

### III. CULTIVO DE LA PAPAYA

Raúl Salazar Castro\*

#### 1. GENERALIDADES

Dada la facilidad de cruzamiento entre diferentes plantas y variedades es difícil conservar una variedad, a menos que ésta se mantenga completamente aislada o se realicen polinizaciones controladas a mano. Si no se toman las precauciones anteriores, bajo condiciones naturales y de polinización abierta, cuando se tienen bajo cultivo 2 ó más variedades o tipos, éstas perderán su identidad en solo 2 ó 3 generaciones.

La producción de variedades no es fácil, por el contrario, dada la complejidad genética de las especies y la sensibilidad de ésta a los efectos del clima, se dificulta su selección. Variedades que se desarrollan bien en una región, usualmente no se adaptan bien a otra similar, por los cambios a veces imperceptibles en el ambiente. Este aspecto es de mayor importancia cuando se trabaja con variedades o tipos hermafroditas.

Lo anterior explica el porqué de muchos fracasos, cuando se adelantan cultivos comerciales con semillas de variedades obtenidas en áreas o zonas diferentes a las de plantación. Por esto, el agricultor deberá estar seguro del comportamiento de la variedad a sembrar en su zona.

La introducción de variedades foráneas deberá hacerse en primera instancia sólo con fines de observación y selección antes que con fines económicos. De acá la importancia de un programa de investigación ya sea gubernamental o particular, ya que dada la rapidez de crecimiento de la planta, es fácil probar y seleccionar variedades o plantas para la obtención de semilla comercial.

Con las consideraciones anteriores, se describirán las principales variedades existentes,

\* I.A. Ms. Programa Nacional de Frutas C.I. Palmira. I.C.A.

sin que esto quiera decir, su recomendación para siembras comerciales en cualquier zona del país.

## **2. VARIEDADES**

### **2.1. SOLO**

Variedad de tipo hermafrodita producida en Hawai y tal vez la variedad mundialmente más conocida por su calidad y tamaño de fruta. Tiene más de 25 generaciones de selección y cruzamiento. Las plantas hermafroditas producen frutos periformes con un peso promedio 450 gramos con pulpa amarilla o rosada intensa, dependiendo de la selección. La línea «Sunrise-solo», de pulpa anaranjada ha sido sembrada en varias localidades de Colombia, en especial, la Costa Atlántica y zona Cafetera del Viejo Caldas. Aún cuando las primeras siembras no fueron las mejores, en estas dos zonas, se han venido seleccionando plantas y actualmente los cultivos presentan buenas características. Se necesita una mayor selección y realizar polinizaciones controladas, ya que presentan un gran porcentaje de frutos deformes, lo que se conoce como «Cara de Gato» y porte alto. El ICA en Caribia (Santa Marta) trabaja con esta variedad y ha realizado varias selecciones.

En Palmira, por el contrario, esta variedad no se ha comportado bien, presentando gran susceptibilidad al virus de la mancha anular, PRV.

### **2.2. CARIFLORA**

Variedad recientemente creada en la Florida, de tipo dióico. Las plantas hembras son altamente productivas, de porte intermedio, con 2 o 3 frutos de axila, casi esféricos y de un peso entre 500 y 700 gramos. Su pulpa varía desde amarillo hasta salmón intenso y de buena calidad. En Florida es reportada como tolerante al virus de la mancha anular, PRV.

Introducida a Colombia por el ICA y probada en la Costa Atlántica con buenos resultados. El centro regional de investigación caribia del ICA, ha iniciado selecciones y cruzamiento dirigidos, con el fin de obtener semilla para esa zona. En Palmira se inició su observación en el año de 1987. Para evaluar su comportamiento al PRV e iniciar igualmente selecciones.

### **2.3. ZAPOTE**

Antes que variedad, es un tipo de papaya, ampliamente cultivada en la Costa Atlántica

y que mantuvo sus características hasta que se iniciaron siembras de otras variedades o tipos. Actualmente se encuentra muy mezclada y vale la pena recuperarla y purificarla, haciendo selección. En esto se encuentra el Programa Frutales de ICA.

Es de tipo hermafrodita, de porte alto y muy productiva. Sus frutos son flobosos o alargados, dependiendo del sexo de la planta; de tamaño grande hasta de 3 kilos, pulpa color rosado intenso al que debe su nombre y de buena calidad para el mercado nacional.

#### **2.4. TICAIMERA**

Igual que la anterior, es un tipo de papaya que en la actualidad está contaminada con otras variedades y tipos. Ampliamente sembrada en Santander del Sur y actualmente, en los Llanos Orientales. Es de tipo hermafrodita, porte de intermedio a alto. Produce frutos que alcanzan hasta 5 kilos de peso, de calidad variable. Dependiendo del sexo de la planta, los frutos son globosos o alargados, siendo preferidos los últimos en el mercado nacional.

#### **2.5. VARIEDADES «ICA»**

El programa de Frutales del ICA, Seccional Palmira, inició en el año 1963 un proyecto de mejoramiento el cual se ha intensificado en los últimos años.

Como resultado de éste existen cuatro selecciones que serán entregadas próximamente. Estas cuatro selecciones, aún cuando difieren entre sí, presentan características semejantes, que las hacen sobresalir de los tipos nacionales. Son plantas que inician producción a los 8 o 9 meses de sembradas en sitio definitivo. Su porte es bajo, presentan floración de 40 a 80 centímetros del suelo. Son de tipo dioico, es decir solo se presentan plantas hembras y machos y como característica principal tiene alguna tolerancia al virus de la mancha anular (PRV). Sus frutos son redondeados con un peso que varía de 1.5 a 2.0 kilogramos, con pulpa color salmón o amarillo intenso, según la selección. Bajo las condiciones de Palmira, estas líneas logran entre 40 y 60 toneladas por hectárea, en los tres primeros meses de cosecha con un buen manejo.

En Florida, se conoce la variedad «Betty». Pertenece al tipo dioico es precoz, de frutos oblongos y tamaño medio. Pulpa amarilla y de sabor característico. Presenta inconvenientes como poca resistencia al transporte. En Australia se ha realizado una selección de «Betty», denominada «Bettina» y con mejores cualidades que aquella. Bajo las condiciones de Palmira, estas dos variedades han presentado buen comportamiento.

En Africa del Sur, donde el mercado prefiere frutos de forma esférica se conoce la

variedad «Hortus Gold» que es de la raza dioica. La planta es de porte alto y semiprecoz en la floración.

«Bluestem» es otra variedad hermafrodita cultivada en Florida. Los frutos son oblongos y pesan de 4 a 8 libras.

«Graham» es una variedad díoca, cultivada en Texas, con fruto de tamaño pequeño a mediano y con sabor excelente.

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. Probada en Palmira con muy mal comportamiento. En Australia, existe además la variedad «Petterson», de tipo dioico. En India la variedad «Washington»; en Japón, «Marumi Ogata» y «Heito Delicious» y en Perú son comunes «Guagua y «Tingo Maria».

### **3. FORMAS SEXUALES DEL PAPAYO**

El papayo es una especie polígama, por presentar tres tipos sexuales primarios: plantas estaminadas o masculinas, pistiladas o hembras y bisexuales o hermafroditas. Sin embargo, en el grupo de las hermafroditas existe un gran número de flores intermedias.

El conocimiento del sexo de la planta, así como del tipo de flor, es una herramienta para el agricultor, no sólo para la obtención de la semilla, sino para el mismo manejo de la plantación.

#### **3.1. FLOR ESTAMINADA O MASCULINA**

Se forma en plantas machos y se encuentran en ramilletes sobre largos pedúnculos que nacen en las axilas de las hojas. La flor es pequeña, de forma tubular, poseen un cáliz muy reducido, gamosépalo y de color verde claro; la carola es gamopétala, con cinco pétalos color blanco cremoso, alargados. Posee 10 estambres agrupados en la parte superior de la corola, y un pistilo rudimentario con ovario vestigial. Esta flor no produce frutos, aun cuando a veces, flores terminales del racimo pueden desarrollar un pistilo y se encuentran plantas machos produciendo frutos, las cuales son deformes, alargadas y curvadas que cuelgan de largos pedúnculos.

#### **3.2. FLOR PISTILADA O FEMENINA**

Se forma en el tallo principal de las plantas hembras, en las axilas de las hojas, sobre

un pedúnculo corto. Es por lo general solitaria, aunque puede presentarse en racimos de hasta cinco flores.

Son flores grandes de forma acampanada; el cáliz es gamosépalo y la corola posee cinco pétalos grandes, de color blanco-cremoso, ligeramente carnosos, libres o soldados en su base. Ovario súpero, grande y de forma redondeada; termina en un estigma, sentado y dividido en 5 lóbulos en forma de abanico. En su interior posee gran cantidad de óvulos de placentación parietal. Carece de estambres u órganos masculinos, por lo que necesita para ser polinizada de plantas masculinas o hermafroditas. Esta flor produce frutos globosos.

### **3.3. FLOR HERMAFRODITA**

Se encuentra en plantas hermafroditas, solitarias o en pequeños racimos, sobre un pedúnculo corto y en la axila de las hojas. Se diferencia de la flor hembra en su forma, ya que presentan un cuello o cintura por encima de su base, aunque, dependiendo del tipo de flor, también puede ser acampanada. Posee de 5 a 10 estambres de filamentos cortos y anteras de una coloración amarillo naranja, localizados en la cara inferior de los pétalos.

El ovario es de tipo alargado o cilíndrico; los pétalos están unidos hasta la mitad de su longitud.

Las flores hermafroditas pueden presentarse bajo diferentes tipos, reconociéndose hasta 15 formas de flores, pero sólo 4 son de importancia, ya que se presentan con frecuencia en los cultivos comerciales.

#### **3.3.1. FLOR PENTANDRIA**

La corola se compone de 5 pétalos unidos en su base; el ovario es globoso y con cinco lóbulos marcados. Posee 5 estambres con largos filamentos, adheridos a la base de la corola. Los estambres se encuentran pegados a la pared del ovario, dejando claramente marcados 5 surcos longitudinales, los cuales son fácilmente visibles cuando el fruto se desarrolla. Esta flor es muy parecida a la flor hembra y sólo se diferencia de ella, por la presencia de los estambres. Produce, a igual que la flor hembra, frutos globosos, pero con surcos más pronunciados.

#### **3.3.2. FLOR ELONGATA**

Es una flor alargada y con un cuello o cintura visible encima de la base; la corola está formada por cinco pétalos unidos más o menos en una tercera parte de su longitud.

Tiene 10 estambres, colocados en dos series de a cinco cada uno, adheridos al tubo de la corola. El ovario es alargado, por lo que produce frutos de la misma forma.

### **3.3.3. FLOR INTERMEDIA**

Es un tipo intermedio entre la pentandría y la elongata; sus pétalos están unidos en una tercera parte de su longitud a veces lo sobrepasa, lo que hace que el tubo de la corola varíe de tamaño. El número de estambres varía de 5 a 10, colocados irregularmente en el tubo de la corola. Los filamentos de los estambres se funden con la pared del ovario y causan deformaciones del fruto al crecer al tiempo con él; produce frutos alargados y deformes conocidos como «Cara de Gato» los cuales no son comerciales.

### **3.3.4. FLOR ESTERIL**

Son flores muy parecidas a las masculinas y se diferencian de ellas en que se encuentran unidas al tallo por un pedúnculo corto. Al igual que las masculinas, su corola es gamopétala, por lo que presentan forma tubular. No posee ovario fértil. Este es filamentos y no funcional. Como las flores machos, no producen frutos. La presencia de flores intermedias e irregulares, aún cuando son de carácter genético, se presentan por cambios ambientales, especialmente de temperatura. Al aumentar ésta, aumenta la esterilidad y al disminuir la temperatura, se presentan las flores intermedias.

## **4. PRODUCCION DE SEMILLA DE PAPAYA**

Para un programa de producción de semilla, además de las consideraciones de tipo de flor y genética del sexo, se deben tener presentes otros aspectos relacionados directamente con las plantas padres. Para ésto hay que seleccionar los padres con base en las características deseadas, como precocidad, altura y floración, producción, excelente calidad, comportamiento respecto a clima, suelo, plagas y enfermedades.

## **5. PRECOCIDAD Y ALTURA DE FRUCTIFICACION**

Una característica de importancia, dado el corto período de vida económica de la planta, es la precocidad y altura de fructificación.

La planta precoz inicia floración después del tercer mes de transplante y por lo general

estas plantas son de porte bajo, es decir, los primeros frutos se encuentran entre los 30 y 60 centímetros del cuello del tallo.

La altura de la planta está determinada por la longitud de los entrenudos, la cual a su vez es influenciada por factores múltiples. El carácter de planta enana, es recesivo para planta normal. Algunos trabajos realizados al respecto, indican que tanto el tiempo de trasplante a floración, el número de nudos a la primera flor y la longitud de los entrenudos, es la media aritmética de los padres.

## **6. ESTERILIDAD FEMENINA Y CARPELOIDIA DE ESTAMBRES**

Otras características importantes para tener en cuenta al seleccionar los padres para realizar cruzamientos dirigidos, son la esterilidad femenina y la carpeloidia de estambres que sólo se presenta en plantas hermafroditas. En el primer caso, la planta hermafrodita pasa de un estado de producción a uno improductivo, lo cual se fomenta por aumento de temperatura. En el segundo caso, carpeloidia de estambres, los estambres se sueldan al ovario y se desarrolla junto con el fruto, el cual se deforma produciendo la «cara de gato»; ocurre especialmente cuando una selección hecha para un clima cálido, es llevada a otro de menor temperatura, o cuando en el mismo cultivo, la temperatura desciende.

Al seleccionar los padres, se debe desechar como tales las plantas que presentan estas características.

## **7. CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION**

Se busca precocidad para fructificar: las primeras flores deben aparecer cerca a los 150 días después de sembradas las semillas. No debe existir evidencia de período improductivo alguno por corto que sea.

El peso del fruto oscilará entre una y tres libras para mercado nacional, y de 300 a 600 gramos para mercado de exportación. En ambos casos sin surcos, forma definida (redondos y ovalados) y simétricos.

La maduración del fruto debe ser uniforme al igual que el color de la pulpa (amarillo intenso o rosado). Todos los frutos de la planta deben registrar más de 12 grados Brix (sólidos solubles), acompañados de sabor y aroma agradables. El diámetro de la cavidad seminal deberá ser menor que la mitad del diámetro externo del fruto.

Es necesario que el fruto tenga una corteza que tolere el transporte.

## **8. TOLERANCIA A PROBLEMAS FITOSANITARIOS**

Los virus constituyen el problema principal que afecta al cultivo; las diversas reacciones presentadas por las plantas a ellos indican la posibilidad de una tolerancia propia del espécimen o el cultivo.

Plantas tolerantes son aquellas que exhiben síntomas muy benignos y que crecen y producen bien a pesar de estar infectadas. La tolerancia o resistencia horizontal se hereda cuantitativamente. El nivel más alto de tolerancia resulta de los cruzamientos que combinen el mayor número de genes tolerantes.

Una planta tolerante a virus produce durante un período suficiente para hacer rentable la inversión; las pérdidas de calidad del fruto son aceptables y el mercado nacional o el de procesadores de fruta inmadura las absorben fácilmente. Plantas susceptibles a virus no garantizan una vida productiva suficiente y los resultados económicos son lamentables.

## **9. POLINIZACION MANUAL**

Una vez seleccionadas las plantas madres es necesario realizar una serie de polinizaciones manuales controladas que garanticen la pureza de la semilla.

Para el efecto se escoge una flor por yema, observando cuidadosamente el desarrollo. La flor con pistilo más receptivo es aquella que está recién abierta, pero para garantizar la identidad del cruzamiento la flor escogida debe estar próxima a abrir y que conserve sus pétalos adheridos cubriendo sus órganos reproductores. Se reconoce por el color crema intermedio, más claro que en una flor abierta pero más intenso que en las flores no receptivas.

Los pétalos se abren fácilmente como respuesta a una ligera presión de los dedos en el ápice del botón floral y dejan ver con claridad los estigmas en donde se deposita el polen.

El polen se toma de flores próximas a abrir y en las cuales una inspección ocular garantiza su abundancia, requisito indispensable. Cuidadosamente se eliminan en forma parcial los pétalos, permitiendo la libre exposición de las anteras y dejando un extremo para manipuleo.

Frotes suaves de las anteras sobre el estigma receptivo son suficientes para alcanzar buenos resultados, los pétalos de la flor hembra se cierran nuevamente y la flor se cubre herméticamente con una bolsa de papel, la cual se retira cinco días después cuando la fecundación ya está comprobada.

La operación se registra en una etiqueta sujeta al pedúnculo de la flor y en la cual se anotan los progenitores y fecha de ejecución, la etiqueta deberá ser de material resistente a las inclemencias del clima puesto que acompañará al fruto en formación por un período cercano a los cinco o seis meses.

Un fruto tiene entre 5 y 50 semillas viables, dependiendo de la variedad y tamaño del fruto. Para que la ejecución de polinizaciones manuales alcance altos porcentajes de fecundación es necesario recordar los siguientes aspectos:

- La polinización debe realizarse en las horas de la mañana
- Es indispensable un buen contenido de humedad en el suelo.
- Las condiciones de aseo y limpieza deben ser extremas, tanto en el operario como en los materiales.
- El agricultor deberá tener muy en cuenta el cruzamiento realizado para así conocer la relación de sexos a obtener, Tabla 1 y de la misma manera, cómo enfocar y planificar la nueva siembra.

Tabla1. Porcentaje de sexos resultantes del cruzamiento y autofecundación de las diferentes formas sexuales de la papaya.

Polinización	% Hembra (mm)	% Hermafrodita (M2m)	% Macho (M1m)
Hembra x macho (mmx M1m)	50	0	50
Hembra x hermafrodita (mm x M2m)	50	50	0
Hermafrodita autofecundado (M2m x M2m)	33	66	0
Hermafrodita x hermafrodita (M2m x M2m)	33	66	0
Hermafrodita x macho (M2m x M1m)	33	33	33
Macho autofecundado (M1m x M1m)	33	0	66
Macho x macho (M1m x M1m)	33	0	66
Macho x hermafrodita (M1m x M2m)	33	33	33

## 10. ASPECTOS QUE SE DEBEN CONSIDERAR EN LA FERTILIZACION DEL PAPAYO

La papaya es una planta que permanece en crecimiento y producción constante, razón por la cual mantiene altos requerimientos nutricionales durante todo el año; puede aprovechar las condiciones climáticas al máximo, sólo cuando cuenta con un abastecimiento correcto y simultáneo de nutrientes.

Bajo condiciones naturales, pocos son los suelos que pueden satisfacer la demanda de nutrientes del papayo sin aplicación de fertilizantes, razón por la cual este frutal se cataloga dentro del grupo de cultivos cuya reacción a la fertilización es excelente.

El buen abastecimiento de nutrientes, en combinación con adecuadas condiciones climáticas y prácticas de manejo, se manifiesta en un desarrollo rápido con tallo corto y robusto, producción temprana y abundante. Una relación adecuada entre nitrógeno, que fomenta el crecimiento vegetativo, con el fósforo y potasio, es especialmente importante.

Es una planta que responde muy bien a la aplicación de materia orgánica, razón por la cual ésta debe ser tenida en cuenta en cualquier programa de fertilización, junto o complementada con fertilizantes minerales.

Las aplicaciones de fertilizantes completos deben ser frecuentes y con intervalos no mayores de tres semanas. Resultados excelentes se logran con fertilizaciones semanales. La mayoría de los investigadores coinciden en señalar al nitrógeno como el elemento crítico e indican una necesidad semanal de seis gramos por planta en crecimiento, la cual se duplica al entrar la planta en producción.

Ensayos realizados en el Centro Nacional de Investigaciones Palmira del ICA, demostraron que la papaya responde a la fertilización. Se lograron rendimientos de 50 toneladas por hectárea, usando distancias de siembra de 3 x 3 metros aplicando 120 kilos por hectárea de nitrógenos, fósforo y potasio, reforzando con 30 kilos de Boro y 20 toneladas de materia orgánica. El fósforo se aplicó al momento de la siembra y las dosis totales de los otros nutrientes se dividieron en tres aplicaciones, al tercero, sexto y noveno mes del trasplante.

Sin embargo, y dada la gran variabilidad de suelos donde se cultiva la papaya, la fertilización deberá basarse en los siguientes factores:

- Contenido de nutrientes del suelo
- Tipo de suelo
- Rendimientos esperados y obtenidos comúnmente en cada región
- Edad de la planta
- Condiciones de clima: temperatura, humedad, luminosidad.

## 11. EXTRACCION DE NUTRIENTES

La producción de materia seca en la parte aérea de la planta es creciente y constante, lográndose en el primer año una producción de cuatro toneladas de materia seca por hectárea. Las cantidades de nutrientes extraídas por el total de material seco en una hectárea se muestran en la Tabla 2, así como la extracción de una tonelada de fruta en fresco, siendo los principales nutrientes, nitrógeno y potasio. Según Cunha, los frutos presentan dos períodos de mayor crecimiento; el primero durante los tres meses después de la apertura de la flor y el segundo, durante los treinta días que anteceden a la cosecha. Sin embargo, este desarrollo no puede tenerse en cuenta para el abonamiento, ya que la planta presenta en un mismo tiempo todo tipo de fruto, desde flor hasta fruto completamente maduro.

Tabla 2. Extracción por hectárea de nutrientes por los órganos aéreos de la planta de papayo y por tonelada de fruta producida con población de 1.650 plantas por hectárea.

Elemento	Parte Aérea	Fruta Fresca 1/ Gramos
N	110.1 Kg	1.780.5
P	10.4 Kg	238.5
K	103.6 Kg	2.069.3
Ca	40.9 Kg	440.5
Mg	17.0 kg	229.3
S	12.0 Kg	172.5
B	122.4 g	0.95
Cu	33.0 g	0.3
Fe	329.2 g	3.0
Mn	246.0 g	1.35
Mo	0.2 g	0.007
Zn	131.5 g	1.2

1/ Promedio de 4 localidades. Fuente: Cunha 1980.

## 12. DETERMINACION DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZACION

Las necesidades de fertilización pueden ser determinadas de diferentes maneras. Los métodos más empleados son el análisis de suelo y de las hojas. Además, un diagnóstico

visual de la planta y los datos sobre extracción de nutrientes, son de gran utilidad. No obstante, la experimentación podría ser el mejor medio de determinar todos los factores de producción de una variedad en determinada localidad.

Los síntomas de deficiencia de N son los más rápidos en aparecer y se manifiestan por un amarillamiento progresivo de las hojas más viejas. El tamaño de las hojas nuevas se reduce, así como la forma de ellas, al observarse menos lóbulos por hoja y pecíolo más corto. El desarrollo de la planta se retarda, resultando plantas achaparrada y de mal aspecto.

La mayoría de los suelos en Colombia presentan bajos contenidos de fósforos asimilable por las plantas, motivo por el cual esta carencia se observa frecuentemente. Su avance se inicia en las hojas viejas, las que permaneciendo de color verde oscuro exhiben líneas rojizas a lo largo de las venas y del pedúnculo de la hoja; también se observa un moteado amarillo a lo largo de los márgenes de la hoja; estos puntos coalescen produciendo la muerte del tejido y un volteado hacia arriba de la lámina foliar restante.

Los síntomas de deficiencia de potasio aparecen prontamente y el más notable lo constituye el ángulo de inserción del pecíolo de las hojas en el tallo; las plantas con suministro adecuado presentan un ángulo agudo (hacia arriba) y las plantas deficientes en potasio presentan un ángulo obtuso (hacia abajo); además, las hojas se van secando por las puntas dando una apariencia raída.

En las deficiencias de magnesio la hoja toma color paja, conservando verdes los espacios de las venas.

La deficiencia de hierro causa clorosis severa iniciándose en el cogollo. Sin embargo y dadas las características de suelos en Colombia esta deficiencia es muy raro encontrarla.

La deficiencia de Boro es la más frecuente entre los elementos menores. La diversidad de los síntomas de carencia de boro, no siempre bien diferenciados de enfermedades, sugiere la dependencia mutua entre las enfermedades bacterianas, las producidas por virus y las deficiencias de Boro.

Su deficiencia causa hojas de menor tamaño, de color verde muy oscuro y lámina foliar deforme. El alargamiento del tallo cesa y las hojas se produce casi en el mismo sitio dando la imagen de ramillete, parecido al de la enfermedad llamada en inglés «bunchy top» (extremo o tope amacollado). La diferencia entre ambas enfermedades está en que las hojas terminales de las plantas carentes de Boro exhuden látex al menor roce mientras que las enfermas de «bunchy top» no lo hacen.

El fruto aparece deformado y cubierto de protuberancias no teniendo valor comercial alguno.

Las formas más asimilables de Boro por las plantas son las derivadas de origen marino o ligadas a la materia orgánica.

La arcilla retiene debilmente iones bóricos y en tanto aumenta la acidez disminuye la capacidad retenedora; en cambio la materia orgánica favorece la retención de Boro, manteniéndolo asimilable. Hay evidencia de antagonismo entre el boro y el calcio; además se ha indicado que el potasio presente en cantidades apreciables, perjudica la asimilación del boro.

Los fertilizantes nitrogenados, debido a su acción favorable sobre el crecimiento, aumenta los requerimientos del boro.

Las fertilizaciones para sostenimiento de la planta y para corregir deficiencias dependen de múltiples factores pero la experiencia señala que las aplicaciones iniciales de 20 kilogramos de materia orgánica bien descompuesta acompañados de aplicaciones semanales de 40 gramos de un fertilizante completo de formula 15-15-15 por sitio, son suficientes en la etapa de crecimiento; al entrar la planta en fructificación la dosis se puede duplicar.

Las deficiencias de magnesio se pueden prevenir aplicando cuatro veces por año tres unidades de óxido de magnesio combinado con el fertilizante completo, el cual deberá tener un 25% del nitrógeno en forma orgánica; para satisfacer esta necesidad se sugiere la aplicación cada 90 días de 20 kilogramos de gallinaza por planta.

Las deficiencias de boro son fácilmente corregibles con aplicaciones edáficas de Borax el cual contiene 11.4% de boro o Boracina con un contenido del 14.2% de boro. La frecuencia de las aplicaciones fluctúa entre 6 y 8 semanas y una dosis segura, que evite fitotoxicidad, está alrededor de 10 gramos por planta en producción, de uno de los compuestos ya mencionados.

Sin embargo, experiencias nacionales presentan a las aspersiones foliares con ácido bórico como la forma más eficiente para corregir las deficiencias de boro ya que la planta absorbe más rápidamente pequeñas cantidades por las hojas que por las raíces, con la consecuente economía de producto y el menor riesgo de lixiviación y otras dificultades inherentes a la nutrición edáfica. El ácido bórico tiene la gran ventaja de su alta solubilidad en agua, lo que permite su rápida incorporación en la planta sin dejar residuos no disueltos, que al evaporarse el vehículo de la solución, causan quemazón en las hojas. Actualmente hay quelatos comerciales con resultados muy satisfactorios. Tanto el ácido bórico como el borax y los quelatos, pueden aplicarse foliarmente en una solución al 1% (1g o cc/100 agua).

## **12.1 ANALISIS DE SUELO**

La principal ventaja del análisis de suelo es que se hace antes de sembrar el cultivo. A través de él, son detectadas las condiciones nutricionales tanto de deficiencia como de

exceso, que deben ser corregidas antes de la siembra.

## 12.2 ANALISIS FOLIAR

El análisis foliar dá un indicativo exacto sobre el estado nutricional de la planta, pudiéndose detectar la deficiencia o exceso de un elemento, antes que aparezcan los síntomas característicos.

El órgano usado para el análisis no es la hoja, sino el pecíolo de la hoja que soporta la flor próxima a abrir o abriendo.

## 12.3 DIAGNOSTICO VISUAL

El diagnóstico visual o identificación de síntomas de deficiencia o exceso, se fundamenta en que cada elemento ejerce las mismas funciones en todas las plantas. Por ese motivo existiendo falta o exceso, debe haber un denominador común en todas las especies. Malavolta resume los síntomas de deficiencia de N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn en papayos cultivados en solución nutritiva por seis meses, según la tabla 3.

Tabla 3. Síntomas de carencia nutricional en papaya

Elemento	Síntomas
Nitrógeno 1/	Hojas verde-amarillento, que después quedan totalmente amarillas; menor tamaño y menos lóbulos
Fósforo 1/	Clorosis anaranjada a lo largo de los márgenes, seguido de necrosamiento y enrollamiento y por último, caída de la hoja. Las hojas nuevas son pequeñas y de color verde oscuro.
Potasio 1/	Pecíolo con un ángulo de inserción al tallo, mayor de 90 grados, hojas amarillo verdoso con leve necrosis en los márgenes, seguido de secamiento de las puntas hacia el centro.
Calcio 1/	Hojas verde oliva, pálidas con manchas amarillas en limbo; después completamente amarilla; menos lóbulos; caída.
Magnesio 1/	Numerosas manchas necróticas en las márgenes de las hojas, que después se juntan produciendo áreas grandes color paja; las nervaduras permanecen verdes.
Azufre 2/	Hojas levemente amarillas.
Boro 2/	Paralización al crecimiento terminal del tallo; hojas menores, verde oscuro, coriáceas y deformadas.
Hierro 2/	Hojas verde amarillentas y después amarillas o casi blancas. Quebramiento de la parte apical del tallo.
Magnesio 2/	Leve clorosis reticulada intervenal, que posteriormente se convierte en un amarillamiento general de la hoja.

Fuente: Malavolta, 1980.

1/ Organos más viejos son afectados primero. 2/ Organos más jóvenes son afectados primero.