaya afectados por el virus de la mancha de anillo presentan entre otros síntomas, manchas acerosas de color verde oscuro, sobre el tallo y los pecíolos.

Arracimamiento de los cogollos (Bunchy top). Esta enfermedad fue reportada por primera vez por Cook en 1931, en Puerto Rico (Jensen, 1949).Se caracteriza por clorosis de hojas que se vuelven rígidas, pecíolos cortos y detención del crecimiento. En estado avanzado de la enfermedad las plantas son defoliadas quedando solamente las hojas del ápice, (Figura 13). Al herir la planta la exudación de látex es muy poca o no la hay. Un alto porcentaje de plantas pueden morir a causa del disturbio (Jensen, 1949; Frossard, 1969; Storey, *et al.*, 1968; López, 1972).

FIGURA 13. En estado avanzado de la enfermedad conocida como arracimamiento de los cogollos (Bunchy top), las plantas se defolian quedando solamente las hojas del ápice.



El patógeno es transmitido a plantas sanas por el saltahoja *Empoasca papayae* (Oman) (Jensen, 1949; Frossard, 1969; Storey *et al.*, 1968). Este disturbio no es transmitido mecánicamente, ni por injerto (López, 1972). Como los únicos hospedantes del patógeno se conocen varias especies de *Carica*. En estudios realizados en los últimos años se ha sugerido que el agente causal del arrancamiento de los cogollos en papaya sea un organismo parecido a un micoplasma (Storey *et al.*, 1968; Frossard, 1969).

Infecciones combinadas de la Mancha de Anillo y del Arracimamiento de los cogollos son frecuentes en papaya (Storey *et al.*, 1968).

El virus del mosaico de la papaya. No existen muchos datos sobre esta enfermedad. Los síntomas sobre papaya son leves y se caracterizan por un moteado de las hojas (López, 1972) y un achaparramiento de las plantas (Purcifull, 1971).

Es fácilmente transmitido a plantas sanas por savia de plantas enfermas. No se conocen vectores del disturbio. Su rango de hospedantes se limita a especies de *Carica*. Experimentalmente han sido infectadas *Comphrena globosa*, *Chenopodium amaranticolor* y *Cassia occidentalis* (Purcifull, 1971; López, 1972). No hay conocimiento de transmisión por semilla.

Es posible que este disturbio esté presente en los cultivos de papaya en Colombia enmascarado por la Mancha de Anillo. Cook and Milbrath (1971), afirman que el virus de la Mancha de Anillo y el Virus del mosaico de la papaya pueden separarse por inoculación sobre hospedantes diferenciales para cada uno de ellos.

Puede ocurrir muchas veces que en una planta de papaya enferma se encuentra más de un virus y en este caso, es posible encontrar una mayor crisis en la planta que cuando se encuentra afectada por uno solo de los patógenos.

No se conoce ningún método curativo para el control de las enfermedades virosas. Cuando las plantas aparecen enfermas, lo mejor es eliminarlas y dejar el sitio sin sembrar papayos por lo menos durante 3 años.

El único sistema de control es el preventivo. Pueden dar buenos resultados las siguientes prácticas:

1. Elegir para la plantación un área que esté lejos de donde se hayan visto plantas infectadas.
2. Acelerar la producción mediante la aplicación de fertilizantes. En esta forma los árboles empiezan la producción a temprana edad y así, cuando son atacados por los virus ya el árbol estará en la etapa final de producción.
3. Aplicaciones periódicas de insecticidas, para controlar los insectos vectores, de acuerdo a las recomendaciones dadas en la Sección de plagas de la papaya.

Pudrición del pie. Esta enfermedad es ocasionada por el hongo *Pythium aphanidermatum* F., el cual ataca el tallo a nivel del suelo y ocasionalmente en la parte superior. Los primeros síntomas consisten en aparición de una área húmeda y blanda. Posteriormente ocurre un cuarteamiento de la corteza, en ocasiones exudación de un líquido fétido y descomposición del tejido interno. La lesión generalmente se extiende rápidamente hacia arriba y abajo del tallo y puede ir acompañada por el debilitamiento de la planta y ocasionar su doblamiento. La enfermedad es muy favorecida por las lluvias y es generalmente controlada por la sequía (Frohlich and Rodewald, 1970).

La enfermedad se controla con buenos drenajes, los cuales ayudan a evitar la infección, y con aspersiones periódicas, en épocas lluviosas, en la base del tallo, con fungicidas a base de cobre.

Antracnosis. La enfermedad es causada por el hongo *Glomerella cingulata* (estado imperfecto *Colletotrichum floeosporioides* Penzing). Ataca principalmente el fruto, aunque puede invadir también los pecíolos de las hojas inferiores que se convierten en fuentes de nueva infección. Sobre los frutos se presentan manchas acuosas, hundidas, de color café negruzco (Raabe and Holtzmann, 1964).

Aspersiones sobre las hojas y frutos, con Maneb, cada 10 días, usando de 3 a 5 gr/litro, proporcionan buen control. No se debe utilizar fungicidas cúpricos porque provocan la aparición de un color pardo rojizo en el fruto, que puede llegar a demeritar la presentación de la fruta (Raabe and Holtzmann, 1964).

Pudrición radical. En el país se ha registrado *Fusarium* sp. (Orjuela Navarrete, 1965) como agente causal de pudriciones radicales en papaya, pero también puede ser causada por *Phytophthora* sp. y *Pythium* sp. respectivamente (Frohlich and Rodewald, 1970; Trujillo and Hine, 1964).

Un buen control de las enfermedades radicales se logra mediante las siguientes prácticas:

1. Tratamiento de semilleros con fumigantes del suelo tales como Vapam y D-D.
2. Tratamiento de la semilla con fungicidas, tales como Orthocide 50 por ciento, Captan y Thylate.
3. Dotar los campos donde se va a realizar el trasplante definitivo, de buenos drenajes. Evitar la alta humedad del suelo.

BIBLIOGRAFIA

1. ACUÑA, J. y F. DE ZAYAS. 1946. El mosaico y otras plagas de la fruta bomba. Ministerio de Agricultura, Cuba. Cir. 85. 30 p.
2. AGRICULTURA DE LAS AMERICAS. 1964. Explotación industrial de la papaya. Rev. Agric. de las Américas, Kansas City. 13(5):17-19.
3. AKAMINE, E.K. and T. GOO. 1969. Effects of controlled atmosphere storage of fresh papayas (*Carica papaya* L., var. Solo) with special reference to shelf-life extension of fumigated fruits. Hawaii Agric. Exp. Sta. Univ. of Hawaii. Research Bull. 144. 27 p.
4. ALLAN, P. 1963. Bestwiving van papajas. Boerdery S. Afrika. 38(11):13-15.
5. ARNAL, H. 1955. Eficiencia relativa de los individuos androicos y andromonoicos de *Carica papaya* L. para transmitirse por el polen. Agron. Trop. (Venezuela) 5(1):31-36.
6. AWADA, M. 1962. Soil moisture tension in relation to growth and yield of papaya (*Carica papaya* L.). Hawaii Agric. Exp. Sta. Univ. of Hawaii. Tech. Bull. 49. pp. 1-15.
7. ----- and C. LONG. 1971. The selection of the Potassium Index in papaya tissue analysis. Jour. Amer. Soc. Hort. Sci. 96(1):74-77.
8. BADILLO, V.M. 1967a. Acerca de la naturaleza híbrida de *Carica pentagona*, *C. chrysopetala* y *C. fructifragans*. Rev. Facultad de Agron. Univ. Central de Venezuela. 4(2):92-103.
9. ----- 1967b. Inventario anotado de las Caricaceae hasta hoy tenidas como válidas. Rev. Facultad de Agron. Univ. Central de Venezuela. 6(2):48-66.
10. ----- 1967c. Cinco nuevas especies ecuatorianas y colombianas del género *Carica*. Rev. Facultad de Agron. Univ. Central de Venezuela. 6(2):67-86.
11. BIRD, J. and J. ADSUAR. 1952. Viral nature of papaya bunchy top. The Jour. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico. 36(1):11.
12. BORELLO, C., F. 1964. La eliminación de árboles improductivos en el cultivo de papayos. Agric. Trop. (Colombia) 20:273-278.
13. BURDICK, E.M. 1971. Carpaine: an alkaloid of *Carica papaya*. Its Chemistry and Pharmacology. Econ. Bot. 25(4):363-365.
14. CHANDLER, W.H. 1964. Evergreen Orchard. 2a. ed. Lea and Febiger, Philadelphia. pp. 292-310.
15. CINTRON, R.H. 1949. Random notes on papaya culture in lower Rio Grande Valley. Texas Avocado Soc. pp. 83-88.
16. COLE, K. and M.G. HAWSON. 1962. The papaw, a fruit for the tropics and sub-tropics. Jour. Agric. West Australia 3(10):781-788.
17. COLOMBIA, INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1972. Programa Nacional de Hortalizas y Frutales. Informe de Progreso 1970-1971. Bogotá. pp. 311-312.
18. CONNOVER, R.A. 1964. Mild mosaic and faint mottle ringspot, two papaya virus diseases of minor importance. Proc. Florida.

19. COOK, A.A. and G.M. MILBRATH. 1971. Virus diseases of papaya on Oahu (Hawaii) and identification of additional diagnostic host plants. *Plant Dis. Rept.* 55:785-788.
20. ----- 1972. Virus diseases of papaya. *Inst. of Food and Agric. Sci. Florida Agric. Exp. Sta. Tech. Bull.* 750,19 p.
21. DECKER, J.P. and M.A. TIO. 1958. Photosynthesis of papaya as affected by leaf mosaic. *The Jour. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico.* 42(3):145-150.
22. FROHLICH, G. and W. RODEWALD. 1970. *Pests and diseases of tropical crops and their control* Pergamon Press, Oxford. 371 p.
23. FROSSARD, P. 1969. Maladies a virus et d'origins enconnues. *Fruits.* 24:483-490.
24. GIACOMETTI, D.C. e L.B. MUNDIM. 1953. Melhoramento do mamao, *Carica papaya* Linn. *Bol. de Agric. (Brasil)* No. 5-6. pp. 8-37.
25. ----- y R. TORRES, M. 1967. Mejoramiento genético del papayo. *Rev. ICA* 2(4):71-76.
26. HAENDLER, L. 1955. Le papayer. *Fruits.* 10:111-119.
27. HAMILTON, R.A. and T. IZUNO. 1965. Line 10, a new strain of export papaya. *Hawaii Farm Sci.* 14(4):1-2.
28. HAMILTON, R.A. and P. ITO. 1968. Sunrise Solo, a different colored Solo papaya. *Hawaii Agric. Exp. Sta. Univ. of Hawaii. Cir.* 69. 5 p.
29. HARKNESS, R.W. 1968. Papaya growing in Florida. *Agric. Exp. Sta. Univ. of Florida. Circ.* 5-180. 15 p.
30. HATTON, T.T. and W.F. REEDER. 1969. Controlled atmosphere storage of papayas. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Tropical Region* 73:251-256.
31. HAWAII. UNIVERSITY OF HAWAII. 1970. *Papayas en Hawaii.* 436. pp. 39-40.
32. HOFMEYR, J.D.C. 1938. Genetical studies of *Carica papaya* L. Department of Agric. and Forestry. *South Africa. Bull.* 187. pp. 1-64.
33. HOLTZMANN, O.V. and M. ISHII. 1963. Papaya mosaic virus reduces quality of papaya fruits. *Hawaii Farm Sci.* 12(4):1-2.
34. HOROVITZ, J. 1954a. Determinación del sexo en *Carica papaya* L. Estructura hipotética de los cromosomas sexuales. *Agron. Trop. (Venezuela)* 3:229-249.
35. ----- 1954b. Expresión sexual y substancias florigenas en *Carica papaya* L. *Agron. Trop. (Venezuela)* 6:13-27.
36. ----- D.M. DE ZERPA y H. ARNAL. 1953. Frecuencias de equilibrio de las formas sexuales en poblaciones de *Carica papaya* L. *Agron. Trop. (Venezuela)* 3:149-174.
37. ----- y H. JIMENEZ. 1967. Informe sobre cruzamientos interespecíficos e intergenéticos en Caricaceas y sus implicaciones fitotécnicas. Univ. Central de Venezuela. 20 p. (Mimeografiado).
38. HUNDTOFF, E.B. 1972. New concepts for papaya harvester design. *Hawaii Farm Sci.* 27(1):6-9.
39. ISHII, M. and O.V. HOLTZMANN. 1963. Papaya mosaic diseases in Hawaii *Plant. Dis. Rept.* 47:947-951.

40. JACOB, A. and H. VON UEXKULL. 1964. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. 2a. ed. Verlagsgesellschaft für Ackerbau. Hannover, Alemania. 626 p.
41. JENSEN, D.D. 1949. Papaya virus diseases with special reference to papaya ringspot. *Phytopathology* 39:191-211.
42. JIMENEZ, H. 1957. Injerto entre especies de *Carica*. *Agron. Trop. (Venezuela)* 7:33-38.
43. KRALOVIC, J. 1967. Informe sobre el estudio de los áfidos como vectores del mosaico de la fruta bomba (*Carica papaya* L.) en Cuba. Academia de Ciencias Checoslovacas. pp. 53-69. (Mimeografiado).
44. KUMAR, L.S.; A. ABRAHAM y V. SRINIVASAN. 1954. The cytology of *Carica papaya* L. The Indian Jour. Agric. Sci. 15(5):242-253.
45. LANGE, A.H. 1961a. Transplanting papaya versus seeding in place. *Trop. Agric. (Trinidad)* 38(3):235-243.
46. ----- 1961b. Factors affecting sex change in the flowers of *Carica papaya* L. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 77:252-264.
47. LASSOUDIÈRE, A. 1968a. Le papayer. *Systématique et origine des Caricacees. Fruits* 23(10):523-529.
48. ----- 1968b. Le papayer, Description et génétique. *Fruits* 23(11):585-596.
49. ----- 1969. Le papayer. La plante et les conditions écologiques et culturales. *Fruits* 24(2):105-113.
50. LOPEZ, P.O. 1972. Identificación de las virosis de la lechosa (*Carica papaya* L.) en Venezuela. *Rev. Fac. Agron.* 6:5-36.
51. MARASHIGE, T.; R.A. HAMILTON and J.T. KUNISAKI. 1963. Growth retardation in macadamia resulting from continuous interplanting with papaya. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Caribbean Section* 6:54-56.
52. NAKASONE, H.Y.; J.A. CROZIER, Jr. and D.K. IKEHARA. 1972. Evaluation of 'Waimanalo' a new papaya strain. *Hawaii Agric. Exp. Sta. Univ. of Hawaii. Tech. Bull.* 79. 12 p.
53. OCHSE, J.J.; M.J. SOULE; M.J. DIJKMAN and C. WEHLBURG. 1965. *Tropical and Subtropical Agriculture. Vol. I. The MacMillan, New York.* pp. 652-660.
54. ORJUELA N., J. 1965. Índice de enfermedades de plantas cultivadas en Colombia, ICA. *Bol. Tec.* 11.
55. PENELLA, J.S. 1968. La lechosa. Consejo de Bienestar Rural. Caracas. 36 p.
56. PEREZ A., E. 1956. Plantas útiles de Colombia. 3a. ed. Camacho Roldán. Bogotá. pp. 259-261.
57. PLUCKNETT, D.L. and O.R. YOUNGE. 1967. A high-lift machine for harvesting papaya. *Hawaii Farm Sci.* 16(2):1-3.
58. PURCIFULL, D.E. 1971. Papaya mosaic virus. Commonwealth Micological Institute and the Association of Applied Biologists. Description of Plant Viruses No. 56. 4 p.

59. ————— 1972. Papaya ringspot virus. Commonwealth Micological Institute and the Association of Applied Biologist. Description of Plant Viruses No. 48. 4 p.
60. RAABE, R.D. and O.V. HOLTZMANN. 1964. Studies of the control of Papaya Antracnose. Hawaii Farm Sci. 13(4):1-2.
61. RICCELLI M., M. 1963. Injertos entre especies de Caricaceae. Agron. Trop. (Venezuela) 13(3):157-161.
62. RICHARD, A.V. 1952. Papaw (*Carica papaya* L.). Trop. Agric. 108:133-134.
63. RODRIGUEZ N., A. y S.R. CORRALES. 1967. El papayo Maradol. Dirección Nacional de Frutales. La Habana. 74 p.
64. SAMUELS, G. and H. CIBES. 1969. Mineral deficiency symptoms by papaya grown in sand culture. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Tropical Region 13:257-264.
65. SINGH D., T.; A. PEREZ and J. LOPEZ. 1963. Perfomance of the Solo Papaya (*Carica papaya* L.) in Puerto Rico. The Jour. of Agric. of the Univ. of Puerto Rico. 47(4):246-251.
66. SRAUMBAUGH, S. 1955. A newhybrid papaya backcross Blue Solo in Solo. Proc. Florida State Hort. Soc. pp. 282-284.
67. STOREY, W.B. 1953. Genetics of the papaya. Jour. Heredity. 44:70-78.
68. ————— 1969. Papaya (*Carica papaya* L.). In Ferwerda, F.P. and F. Wit ed. Outlines of perennial crop breeding in the tropics Miscellaneous Paper No. 4. Landbouwhogeschool Wageningen, The Netherlands. pp. 389-407.
69. STOREY, G.E. y R.S. HALLIWELL. 1969. Identification of distortion ringspot virus disease of papaya. The Dominican Republic. Plant Dis. Repr. 53:757-760.
70. ————— R.S. HALLIWELL and L.R. SMITH. 1968. Investigación de los virus de papaya (*C. papaya* L.) en la república Dominicana, con apuntes especiales sobre la asociación de un organismo tipo micoplasma con la enfermedad "Bunchy top". Inst. Superior de Agric. División de Investigación Agric. República Dominicana. Bol. 14. 12 p.
71. THROLD, C.A. 1949. Manurial experimets with papaw (*Carica papaya* L.). Trop. Agric. (Trinidad) 26:129-139.
72. TORRES M., R. 1969. Mejoramiento genético de papaya, piña, cítricos y mango. Facultad de Agronomía, Universidad Nal. Bogotá. (Mimeografiado).
73. ————— y D.C. GIACOMETTI. 1966. Virosis de la papaya (*Carica papaya* L.) en el Valle del Cauca. Agric. Trop. (Colombia) 22:27-38.
74. ————— y D. RIOS C. 1968. Bases para un programa de mejoramiento de papaya, *Carica papaya* L., en Colombia. Agric. Trop. (Colombia) 24:107-112.
75. ————— D. RIOS, C. y C. CARDONA, M. 1969. El cultivo de la papaya. Instituto Colombiano Agropecuario. Bogotá. (Boletín de Divulgación 34).
76. TRUJILLO, E.E. and R.B. HINE. 1964. Papaya root-rot and "The replant problems". Hawaii Farm Sci. 13(4):3.
77. UBBO, A.; J.E. DUNN and J.K. WANG. 1969. Current status of papaya mechanization. Hawaii Farm Sci. 18(2):1-3.

78. VELEZ M., I. 1970. El papayo. Carta Agraria (Colombia) No. 245. pp. 13-20.

79. YEE, W.; E.K. AKAMINE; G.M. AOKI; F.H. HARAMOTO; R.B. HINE; O.V. HOLTZMANN; R.A. HAMILTON; J.T. ISHIDA; J.T. KEELER and H. NAKASONE. 1970. Papayas in Hawaii. Univ. of Hawaii. Coop. Ext. Serv. Cir. 436. 56 p.

80. ZERPA, D.M. DE. 1962. Naturaleza de la resistencia al mosaico de papaya en *Carica cauliflora* inferida de reacciones entre injertos de *C. papaya* y *C. cauliflora*. Agron. Trop. (Venezuela) 6:13-27.