

EARTH es una universidad internacional, privada y sin fines de lucro, dedicada a la educación en ciencias agrícolas y recursos naturales, cuyo propósito es contribuir al desarrollo sostenible de la región tropical húmeda.



**Manual  
práctico  
para**

**El Cultivo  
de la  
Papaya  
Hawaiana**



*José A. Jiménez Díaz*

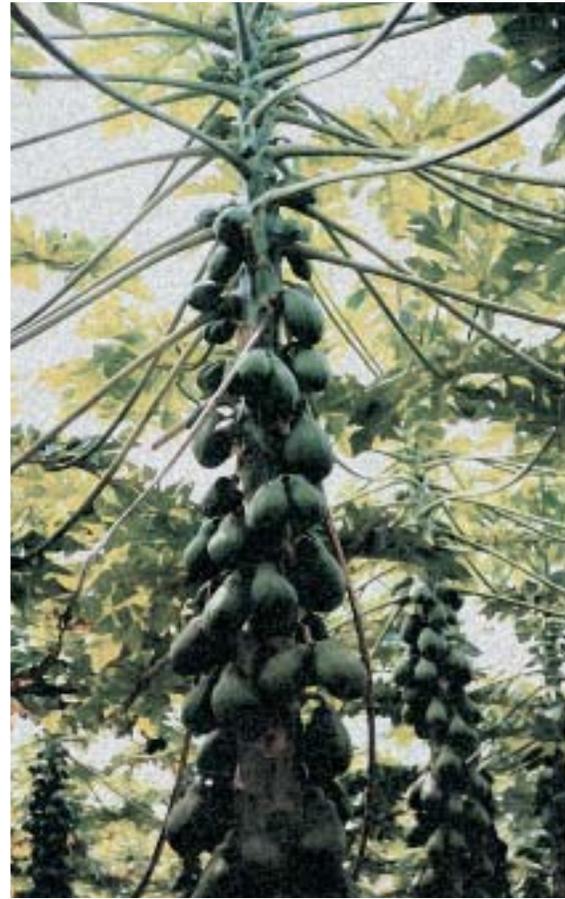


**EARTH**



**Manual  
práctico  
para**

**El Cultivo  
de la  
Papaya  
Hawaiana**



*José A. Jiménez Díaz*

Reservados todos los derechos

Ninguna parte de este libro puede ser reproducida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluyendo fotocopiadora, grabadoras sonoras, etcétera, sin permiso escrito del editor.

Editorial EARTH

Luis Hernán Rincón, Ph.D.

Ricardo Russo, Ph.D.

Raúl Botero, Ms.C.

Lic. José Ruperto Arce, Coordinador

Teléfono (506) 713-0000

Fax (506) 713-0001

Guácimo, Limón, Costa Rica

2002

634.651

J61m

Jiménez Díaz, José A.

Manual práctico para el cultivo de la  
papaya hawaiana / José A. Jiménez Díaz. –  
1ª ed. – Guácimo, CR : EARTH, 2002.

108 p. : il.

ISBN 9977-84-004-0

**1. CARICA PAPAYA. 2. PAPAYA**  
**3. CULTIVO. I. EARTH. II. Título**

# **CONTENIDO**

<b>Capítulo</b>	<b>Tema</b>	<b>Página</b>
	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>I.</b>	<b>ORIGEN, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS</b>	<b>3</b>
	<b>A. Origen y distribución</b>	<b>3</b>
	<b>B. Descripción botánica</b>	<b>4</b>
	<b>C. Descripción morfológica</b>	<b>4</b>
	1. Tipos de planta	
	2. Tipos de flor	
	3. Flores	
	4. La raíz	
	5. El tallo	
	6. Hoja	
	7. La semilla	
	8. Frutos	
	9. Cultivares	
	10. Producción	
	<b>D. Requisitos para un buen cultivo</b>	<b>21</b>
	1. Temperatura	
	a. Carpeloidia	
	b. Esterilidad femenina	
	2. Suelos	
	3. Drenaje	
<b>II.</b>	<b>COMPOSICIÓN Y USOS</b>	<b>23</b>
	<b>A. Composición</b>	<b>23</b>
	1. Contenido vitamínico	
	<b>B. Usos medicinales</b>	<b>24</b>
	<b>C. Usos culinarios</b>	<b>25</b>
<b>III.</b>	<b>PROPAGACIÓN</b>	<b>27</b>
	<b>A. Propagación por semilla</b>	<b>27</b>
	1. Selección de plantas para la producción de semilla	
	2. Tratamiento de las semillas	
	<b>B. Siembra</b>	<b>29</b>
	1. Siembra en vivero	
	2. Construcción del vivero	
	3. Preparación del medio del cultivo	
	4. Pregerminación de las semillas	
	5. Siembra en bolsas	
	6. Hoyado y siembra	
	7. Siembra directa	
	8. Micropropagación	
	9. Arreglos topológico	

**CONTENIDO**

<b>Capítulo</b>	<b>Tema</b>	<b>Página</b>
IV.	<b>PREPARACIÓN DE SUELOS</b>	<b>35</b>
	<b>A. Estudios básicos</b>	<b>35</b>
	1. Topografía	
	2. Diseño de infraestructura	
	3. Drenaje	
	<b>B. Prácticas de preparación de suelos</b>	<b>37</b>
V.	<b>PRÁCTICAS AGRÍCOLAS</b>	<b>39</b>
	<b>A. Programa de fertilización</b>	<b>39</b>
	1. Modo de aplicación	
	2. Fertilización foliar	
	3. Modo de aplicación de la nutrición foliar	
	<b>B. Control de plagas</b>	<b>42</b>
	1. Control de enfermedades causadas por hongo del suelo	
	2. Control de enfermedades foliares	
	3. Control de las enfermedades	
	4. Infecciones por <i>P. Palmivora</i>	
	5. Infección del tallo por <i>Fusarium</i> sp.	
	6. Control de insectos	
	a. Al trasplante	
	b. Muestreo para detección de plagas	
	c. Plantación de 0-3 meses	
	d. Plantación joven y adulta	
	e. Control de ácaros	
	7. Control poscosecha de plagas	
	a. Medidas a tomar en el campo	
	b. Variedades resistentes	
	c. Medidas poscosecha	
	d. Tratamiento poscosecha	
	8. Nematodos	
	a. Control	
	<b>C. Control de malezas</b>	<b>47</b>
	1. Control químico	
	2. Control manual	
	3. Coberturas	
	<b>D. Prácticas culturales</b>	<b>49</b>
	1. Selección	
	2. Aporca	
	3. Resiembra	
	<b>E. Sanidad vegetal</b>	<b>50</b>
	1. Poda	
	2. Deshoja	
	3. Raleo	
	4. Recolección de frutos caídos	

# **CONTENIDO**

<b>Capítulo</b>	<b>Tema</b>	<b>Página</b>
	<b>F. Control de moscas de fruta</b>	<b>51</b>
	1. Tipos de trampa	
	<b>G. Riego</b>	<b>51</b>
	1. Por Goteo	
	2. Por asperción	
	3. Por microasperción	
<b>VI.</b>	<b>DEFICIENCIAS NUTRIMENTOS Y PLAGAS</b>	<b>55</b>
	<b>A. Deficiencias nutricionales</b>	<b>55</b>
	<b>B. Plagas</b>	<b>63</b>
	1. Insectos	
	2. Moluscos	
	3. Insectos chupadores	
	4. Moscas	
	5. Lepidopteros	
	6. Ácaros Arthropoda	
	7. Caracoles	
	8. Nematodos	
<b>VII.</b>	<b>EQUIPO Y MAQUINARIA</b>	<b>69</b>
<b>VIII.</b>	<b>COSECHA</b>	<b>71</b>
	<b>A. Estimaciones de fruta</b>	<b>71</b>
	<b>B. Recolección de frutos o cosechas</b>	<b>71</b>
<b>IX.</b>	<b>EMPAQUE</b>	<b>73</b>
	<b>A. Lavado y selección</b>	<b>73</b>
	<b>B. Tratamientos contra antracnosis y moscas</b>	<b>73</b>
	1. Térmico	
	2. Químico	
	3. Cera	
	4. Irradiación	
	5. Orgánico	
	<b>C. Selección y empaque</b>	<b>75</b>
	1. Sistema de empaque	
	2. Materiales de empaque	
	3. Manejo de la carga empacada	
	<b>D. Conservación de la fruta</b>	<b>76</b>
<b>X.</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	<b>77</b>
	<b>A. Aspectos generales</b>	<b>77</b>
	<b>B. Procedimientos de control de calidad</b>	<b>79</b>
	<b>C. Fisiología y manejo poscosecha</b>	<b>85</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>91</b>
	<b>APÉNDICE DE FOTOGRAFÍAS A COLOR</b>	<b>93</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>107</b>



## **LISTA DE ILUSTRACIONES**

<b>Fotografía</b>	<b>Página</b>
1. Planta hermafrodita Solo Sunrise	5
2. Planta hermafrodita	5
3. Planta hembra	5
4. Secuencia de floración hermafrodita	6
5. Secuencia de floración femenina	6
6. Tipos teratológicos de frutos de papaya	7
7. Inicio de floración	12
8. Plantas típicas de papaya	94
9. Planta de "Sunset"	94
10. Fruto de "Sunset"	94
11. Sistema radical	15
12. Frutos y sistema foliar	15
13. Carpeloidía	19
14. Carpeloidía	19
15. Fallas de floración	20
16. Planta a punto de iniciar cosecha	26
17. Pregerminación de semillas	27
18. Pregerminación de semillas	28
19. Pregerminación de semillas	29
20. Vivero para trasplante	29
21. Trasplantando	31
22. Siembra directa	32
23. Preparación de suelos	36
24. Preparación de suelos	36
25. Fertilización manual	38
26. Fertilización manual	38
27. Nebulizadora	41
28. Aplicaciones foliares	41
29. Plantas de siembra directa	48
30. Herramienta para podar	48
31. Herramienta para deshoja	48
32. Herramienta para cosecha	49
33. Muestreo foliar	49
34. Herramienta para deshojar	49
35. Poda	49
36. Árboles que requieren deshoja	94
37. Fruta	95
38. Trampa Jackson	50
39. Microaspersor	54
40. Tubo de riego por goteo	54
41. Efecto de la sequía	95
42. Deficiencia de magnesio y zinc	95
43. Deficiencia de magnesio	96
44. Deficiencia de boro	96
45. Frutos inmaduros	96

**LISTA DE ILUSTRACIONES**

<b>Fotografía</b>	<b>Página</b>
46. Daño por viento	57
47. Daño por rayo	57
48. Infección por <i>Phytophthora Palmivora</i> sp.	96
49. Pudriciones del extremo del pedúnculo	97
50. Pudriciones superficiales	97
51. Pudriciones superficiales poco frecuentes	98
52. Efecto del tratamiento térmico	98
53. Tizne interno	99
54. Pudrición acuosa	99
55. Pudrición interna causadas por bacterias	99
56. <i>Enterobacter cloacae</i>	100
57. Tizne	100
58. Caracoles y cochinilla	100
59. Nebulizadora	69
60. Maquinaria para hacer lomillos	70
61. Arado lomillador	70
62. Cosecha de la fruta	71
63. Transporte de fruta	71
64. Selección y lavado de fruta	72
65. Cámara para la aplicación de fungicidas y cera	74
66. Tratamiento químico y de la cera	101
67. Fruta tratada con cera y fungicida	101
68. Papaya Solo	102
69. Fruta empacada	76
70. Fruta con el pedúnculo recortado	102
71. Frutas bien formadas	103
72. Fruta no empacable	103
73. Fruta con defectos	103
74. Mancha chocolate	104
75. Antracnosis y mancha chocolate	105
76. Manchas, cicatrices y rozaduras	105
77. Quemada de sol	105
78. Cochinillas y pedúnculo largo	106
79. Tabla de colores de maduración	106

## **LISTA DE ILUSTRACIONES**

<b>Figuras</b>	<b>Página</b>
1. Flor hermafrodita elongata normal	8
2. Flor hermafrodita elongata normal	8
3. Parte de la corola de flor hermafrodita	8
4. Flor hermafrodita elongata normal	9
5. Flor hermafrodita elongata normal	9
6. Carpelo de flor hembra	9
7. Flor pentandria hembra	10
8. Flores	11
9. Flor, fruto y capullos	11
10. Secuencia de las etapas de desarrollo	14
11. Semilla y plántula	17
12. Raíz	17
13. Tallo	18
14. Hoja	18
15. Trampa Jackson	51
16. Trampa McPhai	51
17. Aspersor	53
18. Diferentes estadios de ácaros	64
19. Ácaro blanco	67
20. Hojas deposición electrostática	70

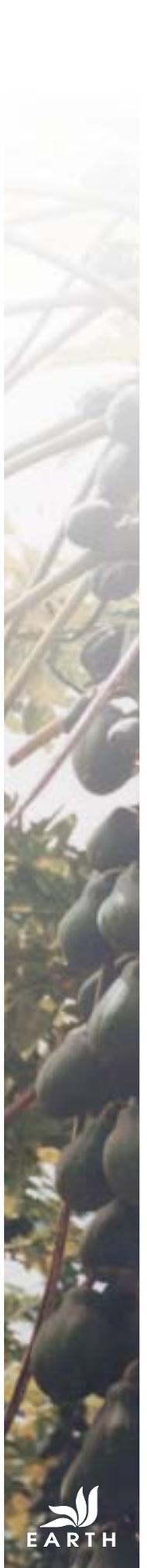
<b>Cuadros</b>	<b>Página</b>
1. Descripción botánica	4
2. Secuencia de las etapas de desarrollo	13
3. Análisis de frutos	24
4. Arreglo topológico	33
5. Programa de fertilización	39
6. Niveles adecuados de nutrimentos en tejido foliar	40
7. Extracción de nutrientes para árboles de papaya	41
8. Principales plagas de insectos del papayo	63
9. Ácaros que atacan al papayo	67
10. Características de la caja de empaque	76
11. Normas de calidad	78
12. Clasificación de los daños por moho y antracnosis	83
13. Clasificación de los daños del pedúnculo	83
14. Especificaciones del control de calidad	84
15. Lista de plaguicidas para uso en papaya	88



## Sobre el autor

**José Alberto Jiménez Díaz** realizó estudios en la Universidad de Costa Rica y se trasladó a CAL POLY, (California State Polytechnic University), Campus de Pomona.

Se graduó con el título de Bachelor of Science en Agronomía en 1974. Durante veinticinco años ha desempeñado funciones gerenciales en operaciones de producción agrícola y su experiencia acumulada en los Estados Unidos, Costa Rica, México y El Salvador son la base para compilar la información aquí presentada, cuyo enfoque es práctico y basado en aplicaciones reales. De 1999 a 2000 dirigió las operaciones de la **Empresa Agrocomercial** de la Universidad Internacional EARTH en Costa Rica.





## **Dedicatoria**

---

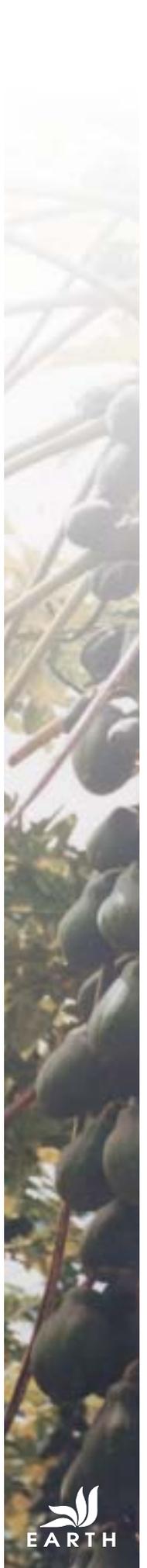
Este trabajo, que presento para el beneficio de las personas que con su esfuerzo hacen producir alimentos para la humanidad, lo dedico a mi esposa María Zulema y a mis hijos, Cristina, José Vicente, Ignacio y Laura, quienes han compartido de cerca las experiencias agrícolas, base de los conceptos aquí presentados.

Las Mercedes de Guácimo, Provincia de Limón,  
Costa Rica, 2002.

## **Agradecimiento**

---

A los miembros de la Editorial EARTH y a los profesores Jorge Arce, Alberto Montero, Luis Hernán Rincón R. y Omar Ulloa por su valiosa colaboración.





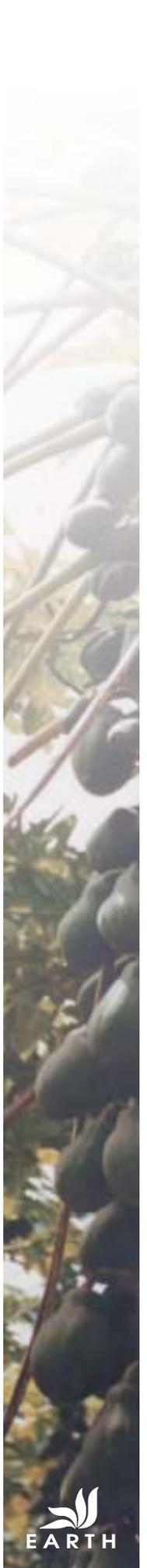
## INTRODUCCIÓN

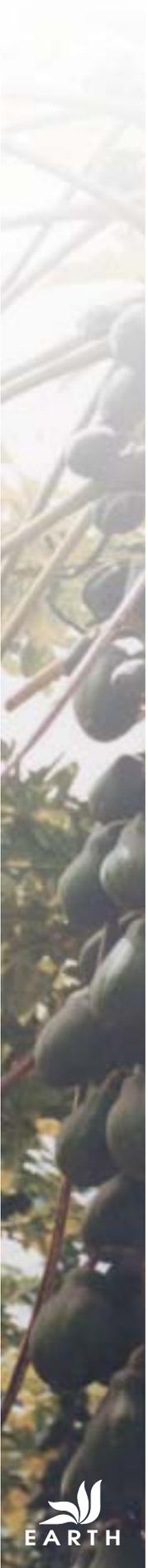
Este trabajo tiene como objetivo dar a conocer aspectos relevantes de la papaya en general y de la papaya Solo o Hawaiana en particular. Desde el punto de vista general, el cultivo de la **Carica papaya** es ampliamente generalizado y en diferentes partes del mundo se cultiva de manera particular, según los tipos locales de frutos. Es una fruta conocida en todas las regiones tropicales del mundo, tales como el sudeste de Asia (Indonesia, Filipinas), África (Costa de Marfil, Camerún y República de África del Sur), las islas de la Polinesia, el Caribe, Mesoamérica y Suramérica, especialmente Brasil. Los aspectos fundamentales que podrían variar son los tipos, la densidad y el mercado. Sin embargo, como género botánico, todos los tipos requieren las mismas condiciones de suelos, clima, nutrición y protección fitopatológica.

De manera particular, el énfasis de los temas se moverán alrededor de **Carica papaya cultivar Solo**, tipos: **Kapoho, Sunrise, Sunset** y **Sunup** principalmente. La razón es porque estos tipos son por excelencia los más apetecidos y de mayor valor comercial en el mundo, debido a sus excelentes características de tamaño y sabor.

En Costa Rica, la primera plantación de papaya Hawaiana inició en 1982 y una vez que el protocolo de manejo de la fruta para exportar a los Estados Unidos se aprobó, otras inversiones se han realizado. El mercado de los Estados Unidos es más atractivo, debido a que los costos de transporte son más favorables y a que los precios son mejores.

Este manual puede ser de utilidad, tanto al pequeño productor nacional como al exportador. Asimismo, los profesionales, estudiantes y público en general interesados en el tema encontrarán información práctica y accesible.





## I. ORIGEN, DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS

### A. Origen y distribución

Su origen se ubica en las tierras bajas de la América Tropical, específicamente en Mesoamérica o la región que incluye el sureste de México hasta Costa Rica; fue descrita por primera vez en 1526 por el historiador Fernández de Oviedo y en su descripción mencionó que los colonizadores españoles la llamaban “higos de mastuerzo” y “papaya de los pájaros”. A través del intercambio natural entre los primeros pobladores de América y el Caribe, la fruta logró diseminarse por muchas regiones de esas áreas. También se ha observado una gran concentración de especies de **Carica** en la región oriental de los Andes, comprendida entre Brasil, Bolivia, Colombia y Venezuela.

El vocablo **papaya** es de origen arahuaco, que era el lenguaje hablado por los pobladores de las Antillas y otras regiones durante la conquista. De hecho, el taíno, de origen arahuaco, era el principal lenguaje de La Española y Cuba en el momento de llegar Cristóbal Colón.

Actualmente esta fruta existe en todas las áreas tropicales del mundo. Los mayores productores son Brasil, México, Indonesia y Filipinas. Gracias al trabajo científicamente desarrollado en Hawai, contamos por excelencia con los tipos hawaianos que los convierten en la realeza del mundo de la papaya, por sus sobresalientes características organolépticas.

Todas las especies de **Carica** son nativas de la América tropical. El análisis isóximo indica que **C. papaya** es solamente un pariente distante de otras especies de **Carica**. La gran diversidad existe en la región de Yucatán-San Ignacio-Peter-Río Motagua de Centroamérica, donde prevalece una mayor diversidad en la población silvestre que en la doméstica.

Los relatos del siglo XVIII de los viajeros y botánicos indican que las semillas de papaya fueron llevadas del Caribe a Las Molucas y de ahí a la India. Desde Las Molucas y Filipinas se distribuyó a toda Asia y a la región del Pacífico Sur. Se dice que el crédito de llevar las semillas a Hawai, a principios de 1800, se le debe a don Francisco Marín, un explorador y agricultor español, quien las obtuvo en las islas Marquesas.

Actualmente esta fruta se cultiva en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo.

La papaya Hawaiana en sus diferentes tipos, como la conocemos hoy, es el producto de un gran y extenso trabajo en fitomejoramiento, realizado por investigadores de la Universidad de Hawai. El material genético original llegó a las islas a principios de siglo, proveniente de las islas del Caribe. Los españoles de la época de Cristóbal Colón vieron esta deliciosa fruta por primera vez, casualmente en estas islas. Ellos tuvieron la oportunidad de observar los múltiples usos que los indígenas le daban a esta maravillosa fruta (Nakasone 1986).

Actualmente, muchos de los usos antiguos han sido relegados a comunidades primitivas, ya que la ciencia médica ha introducido productos más efectivos y eficientes para obtener los efectos que anteriormente se lograban con esta fruta. Entre las características más sobresalientes de la papaya Hawaiana se encuentran aquellos relacionados con la comercialización. Dichas características proporcionadas genéticamente por fitomejoramiento son la de poseer el tamaño para un manejo adecuado y un sabor dulce muy apetecido. Los tipos de papaya Hawaiana no solo varían en sus tamaños y formas, sino también en el color de su pulpa. Estas características le dan oportunidad tanto a los diferentes gustos del consumidor, como a las diversas condiciones de desarrollo.

Un aspecto relevante en el cultivo de esta fruta, como en otras plantas, es el de contar con alguna característica que le de tolerancia o resistencia contra enfermedades, de las cuales, dos causan grandes pérdidas económicas: **Colletotrichum gloeosporioides** (antracnosis) y el virus de la mancha anular. Algunos tipos poseen cierta resistencia natural a antracnosis y recientemente se ha desarrollado un gen resistente al virus, que ha sido incorporado a los tipos hawaianos Sunup y al Rainbow, por medio de tecnología de ingeniería genética.

## B. Descripción botánica

### Cuadro 1 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

<b>REINO</b>	<b>VEGETAL</b>
<b>SUBREINO</b>	<b>EMBROBYONTA</b>
<b>CLASE</b>	<b>MAGNOLIOPHYTA</b>
<b>SUBCLASE</b>	<b>DILLENIDAE</b>
<b>2º GRUPO EVOLUTIVO</b>	<b>DIAPETALA</b>
<b>ORDEN</b>	<b>PARIETALES</b>
<b>FAMILIA</b>	<b>CARICACEAE</b>
<b>GÉNERO</b>	<b>CARICA</b>
<b>ESPECIE</b>	<b>PAPAYA</b>

## C. Descripción morfológica

La planta es perenne, de vida corta y llega a crecer hasta nueve metros. Su tronco es herbáceo, hueco y normalmente sin ramas. Las hojas tienen lóbulos profundos, son palmeadas y se sostienen por medio de pecíolos largos y huecos que aparecen en el tallo. Las flores salen de las axilas que forman los pecíolos y el tallo en número de 3 a 5. Las hojas más viejas mueren y caen conforme el árbol crece. Una planta sana posee alrededor de unas 30 hojas funcionales, por lo que se estima que una hoja representa entre 3 y 4 del área foliar total.

Las flores producen una fragancia y poseen cinco pétalos de color blanco-crema y amarillo-anaranjado de 1 a 2,5 cm de largo. Las superficies de los estigmas son de color verde pálido y los estambres amarillo brillante.

Los frutos son de cáscara lisa y su tamaño varía según la variedad y tipo de planta.

El sistema radical se extiende en forma radial y la raíz pivotante alcanza profundidades de un metro o más. La mayor cantidad de raíces se encuentra en los primeros 10 cm de profundidad y se extiende en un radio de hasta 1,80 m. Las raíces más finas están

entre los 80 y 90 cm del tallo, que es la parte exterior inmediata de la zona de gotera (Chia *et al.* 1985).

La papaya Hawaiana es en realidad una fruta exótica por excelencia, no sólo por su tan apreciado sabor y aroma, sino por sus exigencias para desarrollar el cultivo. Es sumamente susceptible a cambios drásticos de temperatura, carece de resistencia a *Phytophthora palmivora* y los nematodos hay en ella un huésped perfecto. Desafortunadamente, contrario a los problemas fitopatológicos antes mencionados que con prácticas agrícolas y agroquímicos se evitan o controlan, el principal problema de la papaya Hawaiana es que no tiene ningún mecanismo de defensa contra el virus de la mancha anular, el cual, una vez que infecta a la planta, se propaga rápidamente por medio de vectores del Orden Homóptera. En cuanto a nutrición se refiere, es sumamente exigente; los elementos fósforo y potasio son de vital importancia, así como el boro. Este último, aunque se requiere en pequeñas cantidades, es vital para la buena formación de los frutos.

En cuanto a los aspectos botánicos, la papaya pertenece a una pequeña familia de dicotiledóneas **Caricaceae** que incluye cuatro géneros: tres tienen su origen en la América tropical (**Carica**, **Jarilla** y **Jaracatia**) y una **Cylicomorpha** de África ecuatorial. Actualmente se reconocen 30 especies distribuidas en: 21 especies de **Carica**, 2 de **Cylicomorpha**, 6 de **Jaracatia** y 1 de **Jarilla**.

La **Papaya** es la de mayor importancia económica de las 21 especies de **Carica**. Las especies de **Carica** son diocas, excepto la monoica **Carica monoica** y algunas **Carica pubescens** y la polígama **Carica papaya**. La mayor parte de estas son herbáceas, con un solo tallo erecto. Los frutos son generalmente secos y adolecen de la pulpa jugosa de **Carica papaya** o **Carica heilbornii-badillo** variedad pentágona llamada 'babaco', que es de origen subtropical y que se encuentra en Ecuador, entre 2.000 y 3.000 m sobre el nivel del mar.

La fruta sale partenocápicamente y es de tamaño intermedio, jugosa y algo ácida. Las plantas se propagan por estaca. Algunas son importantes por poseer resistencia a enfermedades virosas, entre estas figuran: **Carica stipulata**, **Carica candicans**, **Carica cauliflora** y **Carica pubescens**. La **Carica monoica** se ha señalado como tolerante a la enfermedad llamada Bunchy top (cogollo arrellado), además es utilizada como verdura en algunos países de América del Sur (Nakasone 1998).



Foto 1 Planta hermafrodita de la variedad SOLO SUNRISE.



Foto 2 Planta hermafrodita.

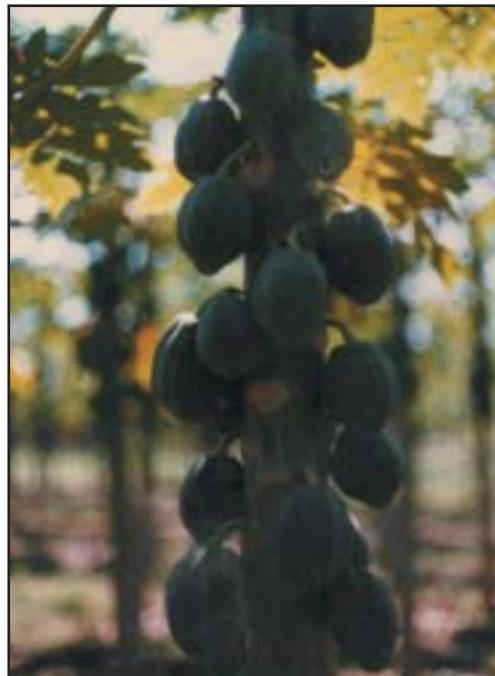


Foto 3 Planta hembra.

## 1. Tipos de planta

El sexo determina el tipo de planta, factor profundamente influenciado por el ambiente.

En general, las plantas se clasifican en hermafroditas, femeninas (hembras) y masculinas (machos). Las condiciones ambientales de temperatura y humedad del suelo provocan la manifestación de muchas formas florales de transición, las que también se expresan en esterilidad femenina, fusión de estambres al ovario, o mejor conocida como carpeloidia, comúnmente llamada “cara de gato” en las plantas hermafroditas.

Las hermafroditas de las variedades Solo de Hawai (Foto 1 y 2), normalmente producen frutas que tienen forma de pera y pesan de 340 g a 851 g. Las femeninas de la misma variedad, producen frutas redondas y en otras cultivares son más bien oblongas, por lo que en algunos lugares se llama “melón papaya”, “melón zapote” o “fruta bomba”.

Las femeninas son de productividad estable y buen rendimiento, por lo que se prefieren para condiciones de mercados locales o industrialización. Otras variedades de papaya producen frutas de forma variada que pueden pesar hasta 9,1 kilogramos.

Las plantas femeninas siempre producen flores femeninas (Foto 3). Si no existen plantas masculinas o hermafroditas cerca para proporcionarles polen,

normalmente no producen frutos. Las flores femeninas no polinizadas producen frutas partenocárpicas sin semilla. Las plantas masculinas se distinguen por los largos racimos de flores y porque no producen frutos, pero en raras ocasiones pueden haber flores femeninas que dan frutos.

Las hermafroditas (Fotos 1 y 2) pueden tener flores macho, flores hermafroditas o ambas, dependiendo de las condiciones ambientales y de la época del año. El clima cálido y seco puede ocasionar supresión del ovario y consecuentemente producción de flores hembras estériles; o sea, masculinas. Esta es la razón por la que ocasionalmente las plantas hermafroditas no producen fruta. Las flores masculinas de las plantas hermafroditas salen de pedúnculos cortos. Las hermafroditas tienden a producir semilla autopolinizada, con lo que se obtiene progenies relativamente uniformes. Las semillas de las plantas hermafroditas de los tipos Solo producen un tercio de plantas femeninas y dos tercios de plantas hermafroditas. Los machos aparecen en forma extremadamente esporádica.

En las plantaciones comerciales para la exportación de Hawaianas, se remueven las plantas femeninas y solo se dejan las hermafroditas (Chia *et al.* 1985).



Foto 4  
Secuencia de  
floración  
hermafrodita.



Foto 5  
Secuencia de  
floración  
femenina.

## Plantas con flores de sexo femenino

Estas solo poseen flores femeninas, las cuales se encuentran en inflorescencias situadas en las axilas, que forman los pecíolos de las hojas y el tallo en números de 3 a 5 y con pedúnculos cortos.

Generalmente produce frutos de forma redonda u oblonga.

## Plantas con flores de sexo hermafrodita

Estas plantas pueden tener hasta cuatro tipos de flores. Debido a esta circunstancia se pueden dar frutos de forma alargada, oblonga e irregular, aunque predominan los frutos alargados y en el caso de la Hawaiana, predominan los piriformes. Algunas plantas, por la formación de flores con esterilidad femenina, son improproductivas en algunas épocas. Las flores aparecen en inflorescencias axilares de cinco o más flores, con pedúnculo de tamaño intermedio.

## Plantas con flores de sexo masculino

Se caracterizan por la producción de inflorescencias en racimos, conocidas como cimas, que cuelgan de largos pedúnculos. Aunque eventualmente producen algunos frutos por la presencia de flores hermafroditas, estos no tienen valor comercial. En los cultivares criollos su actividad es la producción de polen.

## 2. Tipos de flor

Carica papaya es una especie polígama con tipos de plantas unisexuales y bisexuales. Las unisexuales son representadas por el árbol hembra, que produce solo flores con pistilos y el árbol macho que produce preponderantemente flores con 10 estambres y con pistilos que no funcionan en inflorescencias largas y multifloras tipo cima.

Las hermafroditas, tanto como un tipo de plantas macho que fructifican, producen una serie de flores que son principalmente bisexuales, pero varían en el número de carpelos, estambres, rayos estigmáticos y otras estructuras morfológicas. Debido a esto, el tipo hermafrodita de papaya ha sido objeto de gran cantidad de

investigaciones sobre la inversión de sexo y se han propuesto muchas descripciones y clasificaciones de varios tipos de flores.

Higgins y Holt describieron 13 formas sexuales y Sayed agregó dos más. Hofmayer, en Sudáfrica, clasificó 13 formas en tres amplios grupos y Storey, en Hawai, describió 5 tipos, pero más tarde los reclasificó en 8 grupos de trabajo. Las descripciones y clasificaciones de las variedades sexuales de **C. papaya** difieren ampliamente porque la expresión sexual en hermafroditas es profundamente influenciada por las diferencias en cultivares, así como por la temperatura y la humedad del suelo (Nakasone 1986).

La clasificación de Storey sobre el sexo de las plantas contempla la transición de flor normal elongata hacia ser más hembra por medio de carpelodia de los estambres. Las formas de transición desde la elongata normal hasta la reducida, son menos conocidas porque el cambio de elongata usualmente ocurre rápidamente; por esta razón las etapas de transición pocas veces se ven. Existen tipos teratológicos de frutos que presentan extrañas deformidades también.

Los tipos de flor los determina la presencia o ausencia de estambres funcionales (partes masculinas), así como estigma y ovario (partes femeninas).



Foto 6  
Tipos teratológicos de  
frutos de papaya.

Entre las variedades, el tipo de flor se identifica por su tamaño y forma (Fotos 4 y 5); las flores femeninas son relativamente más grandes y redondas en la base, tienen estigma, pero carecen de estambres y deben recibir polen para producir frutos. El polen puede ser llevado por el viento o por insectos. Las flores masculinas son delgadas y tubulares, tienen estructuras perfectas (i.e., contienen órganos femeninos y masculinos); pero el ovario es pequeño e incompleto; por lo tanto, sin función. Las flores masculinas salen de un pedúnculo largo. Las hermafroditas son intermedias entre las flores femeninas y las masculinas; en tamaño y forma, son

menos bultosas que las femeninas, pero no tan delgadas como las masculinas; tienen una estructura perfecta con estigma y estambres funcionales y normalmente se autopolinizan.

La floración en plantas trasplantadas inicia a las 17 semanas en Costa Rica, pero se requiere ocho semanas en el vivero. Por el contrario, si se siembra en forma directa la semilla en el suelo, ahorran cuatro semanas a la floración.

La secuencia de la floración se observa en el Cuadro 2.

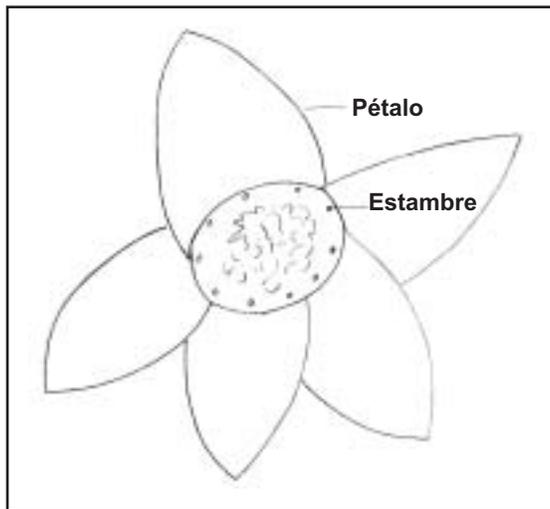


Fig. 1 Flor hermafrodita elongada normal de Carica papaya.

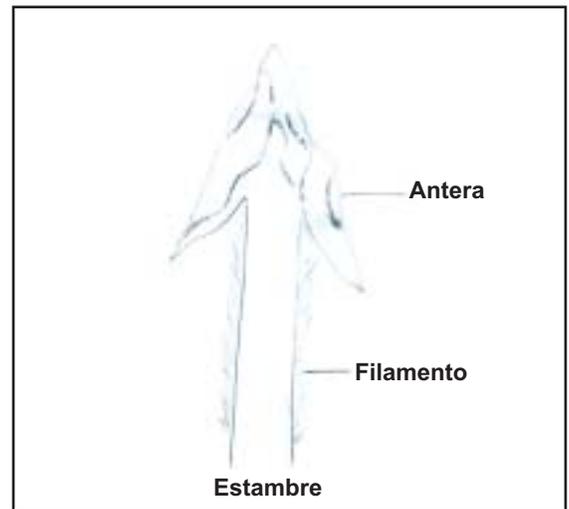


Fig. 2 Flor hermafrodita elongada normal.

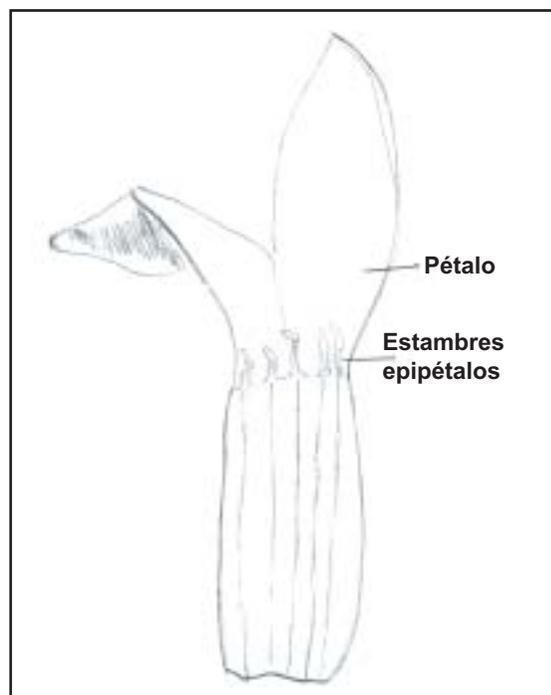
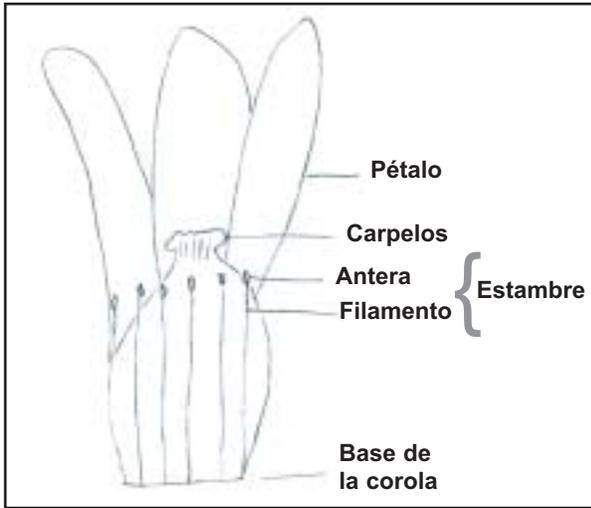
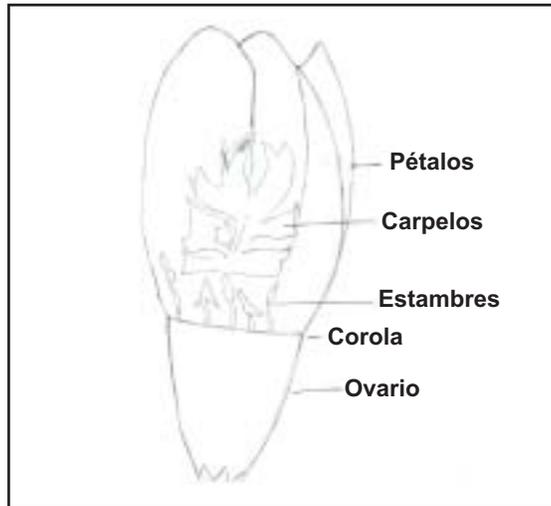


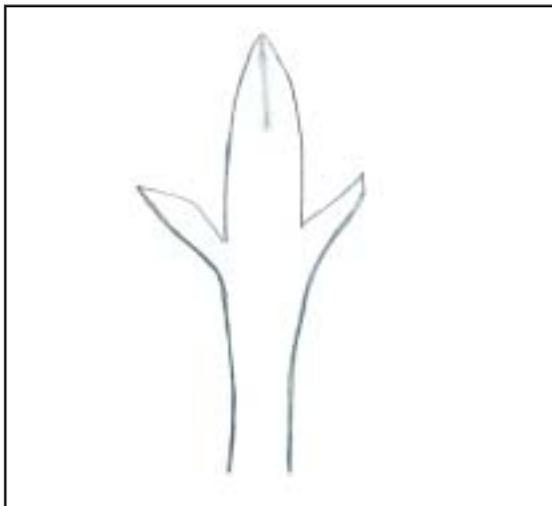
Fig. 3 Parte de la corola de flor hermafrodita normal elongada.



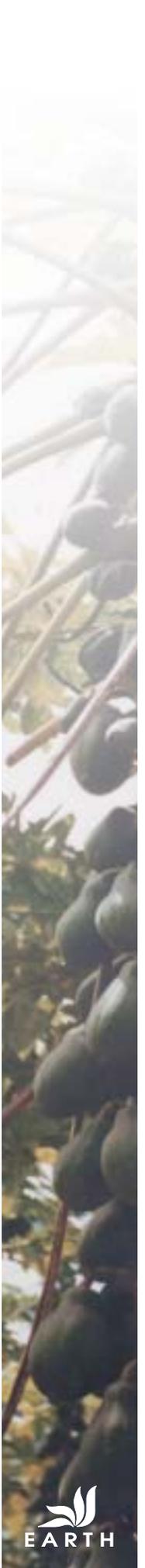
*Fig. 4 Flor hermafrodita elongata normal de Carica papaya.*



*Fig. 5 Flor hermafrodita elongata normal de Carica papaya.*



*Fig. 6 Carpelo de flor hembra de Carica papaya.*



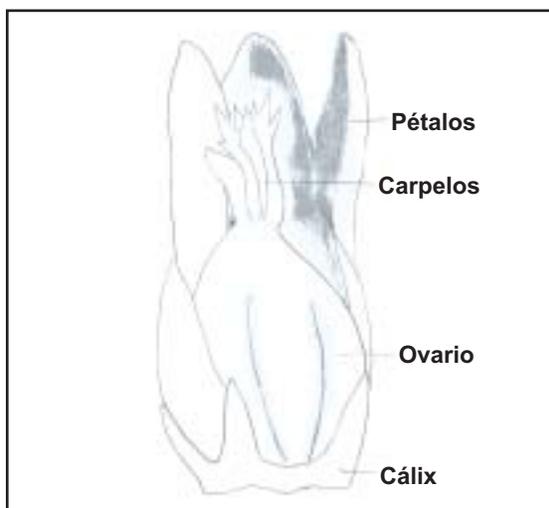


Fig. 7 Flor pentandria hembra de *Carica papaya*.

### 3. Flores

En una forma simplificada, las flores (Figs. 8 y 9) se pueden catalogar de manera generalizada en:

**a. Femenina:** Con ovario semiesférico, funcional, grande y súpero, corola con cinco pétalos libres. Es la más grande de todas y produce frutos oblongos o semiesféricos (Figs. 6 y 7).

**b. Hermafrodita pentandria:** Tiene cinco pétalos y ovario redondo surcado en la base.

**c. Hermafrodita intermedia:** Tiene ovario funcional y número irregular de estambres, algunos de los cuales tienen adheridos sus filamentos carnosos al ovario, lo que ocasiona que se produzcan frutos deformes, de poco valor comercial, conocidos como carpelódicos o caras de gato.

**d. Hermafrodita elongata:** Tiene ovario funcional alargado y 10 estambres. Sus pétalos están unidos en aproximadamente 1/3 de la corola. Produce frutos largos, cilíndricos o aplanados, bien formados (Figs. 1, 2, 3, 4 y 5).

**e. Hermafrodita estéril de verano:** Es similar a la elongata, con la diferencia de que el órgano femenino está poco desarrollado, y no es funcional en la mayoría de los casos o bien produce frutos monocarpelares. Se le conoce como estéril de verano, porque su aparición se favorece con condiciones ambientales de sequía y altas temperaturas, que en algunos lugares corresponden al verano. Es una característica poligénica dominante, que en algunos individuos causa completa esterilidad y en otros lo hace en determinadas épocas del año.

**f. Masculina:** Es una flor pequeña con un tubo corolar delgado que termina en cinco pequeños pétalos. Consta de 10 estambres, tiene un pequeño pistilo monocarpelar no funcional.

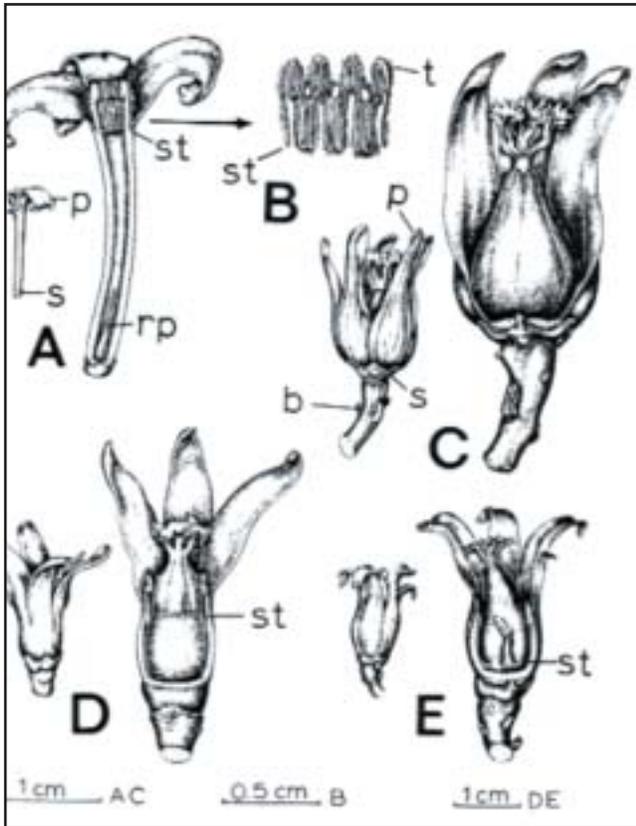


Fig. 8  
Flores  
A) Flor con estambres.  
B) Estambres en parte superior del tubo de la corola.  
C) Flores con pistilo, se han removido dos pétalos.  
D) Flor hermafrodita preovaria  
E) Flor hermafrodita elongata (b) capullo de flor sin desarrollar, (p) pétalo, (rp) pistilo rudementario, (s) sépalo, (st) nivel de inserción del estambre, (t) tricomas. (Fisher, Structure of papaya).

Fig. 9  
Flor, fruto y capullos. A) Antera a la dehiscencia, ct. B) Polen, recién soltado, vista superficial. C) Diagrama de flor con pistilo, ct. las líneas punteadas muestran el límite de los carpelos. D) Tricoma del estambre. E) Pared del ovario, no se muestra el óvulo sobre el funículo (fun), ct. F) Laticíferos en la pared del fruto maduro, corte tangencial. G. Nódulo del tallo mostrando cicatrices de la inflorescencia y la hoja. H) Epidermis de un fruto joven, vista superficial. (b) capullo de una flor sin desarrollar, (c) colpus, (dc) haz de los carpelos dorsales, (e) epidermis, (en) endotecio, (fun) funículo, (py) traza de pétalo, (sm) haz submarginal, (t) tricomas, (vb) haz vascular, (vc) haz de los carpelos ventrales.

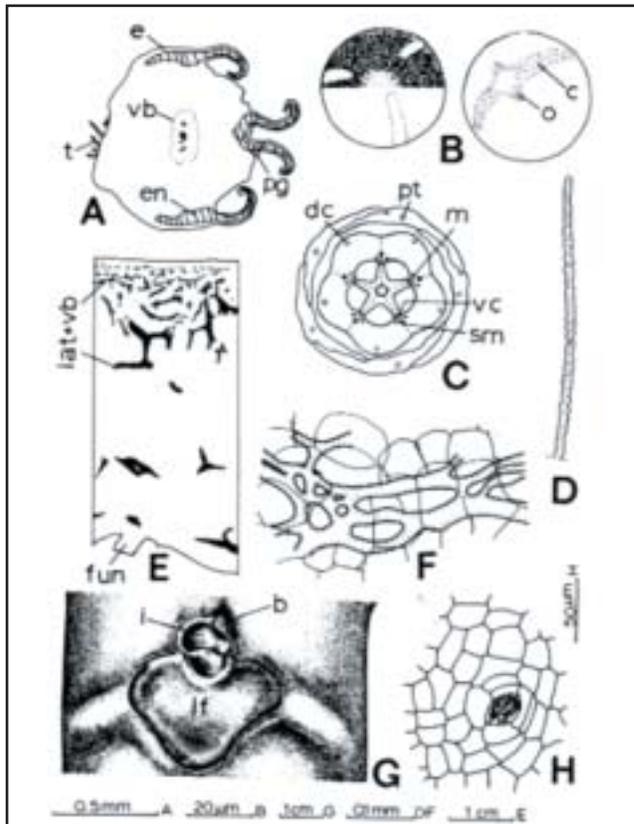
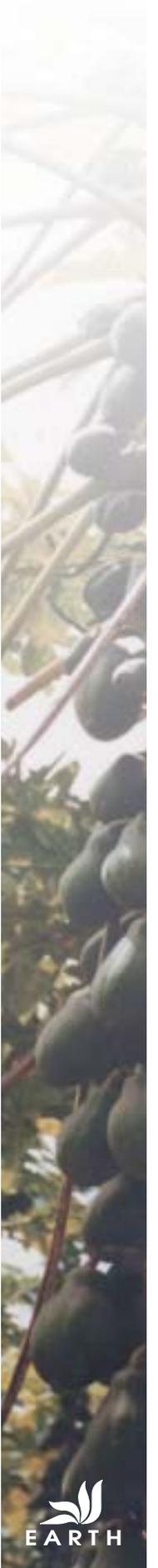
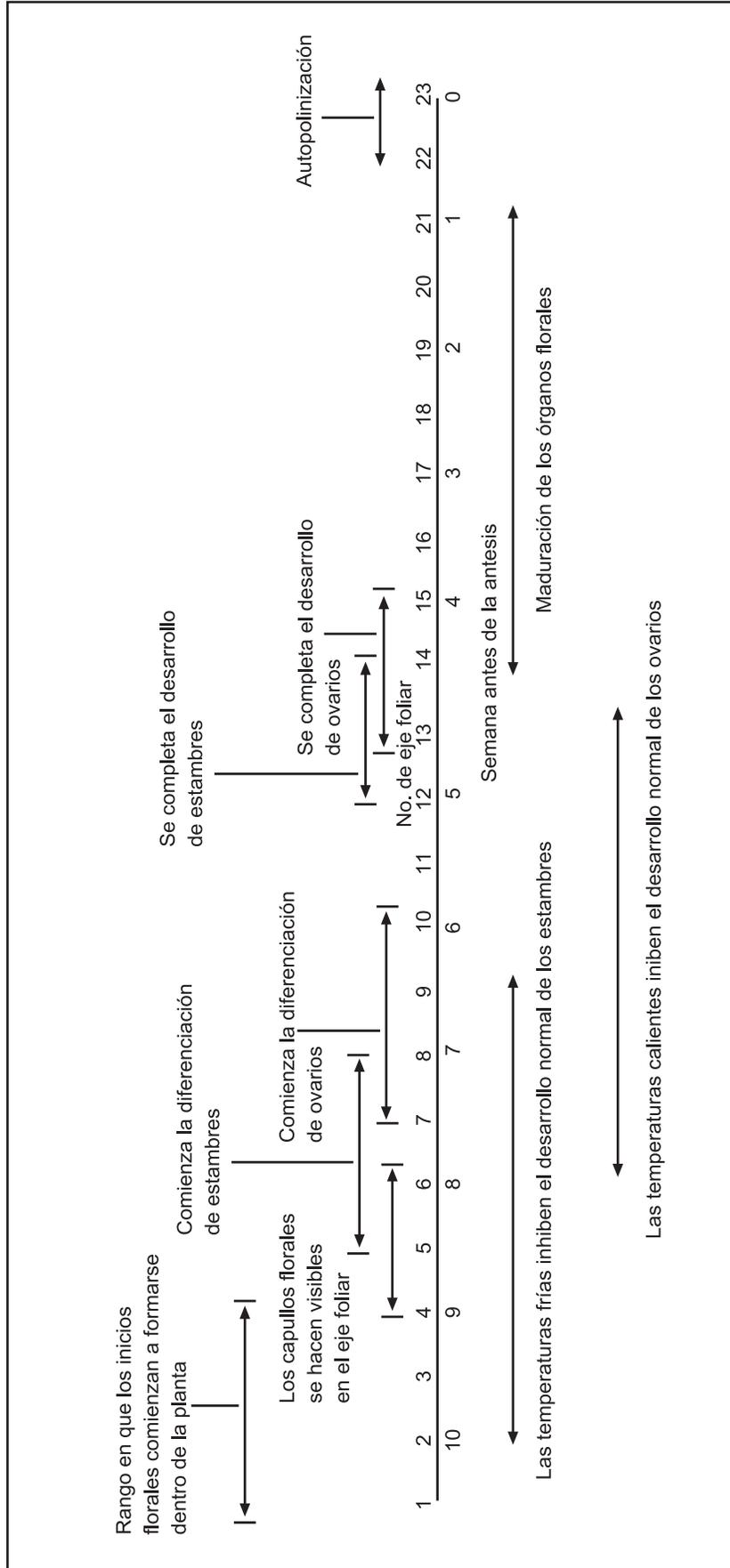




Foto 7  
Inicio de floración a las 17 semanas del trasplante.

## Cuadro 2 SECUENCIA DE LAS ETAPAS DE DESARROLLO EN EL TIEMPO DE LOS ÓRGANOS FLORALES HASTA LA ANTESIS



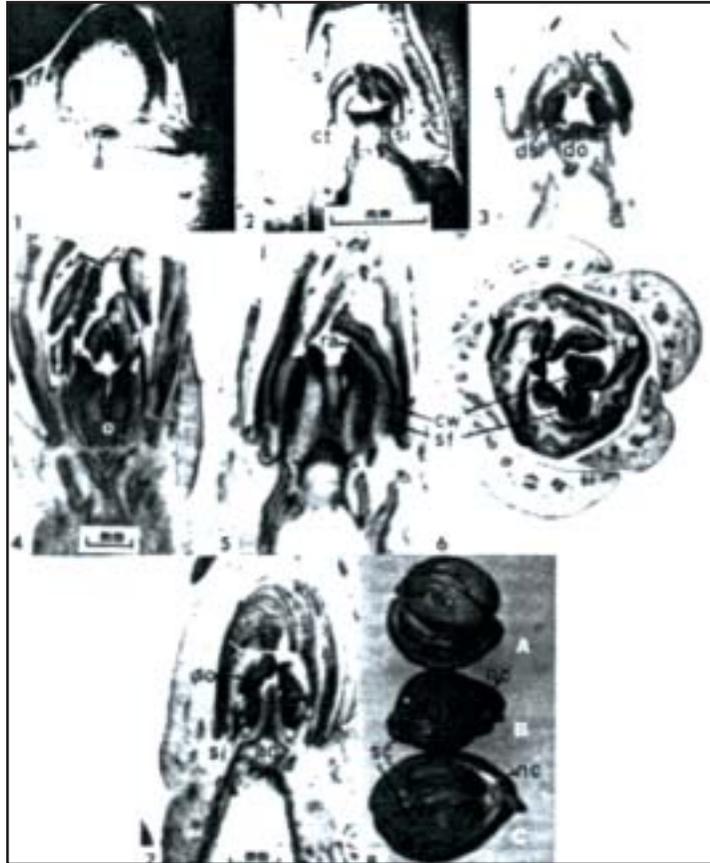


Fig. 10

Los cuadros del 1 al 8 muestran: 1) Corte tangencial de la emergencia del capullo floral (a) saliendo del eje del nódulo No. 3 (La escala aparece en el cuadro 2). 2) Corte longitudinal de un capullo floral en el nódulo No. 5; sépalo (s), tubo de la corola (ct) se encuentran en un estado avanzado de desarrollo; inicios de los estambres (si) se empiezan a ser visibles. 3) Vista longitudinal de un capullo floral cerca del nódulo 8 o 9 en una planta hermafrodita normal. Se logra identificar los sépalos (s), tubo de la corola (ct), los estambres en desarrollo (ds) y el ovario en desarrollo (do). 4) Corte medio longitudinal de una flor hermafrodita normal es su 5ª semana de desarrollo, se muestran los filamentos (f) y las anteras (a) bien desarrolladas; los carpelos del ovario (o) están en la etapa de desarrollo. 5 y 6) Se muestran cortes medio longitudinal y transversal, respectivamente, de una flor moderadamente carpeloídica cerca de la 5ª semana de desarrollo; una antera reducida (ra), la pared del carpelo (cw) y el filamento del estambre (sf) que se expande para formar una estructura similar a un carpelo. En el cuadro 6, la adnación lateral de los carpelos aparece incompleta. 7) Corte medio longitudinal de una flor femenina estéril cerca de la 5ª semana de desarrollo que muestra los grupos de estambres externos (so) y los internos (si) y el ovario abortado (ao). 8) Fruta carpeloídica (cara de gato) mostrando varios tamaños de carpelos y de niveles de fusión lateral, probablemente según el grado del tiempo en que ocurrió la carpeloídicia de los estambres.



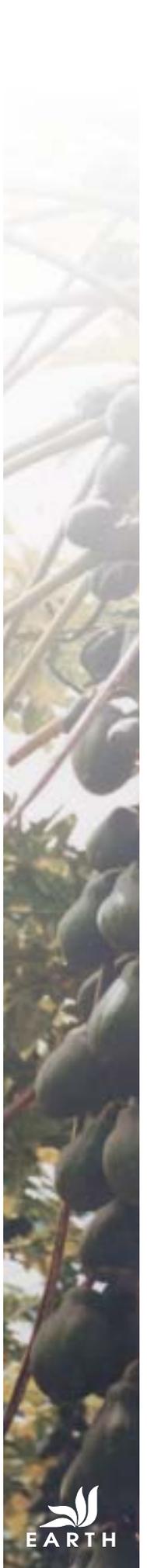
Foto 8 Plantas típicas de papaya.



Foto 11 Sistema radical de papaya.



Foto 12 Frutos y sistema foliar de una planta de papaya.



## 4. La raíz

Las características y eficiencia del sistema radical del árbol van relacionadas con el ambiente del suelo. Este debe prepararse para la siembra, con el fin de eliminar las capas compactas; además es necesario un buen sistema de drenaje, una humedad adecuada y una sanidad controlada del suelo.

Con el control de estas condiciones, el sistema radical se extiende en forma radial, la raíz pivotante alcanza hasta un metro de profundidad y extiende su radio hasta 1.8 m, más allá de la zona de goteo.

Las raíces finas se encuentran entre los 80 y 90 cm de distancia del tallo. Este dato es de enorme importancia al considerar las prácticas agrícolas de fertilización, riego y el paso de maquinaria agrícola (Foto 11 Ver fotografía en el Anexo y Fig. 12).

## 5. El tallo

La planta de papaya es perenne y de consistencia herbácea, su tallo generalmente no ramifica y cuando lo hace, tan solo emite unas pocas ramas.

Como práctica agrícola, deben eliminarse cuando son incipientes, para que no resten vigor y no se conviertan en abrigo de plagas como la mosca blanca y los ácaros, labor a la que se le llama deshija.

El tallo es hueco, excepto en los nudos: la altura que puede alcanzar depende del cultivar, edad de la planta y las condiciones ambientales y de cultivo (densidad). Los árboles de la variedad Solo alcanzan 8 m de altura a los tres años (Foto 8 y Fig. 13).

## 6. Hojas

La salud de las hojas es vital para una buena producción; estas son grandes, los pecíolos pueden medir entre 25 a 100 cm de longitud y el limbo entre 25 y 75 cm.

Son lobuladas y pueden tener de 7 a 11 lóbulos, aunque el número constante es 9. Se desarrollan en todo el tallo, pero en la parte superior se conservan las más jóvenes.

Las hojas viejas caen en forma natural o son cortadas en la labor de deshoja.

Una planta sana debe poseer alrededor de 30 hojas funcionales, por lo que se estima que una hoja representa entre un 3 % y un 4 % del área foliar total (Foto 12 y Fig. 14).

## 7. La semilla

Las semillas alcanzan su madurez cuando el fruto también está maduro. Se concentran en el saco seminal y cada una está rodeada de un tejido mucilaginoso llamado sarcotesta (Fig. 11).

## 8. Frutos

También se catalogan de acuerdo con los tipos de flor. Solo los hermafroditas son de importancia económica por su forma aperada (Fig. 15).

## 9. Cultivares

El cultivar Solo es altamente apreciado por su productividad, uniformidad de su apariencia, forma y tamaño, así como la excelente calidad de la fruta.

Los linajes de Solo son uniformes y predominantemente autopolinizados, por lo tanto no se mezclan.

En Hawai se cultivan tres tipos de Solo. El más importante es la Kapoho, el cual tiene una pulpa amarillo-anaranjada y las frutas pesan entre 340 g y 623 g, lo que provoca que su tamaño sea ideal para la exportación. Kapoho está bien adaptada a la región Puna de la isla de Hawai, donde se cultiva el 90 % de la papaya del lugar.

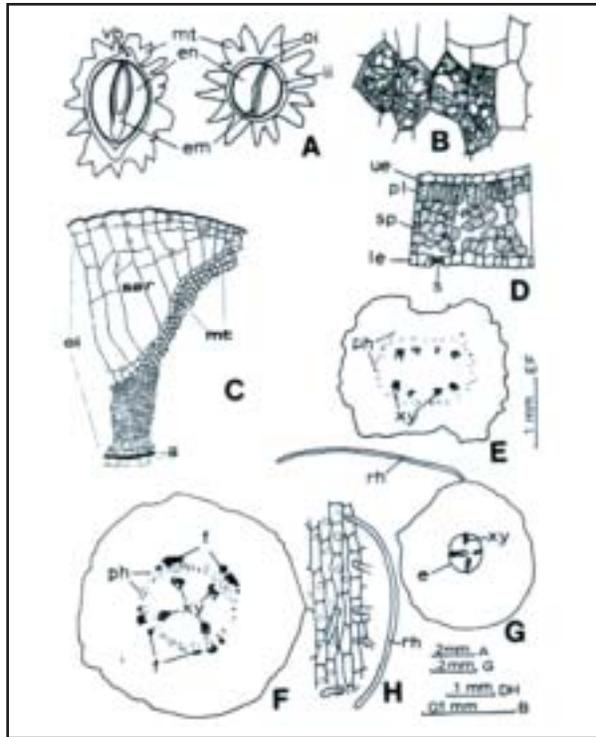


Fig. 11

Semilla y plántula A) Semilla secas y maduras (corte transversal ct y longitudinal cl) B) Células del endosperma. C) Pared del óvulo de una semilla en desarrollo. D) Cotiledón ct. E) Epicotilo ct. F) Hipocotilo ct de la región baja. G) Radícula ct. H) Radícula vista superficial, se ven muchos pelos quebrados (e) endodermis, (em) embrión, (en) endosperma, (mt) cresta de la mesotesta, (f) fibras, (ii) integumento interno, (le) epidermis baja, (oi) integumento exterior, (ph) floema, (pl) mesofilo de palizada, (rh) pelo de raíz, (s) estoma, (sar) sarcotesta, (sp) mesofilo esponjoso, (ue) epidermis superior, (vb) haz vascular, (xy) xilema. Esquemas: Fisher (1980).

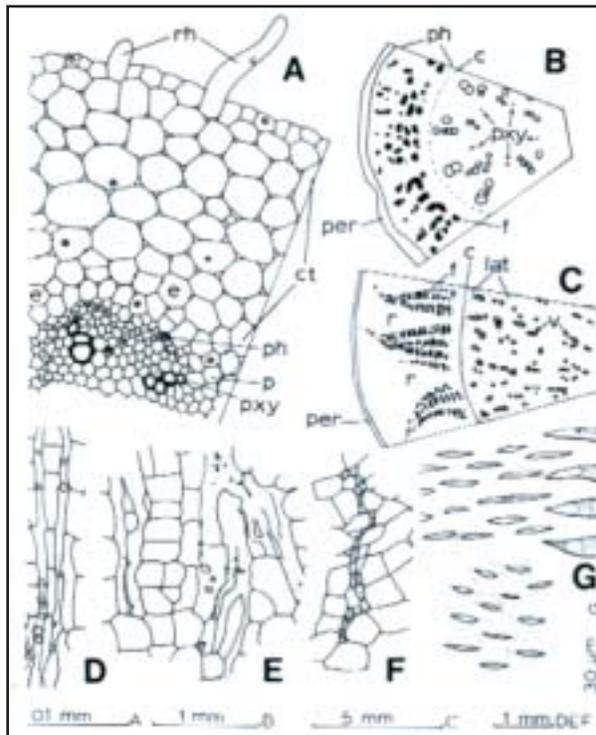


Fig. 12

Raíz. A) Raíz primaria, ct. B) Raíz después que ha empezado el crecimiento secundario, ct. C) Raíz vieja en la región del cambium, ct. D, E, F) Conductos laticíferos en el xilema secundario joven, corte radial, corte tangencial y corte transversal, respectivamente. G) Pared de un vaso conductor, vista superficial. (c) cambium, (ct) cortex, (f) fibras, (lat) laticíferos, (p) periciclo, (per) peridermo, (ph) Floema, (pxy) protoxilema, (r) rayo, (rh) pelos de raíz, (v) vaso.

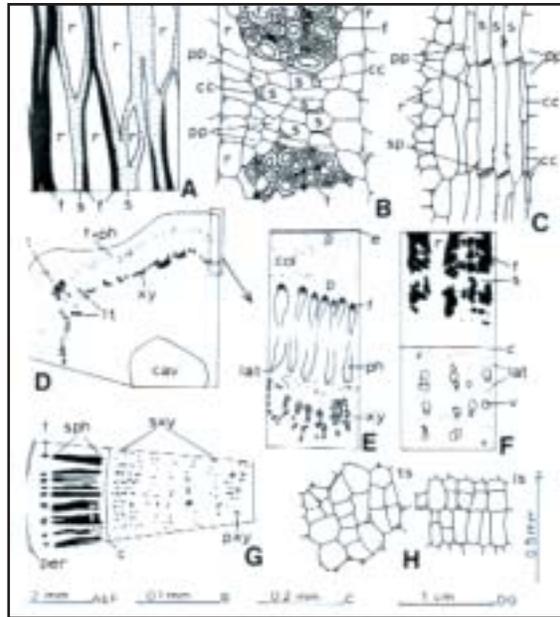


Fig. 13

Tallo A) Floema secundario, corte tangencial. B) Floema secundario, ct. C) Entrenudo con el centro hueco (cavidad central) y trazas de una hoja, ct. D) Tallo joven con vasos conductores y cavidad central. E) Detalle de un entrenudo al final del crecimiento primario, ct. F) Tallo viejo, detalle de la región del cambium, ct. G) Tallo viejo, ct. H) Plataforma del nódulo. Corte transversal y longitudinal. (e) epidermis, (c) cambium, (cc) células compañeras, (coll) colénquima, (f) fibras, (lat) laticíferos, (ls) traza de hoja, (p) parénquima, (per) peridermo, (ph) Floema, (pp) parénquima del floema, (pxy) xilema primario, rayo, (s) miembro del tubo tamiz, (sp) plataforma de tamiz, (sph) floema secundario, (sxy) xilema secundario, (ts) corte transversal, (v) miembro del vaso, (xy) xilema.

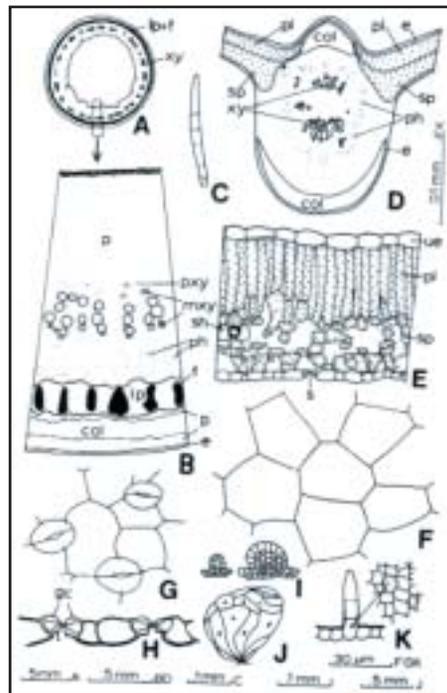


Fig. 14

Hoja A) Pecíolo con el centro hueco, ct. B) Detalle de pecíolo. C) Tricoma de una hoja joven. D) Vena principal de la lámina, ct. E) Lámina con vena pequeña, ct. F) Epidermis superior con estomas, vista superficial. H) Estomas en la epidermis inferior de la lámina, ct. I) Coléter de una hoja joven, dos etapas de desarrollo. J) Intumescencia de un entrenudo joven, vista lateral. K) Tricoma de un pecíolo joven, vista superficial y lateral (col) colénquima, (e) epidermis, (f) fibras, (lp) parénquima lignificado, (Mxy) metaxilema, (p) parénquima, (ph) floema, (pl) mesofilo de palizada, (pxy) protoxilema, (s) estoma, (sh) célula estuche de vena, (sp) mesofilo esponjoso, (ue) epidermis superior, (xy) xilema.

La variedad Sunrise se cultiva principalmente en la isla de Kauai; tiene la pulpa rojo-anaranjada y la fruta es más grande que la Kapoho. La Sunrise se cultiva y comercializa en otras partes del mundo, pero en Hawái su producción y exportación son pequeñas, comparadas con Kapoho.

La variedad Waimanalo tiene la pulpa amarillo-anaranjada y la fruta es más grande que otras papayas Solo y en su mayoría se cultiva y comercializa en Oahu.

Un último tipo comercial de reciente liberación es la Sunset, con características muy similares a Sunrise, pero con mayor producción de frutos más pequeños.

En 1997 se liberaron a la producción comercial dos tipos nuevos: Sunup que se deriva de Sunset, por lo tanto con pulpa roja, pero con un gen artificialmente inyectado para proveerla de resistencia contra el virus de la mancha anular y Rainbow, el cual es un híbrido entre Sunup y Kapoho, por lo tanto de pulpa amarilla.

Otros tipos de cultivares de importancia económica producidos alrededor del mundo son: Cibinong y Paris de Indonesia, Higgins, Guilder de Hawai, Betty, Blue Stem, Red Panamá de Florida, Sunnybank de Queensland, Kokdum de Tailandia, Honeydew de la India, Maradol roya Maradol amarilla de Cuba, Sitiawan, Subang y Taiping 2 de Malasia, Cera y Mamey de México, Izalco, "Z", Linsa del El Salvador, Canaria y Colombia de América del Sur (Nakasone 1998).

### 10. Producción

Los árboles de papaya producen fruta todo el año. Ocasionalmente pueden haber fallas de producción, debido a una esterilidad temporal durante períodos calurosos y secos, con lo que se ocasiona una reducción en la producción durante la época lluviosa.

Las plantas pueden continuar produciendo frutos durante varios años, pero los rendimientos disminuyen conforme envejecen y la cosecha se hace más difícil. En producciones comerciales, los terrenos se resiembran o se abandonan después de tres años (Foto 11).

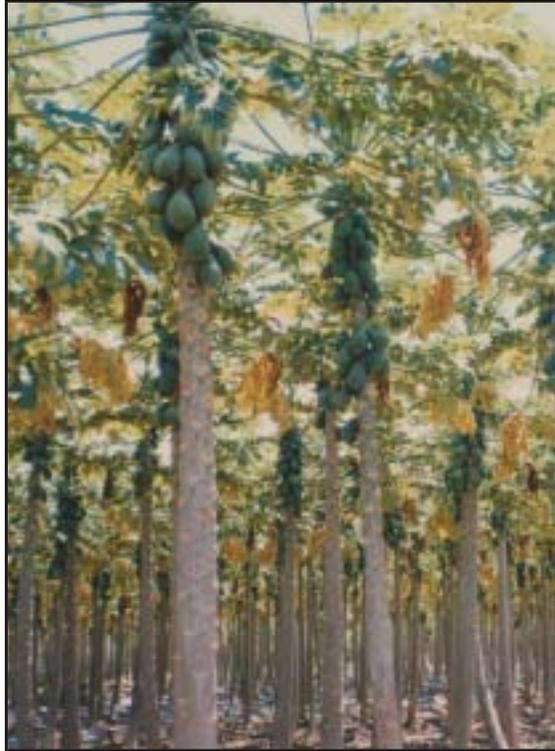
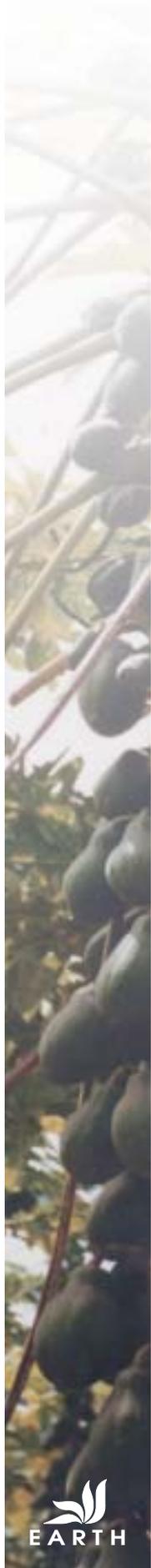
Las frutas normalmente contienen muchas semillas. El caso contrario sucede al haber *estrés* de humedad en condiciones de altas temperaturas (+36 °C).

Las semillas se encuentran rodeadas de una carnosidad de color amarillo claro a rojo anaranjado que es dulce en buenas variedades. El grado de dulzura se determina por medio de un refractómetro, que mide los sólidos en suspensión en términos de grados Brix. Una buena variedad tendría un mínimo de 9 grados Brix, los cultivares hawaianos tienen hasta un Brix de 14.

Los frutos demoran de 8 a 20 semanas para llegar a la madurez fisiológica, que es cuando deben ser cosechados para la exportación. La madurez podría detectarse cuando una pequeña coloración amarilla aparece en la cáscara, cerca del punto donde estuvo el capullo floral. Cosechando la fruta, en lo que se denomina color bajo, se evita el daño provocado por pájaros y moscas de la fruta *Toxotripa curvicauda*.



Fotos 13 y 14 Frutos con el desorden fisiológico de carpeloidia, también conocido como "cara de gato".



*Foto 15 Ambas fotos se refieren a Fallas de floración y Esterilidad femenina.*

## D. Requisitos para un buen cultivo

### 1. Temperatura

En términos generales, y para propósitos comerciales, la papaya crece bien en climas tropicales y en particular en las isotermas de 25 °C. Los cultivos requieren humedad en precipitaciones de 1500 mm a 2500 mm anuales, así como riegos suplementarios, indispensables para una buena producción.

La combinación ideal sería de seis a ocho meses de lluvia y el resto con riego suplementario. Esto ayudaría en gran medida al control de enfermedades.

#### a. Carpeloidia

El factor climático que más repercute en los buenos resultados de los rendimientos es la temperatura. Se comentó de la isoterma 25 °C, por lo que los extremos del rango interior idealmente deberían ser de 21 °C a 33 °C.

La selección de plantas hermafroditas para la producción comercial presenta un problema especial, ya que la expresión sexual es variable y muy influenciada por factores ambientales.

La planta crece en áreas cálidas y la producción es mayor y de mejor calidad a elevaciones inferiores a los 400 m.s.n.m., pero los rendimientos se ven afectados a temperaturas inferiores a 18 °C y superiores a 36 °C. En lugares donde las temperaturas diurnas son altas, las nocturnas tienden a bajar a menos de 18 °C.

Las temperaturas bajas provocan la caída de flores y **carpeloidia** (Fig. 10) de los estambres (cara de gato, Fotos 13 y 14). Este es un desarrollo anormal de los estambres que se transforman en estructuras semejantes a carpelos, fenómeno que ocurre primordialmente en el hemisferio norte durante el invierno (de diciembre a febrero) cuando prevalecen **temperaturas nocturnas bajas**.

Otros factores que favorecen la carpeloidia de los estambres son la **alta humedad del suelo, la alta humedad relativa y los altos niveles de nitrógeno**. La **carpeloidia** causa la producción de fruta deforme sin valor comercial.

#### b. Esterilidad femenina

En otras ocasiones el ovario aborta, causando esterilidad femenina. Este aborto ocurre en flores que iniciaron durante el **verano caliente** (en el hemisferio norte, de junio a agosto) y el inicio del otoño cuando hay altas temperaturas. Los niveles bajos de nitrógeno y el **estrés por baja humedad de suelo y aire** también alientan la esterilidad femenina (Foto 15).

Aunque las temperaturas en las plantaciones no se pueden controlar, los otros factores que influyen la expresión sexual, tales como la humedad del suelo y los niveles de nitrógeno, pueden ser manipulados para minimizar los efectos destructivos de las temperaturas extremas en el desarrollo de las flores.

Una alternativa para aliviar los estrés de humedad del suelo y aire es la **microaspersión**. La humedad relativa de las áreas tropicales es superior al 70 %, por lo que es de esperar que esto sea adecuado.

Un factor climático de mucha importancia y que no se debe soslayar, especialmente desde el punto de control fitosanitario, es la intensidad lumínica u horas luz, ya que incide en la calidad interna de la fruta: a menor luminosidad menos grados Brix.

También los días con poca luminosidad, debido a la cobertura de nubes, facilitan la propagación de la antracnosis **Colletotrichum gloeosporioides** y hacen el control más difícil.

La papaya puede tolerar vientos moderados si está bien anclada; sin embargo, debido a su consistencia herbácea, la altura del tallo y la carga de frutos, las plantaciones se ven perjudicadas con regularidad por vientos fuertes. Por lo que es recomendable no sembrar en áreas donde se presentan ráfagas de más de 80 kilómetros por hora.

En condiciones normales, la prevención contra estos fenómenos empieza con una buena preparación de los suelos y un sistema de raíces sano, en ausencia de nematodos y enfermedades, ayudado con un buen drenaje.

La práctica de siembra directa incentiva un mejor desarrollo de las raíces. El efecto negativo de los fuertes vientos se logra contrarrestar con la siembra de barreras rompevientos.

### 2. Suelos

Además de tomar en cuenta las temperaturas, precipitación, vientos, drenaje y plagas del suelo, un factor determinante del éxito es el suelo.

El tipo ideal de éste es el que tiene un alto contenido de materia orgánica, del tipo franco limoso, preferiblemente de origen aluvial, profundo y suelto con un pH no inferior a 6.

Deben evitarse los suelos ácidos, erosionados y con alto contenido de hierro y aluminio, aunque pueden ser aprovechados con buenas prácticas de corrección de pH y programas de nutrición.

### 3. Drenaje

Otro factor fundamental que tiene una enorme incidencia en la salud del sistema radical de la plantación y en los buenos resultados, es la evacuación eficiente del exceso de humedad o la reducción del nivel freático por medio de un excelente sistema de drenaje, especialmente si la precipitación anual está por encima de los 2.000 mm.

La práctica de usar lomillos para realizar la siembra ayuda enormemente a evitar el estancamiento de agua.

La producción y la calidad disminuyen en elevaciones altas; o sea, por encima de los 1.000 m.s.n.m., pues la fruta se vuelve insípida y deforme.

## II. COMPOSICIÓN Y USOS

“No existe planta en los países tropicales que, en igualdad de condiciones de suelo y cultivo, sea comparable a la papaya, en cuanto a la utilidad y variados usos a que puede dedicarse, brindando abundante alimento en tiempo corto. La facilidad con que se propaga por semillas, su rápido crecimiento, la pronta y abundante fructificación. La apariencia atractiva del fruto y de su carne, su valor como alimento refrescante y nutritivo, además de la gran estimación como producto medicinal, son razones que han hecho que esta planta se haya establecido en todas las regiones del mundo, comprendidas entre las isothermas de 24 grados centígrados y aún más al norte y al sur de ellas, a contar de su descubrimiento en la América por los españoles. En las islas del pacífico, Hawai entre ellas, la papaya ocupa lugar preferente, exceptuando el plátano, entre las frutas más usadas. En América hay países donde está unida estrechamente a la dieta, pues esta la constituyen, principalmente, raciones abundantes de carne. En otros muchos países, Cuba entre ellos, el uso de la papaya está confinado casi exclusivamente a su aplicación en refrescos, helados, dulces, etc.

Los usos a que se destina la papaya, la mayor fuente de enzimas vegetales puede dividirse en: fruta fresca como alimento, industrial, medicinal y culinario. El valor como alimento se verá en los análisis del fruto que más adelante se dan. Los usos culinarios de la papaya a veces no son más que aplicaciones de las propiedades medicinales derivadas de la papaína, enzima parecida a la peptina animal, contenida en el látex; razón por la cual esta fruta va despertando cada día mayor interés, ya que es uno de los pocos alimentos que, además de ser refrescante y nutritivo, ayuda a la asimilación de otros, actuando como una singular y apreciable medicina, especialmente en los países donde abundan los despépticos” (Carrillo 1979).

### A. Composición

El fruto, las hojas, el tallo y las raíces de la papaya contienen un jugo lechoso o látex, donde se encuentra la papaína, que emana con facilidad cuando se hiera superficialmente cualquier parte del árbol. Este es más abundante en las partes tiernas de la planta; en la cáscara de la fruta, con solo tocar ligeramente con la punta de un lápiz se puede provocar la salida de

tenues chorros de látex. Es por ello que la producción comercial se limita a extraer esta sustancia de la superficie de la fruta, donde alcanza su máxima actividad productiva. Varios intentos se han hecho para mecanizar la extracción triturando y exprimiendo el fruto, pero en su mayor parte han fracasado. En la actualidad se continúa con el lento y costoso método de recogerlo a mano en vasijas de porcelana. No obstante, existen procedimientos mecánicos más ventajosos que los manuales para extraer papaína. Para ello la fruta es pelada, molida y, después de quitarle las semillas, prensada hasta reducirla a una torta seca. En este caso se acostumbra vender el jugo resultante en envases herméticos de 20 litros. Con esto, el rendimiento es mayor y la obtención más económica.

Es de suponer que el látex será más abundante en unas variedades que en otras y que unas contendrán más papaína que otras, lo que provoca que una variedad sea más importante. Los frutos tiernos contienen poca papaína en su jugo por ser muy acuoso.

Para extraer látex basta con hacer incisiones en la fruta, a 10 mm de distancia entre cada una de ellas, utilizando una espátula no metálica, de no más de 5 mm de profundidad (lo ideal es que sea de 3 mm). Esta operación es mejor realizarla por la mañana, después de cada segundo o tercer día y cuando haya llovido o se sienta mucho calor. También es preferible que los árboles sean aun pequeños para facilitar la operación (Cunliffe 1917) (Sanyal 1921).

Se ha observado que las frutas de una planta varían en su composición con respecto a la de otras plantas, aún dentro de la misma variedad, cuando se cultivan en condiciones distintas de suelo.

**Cuadro 3**  
**ANÁLISIS DE FRUTOS \***  
**GRAMOS EN 100 g DE PULPA MADURA**

AGUA	PROTEINA	GRASA	CARBOHIDRATOS	FIBRA	CENIZAS
90,75	0,80	0,10	6,32	1,09	0,94
85,60	0,50	0,30	12,0	0,80	0,51
94,00	0,17	0,17	3,94	0,48	1,20
94,08	0,53	0,12	2,06	1,00	2,11
<b>Calcio</b>	<b>29 mg</b>	<b>Riboflavina Vit. B2</b>	<b>0,04 mg</b>		
<b>Fósforo</b>	<b>11 mg</b>	<b>Tiamina Vit. B1</b>	<b>0,03 mg</b>		
<b>Hierro</b>	<b>0,2 mg</b>	<b>Niacina</b>	<b>0,3 mg</b>		
<b>Vit. A</b>	<b>1047 IU</b>	<b>A. ascórbico Vit. C</b>	<b>84 mg</b>		

\*Low y Marezki (1982).

**1. Contenido vitamínico**

El contenido en caroteno (vitamina A) en la papaya es uno de los más elevados entre las frutas; también la vitamina C se encuentra en abundancia y las vitaminas del complejo B (B1 y B2) están presentes, pero en menor proporción.

Sobre la influencia de la vitamina B1 contenida en la papaya, se determinó que ratas con dieta de esta fruta aceleraban su crecimiento y ganaban peso.

Por el contrario, en Hawai se determinó que disminuían las posturas de las aves alimentadas con papaya (Low y Marezki 1982).

**B. Usos medicinales**

En América Latina y en el Caribe se utiliza el látex para combatir los parásitos intestinales. La receta es:  
*Una cucharadita de látex fresco mezclado con una*

*cucharadita de miel de abeja tomado con una taza de café, al cabo de media hora toma un purgante de aceite de ricino.*

También se puede tomar el látex solo con aceite de ricino y limón. El cocimiento de las raíces también sirve de vermífugo.

Las flores del árbol hervidas y concentrada la decocción en forma de jarabe, sirven para aliviar la tos en los estados catarrales y además es expectorante.

Los cocimientos de flores pueden usarse en los estados febriles y también para facilitar la menstruación. La decocción de hojas ha sido usada para aliviar a los asmáticos.

En Sri Lanka la dieta de los niños y de los inválidos es reforzada con látex, pues su poder proteoleico facilita la digestión de las proteínas de los alimentos.

Las semillas de papaya son usadas como antihelmínticas, emenagogas, febrífugas y carminativas.

Algunos nativos de las Antillas Menores y Sur América las mascan para calmar la sed y las consideran estimulantes, ya que les gusta el sabor algo picante, parecido al de la mostaza. El aceite de las semillas se usa como medicina.

El sirope, vino o elixir hecho con la pulpa de la fruta madura es excelente como expectorante, sedativo y por su acción tónica.

La leche o látex se usa en muchos lugares para curar la nigua, llagas y úlceras rebeldes: se aplica directamente por algún tiempo y luego se lavan los tejidos afectados con agua tibia, se aplica entonces un antiséptico cualquiera.

Desde que se conoció la papaya, puede decirse que hay un remedio eficaz, agradable y nutritivo contra la dispepsia. Así pues el consumo de esta fruta alivia las afecciones digestivas debidas a deficiencias hepáticas o de otro origen. También puede combatir la acidosis por ser alcalina.

El hecho simple de que la papaya facilite la digestión y asimilación de grandes cantidades de proteína, abre

una excelente oportunidad a los afectados de tuberculosis, de acuerdo con la opinión de que una dieta rica en proteínas y pobre en carbohidratos ayuda, aún en los casos avanzados, a la curación rápida y a la cicatrización de las lesiones producidas por este mal.

Los niños anémicos y las mujeres en estado de embarazo o aquellas que sufren pérdida de sangre, encontrarán alivio en la papaya, que les brindará el calcio necesario con su fijador de vitamina C, hierro, fósforo y también la provitamina A, tan necesaria en estos casos.

Como preservante contra el escorbuto son suficientes 5 g de látex o 610 g de pulpa. Está indicada en los casos de úlcera del duodeno y enfermedades de la vesícula biliar. Su contenido de proteína es de fácil digestión y contrario a la obesidad.

El bello color de los indios de las Antillas se debía al uso de la papaya como cosmético. La usaban frotándose la pulpa madura en la cara y dejándola por un tiempo, luego la removían con agua y el cutis quedaba terso, limpio y sin manchas. Otra aplicación del látex como cosmético es usarlo diluido para quitar las manchas en la piel de manos y cara.

Otro uso dado a la papaya es el de quitar las manchas de la ropa:

Se coloca la prenda en agua, a la que previamente se echan pedazos de la fruta y tallos machacados; de esa manera la ropa se lavará con más rapidez y quedará limpia.

La papaína ha sido usada con buen éxito en la clarificación de vinos y cervezas.

### C. Usos culinarios

Cuando la papaya está madura, comúnmente se come como fruta fresca. Algunos le agregan limón, sal, crema, yogurt o pimienta y la sirven en cualquiera de las comidas del día.

En sazón y antes de que esté pintona, puede comerse hervida, como el chayote y la calabaza, en ensalada u otros platos parecidos a los que se preparan con esos frutos.

Una de las aplicaciones culinarias más común es la de usarla como ablandador de carnes. Para lograrlo es necesario envolver la carne en hojas de papaya machacadas, por 3 ó 4 horas; simplemente se echan en agua con unos trozos de la fruta bien picados para que el jugo se disuelva.

Es la papaína la que actúa y transforma la carne dura en un tierno y jugoso bocado. La papaína puede actuar igualmente en un medio alcalino, ácido o neutro.

La fruta pintona es usada en gran escala para confección de dulces en almíbar. En la Florida, la pulpa de la fruta madura se usa para la preparación de jaleas y mermeladas, al igual que las guayabas, también de siropes y refrescos.

El vino y el vinagre de la papaya aun no han ganado gran aceptación en el mercado, debido quizás a la técnica de fabricación.

Las frutas pequeñas, cuando aún están completamente en sazón, pueden prepararse en encurtidos, bien sean estos dulces o ácidos; resultan muy similares a los hechos con los pepinos (Carrillo 1979).



*Foto 16  
Árbol a punto de  
iniciar cosecha,  
mostrando  
potencial para  
producción de  
semilla.*

### III. PROPAGACIÓN

#### A. Propagación por semilla

Este es el método comúnmente empleado para propagar el frutal, por ser fácil, rápido y barato, con la ventaja de que los frutos en general poseen varios cientos de semillas.

##### 1. Selección de plantas para la producción de semillas

Esta primera labor reviste gran importancia, pues bien realizada significa un buen inicio. Lo primero que se debe hacer es localizar una plantación o plantas uniformes, de buen rendimiento, sanidad, vigor y características de crecimiento; tales como uniformidad en el tamaño y forma de los frutos, uniformidad de la producción, inicio de floración a baja altura y con predominancia del sexo (hermafrodita) que convenga cultivar, de acuerdo con la demanda del mercado. Las plantas no deben tener fruta con deformidades originadas en las flores. Todas estas características deben ser idóneas, pues son heredables.

##### Procedimiento

Después de una siembra nueva y de acuerdo con las necesidades futuras de semilla y de renovación de la plantación, es importante empezar a observar las áreas nuevas que recientemente han sido sexadas; o sea, que la identificación de sexo ya ha sido determinada y las hermafroditas ya están establecidas. Se debe observar el grosor del tallo a los 10 cm del

suelo, para determinar si mide más de 25 mm y a qué altura empezó la floración. Si los árboles tienen un grosor de tallo adecuado, y si la floración empezó a los 80 cm o menos, este árbol puede ser marcado para la futura producción de semilla, una vez que se ha determinado que los otros factores son también idóneos.

Cuando el árbol ha empezado a producir y ya se cosechan los primeros frutos, se observan las siguientes características:

- Que la planta marcada no tenga más de un fruto por pedúnculo.
- Que los frutos no presenten ninguna deformidad genética debido a la nutrición.
- Que las plantas presenten una apariencia de sanidad y buen estado nutricional, abundante follaje y adecuado grosor del tallo.
- Que los frutos no presenten ningún indicio de enfermedad sobre la cáscara.
- Que las plantas sean enteramente hermafroditas.
- Que las plantas sean de la variedad y tipo deseados.



Foto 17  
Plántulas germinando en sistema de siembra directa.



Foto 18  
El plástico fue marcado para hacer el hoyo y depositar el 0-46-0.

Las plantas seleccionadas por sus características se vuelven a marcar con una cinta de color. Antes de que las flores abran, se les coloca una bolsa plástica cerrada, la cual permanece durante nueve días para garantizar que cuando se abra ocurra la autopolinización. Se coloca una etiqueta impermeabilizada con los datos de la fecha en que se colocó la bolsa. Esta etiqueta servirá para saber 20 semanas después que ese fruto es para la extracción de semilla únicamente. Al cabo de esos nueve días se remueve la bolsa plástica.

Un estricto programa de producción de semilla exige la constante revisión de los árboles seleccionados para colocar las bolsas a tiempo.

Cuando los frutos seleccionados llegan a su madurez fisiológica se cosechan de la planta y se llevan a un lugar seguro para controlar su maduración. Una vez que están perfectamente maduros se procede a la extracción de la semilla. Se abre la fruta y cuidadosamente se remueven las semillas, evitando acarrear porciones de pulpa. Cabe destacar que estos frutos deben estar libres de daños causados por pájaros, insectos y microorganismos fungosos y bacterianos. La semilla debe depositarse en recipientes con agua, donde se procede a lavarlas; aquellas que flotan son inmediatamente descartadas.

Luego se frota con un cedazo fino para quitarles el arilo que las cubre, para obtener una mejor, más rápida y uniforme germinación; posteriormente se secan a la sombra sobre un papel absorbente; cuando se encuentran secas pueden guardarse para su futura siembra. Si no van a usarse de inmediato, se deben almacenar en un recipiente o bolsa plástica al vacío y bajo refrigeración.

## 2. Tratamiento de las semillas

Si se van a usar de inmediato, siga los siguientes pasos: deje fermentar por un par de días, elimine las vanas por flotación, lave para desechar restos de la pulpa, elimine por presión de la capa mucilaginosa llamada sarcotesta, seque a la sombra y al aire y desinfecte las semillas con fungicidas. Luego sumerja las semillas por 10 minutos en un litro de solución por cada kilo de semilla, con 1,5 g de Benlate y 0,5 g Ridomil; deje secar durante un día. Si su uso no se va a posponer por más de un mes, almacene las semillas en envases de plástico o vidrio bien cerrados y en ambiente fresco y seco.



Foto 19 Pregerminación de semillas.



Foto 20 Vivero para trasplantes.

## B. Siembra

Antes de la siembra, las semillas deben permanecer durante dos días en agua limpia para romper su latencia. Luego se deben desinfectar por 10 minutos. Si han estado mucho tiempo almacenadas, se debe realizar una prueba de germinación para observar la viabilidad de la semilla. Esta debe ser de 90 %.

Si la cantidad de semilla es limitada, la siembra se puede realizar en un vivero debidamente acondicionado. Pero si hay abundancia y la plantación cuenta con riego, la siembra directa en el campo es el mejor método de todos. Un kilo de semillas sirve para sembrar 4 hectáreas (Fotos 17 y 22).

## 1. Siembra en vivero

Este es un método seguro, pero laborioso, ya que conlleva mucha mano de obra, costo del vivero y de materiales (Foto 20).

## 2. Construcción del vivero

Las dimensiones del vivero deben ir de acuerdo con el programa de siembra. Por ejemplo, si se va a sembrar una hectárea por un mes, debe haber capacidad para por lo menos el equivalente a tres hectáreas de bolsas o bandejas. Este debe estar hecho de estructura metálica para mayor vida útil y para sostener el **sarán** con un 50 % de sombra. El tamaño de las bolsas es otra consideración. Un vivero de 12 m por 10 m puede albergar unas 18 mesas de 3 m por 1,5 m. Cada mesa puede soportar 400 bolsas de 15 cm por 10 cm.

El uso de charolas de polietileno con múltiples cavidades es muy higiénico y práctico, ya que estas se pueden conseguir en un material especial para germinación “peat moss”. La dimensión conveniente para cavidades debe ser de 8 a 10 cm por 5 cm y las bandejas desinfectarse con una solución de 200 ppm de cloro. Las mesas llevan en la parte superior una malla para sostener las bolsas o las bandejas y dejar el paso libre al agua de riego; la altura ideal es de un metro. El riego debe usar un sistema integral de microaspersión. El piso debe llevar una mezcla de gravilla y arena.

## 3. Preparación del medio de cultivo

**3.a.** El medio de cultivo puede prepararse de diversas maneras. Sin embargo, materiales tales como la gallinaza, las cascarilla de arroz, la arena y el suelo orgánico se utilizan mezclados en iguales proporciones para dar un buen medio de cultivo. Si la mezcla es ácida se puede agregar carbonato de calcio, a razón de 1 g por cada 100 g.

**3.b.** Una vez mezclados, se tratan con Vapam. Se expone el suelo a fumigante durante 48 horas y se deja cubierto totalmente por un plástico. Se puede adicionar 280 g de Ridomil 5G bien mezclado por cada metro cúbico. Esta operación debe realizarse sobre un piso de concreto y bajo techo. De no contar con un fungicida adecuado se puede colocar un plástico negro

sobre el suelo a esterilizar y exponerlo al sol por tres días. Es importante que la capa de suelo no sea de más de 10 cm de alto.

**3.c.** Una vez aireado el material, se llenan las bolsas o las bandejas sobre las mesas. Esto con el propósito de evitar el salpique del suelo que puede portar nematodos y hongos como *Phytophthora* sp. o *Pythium* sp. El mismo cuidado debe tenerse con la lluvia. Aplique una dosis de los siguientes fertilizantes:

2,5 g de 10-30-10
0,5 g de sulfato de magnesio
0,1 g de poliboro
0,1g de sulfato de zinc

Esta dosis es por cada 500 g de medio de cultivo.

**3.d.** Empape cada bolsa con una solución de 100 ml de Ridomil MZ-58, que contiene 2.5 g por litro de agua, para prevenir “damping off” o podredumbre de las plántulas.

## 4. Pregerminación de las semillas

Las semillas se colocan y tapan con papel húmedo, esto a su vez se cubre con una toalla empapada en agua y se mantiene así, a los tres días se pueden empezar a sacar las semillas germinadas y se siembran en las bolsas preparadas sobre las mesas (Foto 19).

## 5. Siembra en bolsas

**5.a.** Siembre 5 semillas en cada bolsa ó 3 semillas en cada cavidad, a 1 cm de profundidad y de 2 a 3 cm separadas entre sí; cúbralas con suelo. Si el porcentaje de germinación es menor de 90 %, siembre más semillas para obtener un mínimo de 3 plántulas por bolsa. Si la germinación es menor que 70 %, no use la semilla.

**5.b.** Riegue las bolsas o plántulas con frecuencia para mantener el suelo húmedo pero no mojado. No permita una condición de exceso de humedad por mucho tiempo para prevenir la pudrición.

**5.c.** Cuando las plántulas han llegado a la etapa de hoja verdadera (4-6 semanas), es necesaria una solución de 1,5 g por litro de Benlate con 0,5 ml de un adherente humectante, con el fin de prevenir ***Fusarium*** sp. Si hay insectos, lo más recomendable es agregar Malathion 25 pH, a razón de 6 g por litro o Metasystox R 500, para aplicarlo cada dos semanas.

*La alternativa orgánica a estos materiales serían los extractos de cítricos y la rotenona, así como otros extractos de plantas.*

**5.d.** Si observa cortadores o grillos, aplique Cytrolane 2G, a razón de 2 g por bolsa y coloque cebos hechos con Sevin, para lo cual se debe mezclar 1 litro de Sevin XRL con 20 kilos de concentrado para cerdos y 2 litros de melaza; se adiciona agua hasta obtener bolitas, que se colocan al atardecer tantas veces como sea necesario o por las lluvias.

**5.e.** Una semana antes del trasplante, las plántulas deben ser “endurecidas” exponiéndolas a la luz directa del sol. Se debe regar solamente para evitar que las plantas se marchiten, pero es conveniente no humedecer el suelo.

**5.f.** Se realiza el trasplante cuando las plantas tienen 15 cm de altura o de 6-7 semanas de edad. No trasplante cuando tengan más de 20 cm, mejor realice antes una pequeña poda (Foto 21).



Foto 21 Trasplantando.

## 6. Hoyado y siembra

**6.a.** Con una pala, haga hoyos de forma ovoide, de 30 cm por 20 cm y 30 cm de profundidad. Afloje el suelo con la herramienta unos 20 cm más.

**6.b.** Mezcle el suelo del fondo con 500 g de gallinaza. Aplique 1 kilogramo de Triple Superfosfato y cúbralo con suelo; sobre este coloque 140 g de 103010. La gallinaza debe estar añejada y tratada con calor.

**6.b.1.** Mezcle 2,5 g de Ridomil MZ-58 por litro y aplique 200 cm<sup>3</sup> por hoyo.

**6.b.2.** Siembre plántulas vigorosas y afirmelas en el suelo.

**6.b.3.** Cubra el resto del hoyo con buen suelo.

**6.b.4.** Riegue el nuevo trasplante (los riegos subsecuentes dependerán de las condiciones de humedad).

**6.b.5.** Cuando las plántulas se hayan recuperado del efecto del trasplante, se ralean y dejan solo tres.



Foto 22 Ambas fotos se refieren a la Siembra directa.

**7. Siembra directa**

Este método es ideal cuando se cuenta con abundantes semillas de buena germinación y con un sistema de riego adecuado.

La siembra directa no solo reduce los costos del vivero, sino que garantiza una excelente uniformidad en la plantación.

Las semillas germinan entre los 10 y 12 días. El rango de temperaturas para una buena germinación es de 23 °C a 44 °C, pero el ideal es de 35 °C.

Otra ventaja de la siembra directa es que la floración inicia 4 semanas antes que los trasplantes. El desarrollo de las plantas en el campo es muy acelerado, por lo que se puede decir que hay un ahorro de 6 semanas en el ciclo del cultivo; sin embargo, lo más positivo es lo precoz de la producción.

Es muy importante controlar los grillos y los gusanos cortadores, por eso es recomendable colocar con frecuencia cebos (Fotos 22).

El procedimiento en general es el mismo que el anterior:

**7.a.** Una vez colocado el Triple Superfosfato, se tapa con un poco de suelo y con el hoyo casi tapado, se colocan 12 semillas, se cubren ligeramente con suelo y se compacta.

Las semillas se pueden colocar en pequeños surcos para facilitar el raleo y que las tres plantas finalmente seleccionadas queden a buena distancia una de otra.

**8. Micropropagación**

Bajo este método la multiplicación se obtiene por medio del cultivo de secciones nodales de plantas con dominancia apical que se han desarrollado in vitro. Los rebrotes que se desarrollan de estos nudos, se enraizan como microcortes.

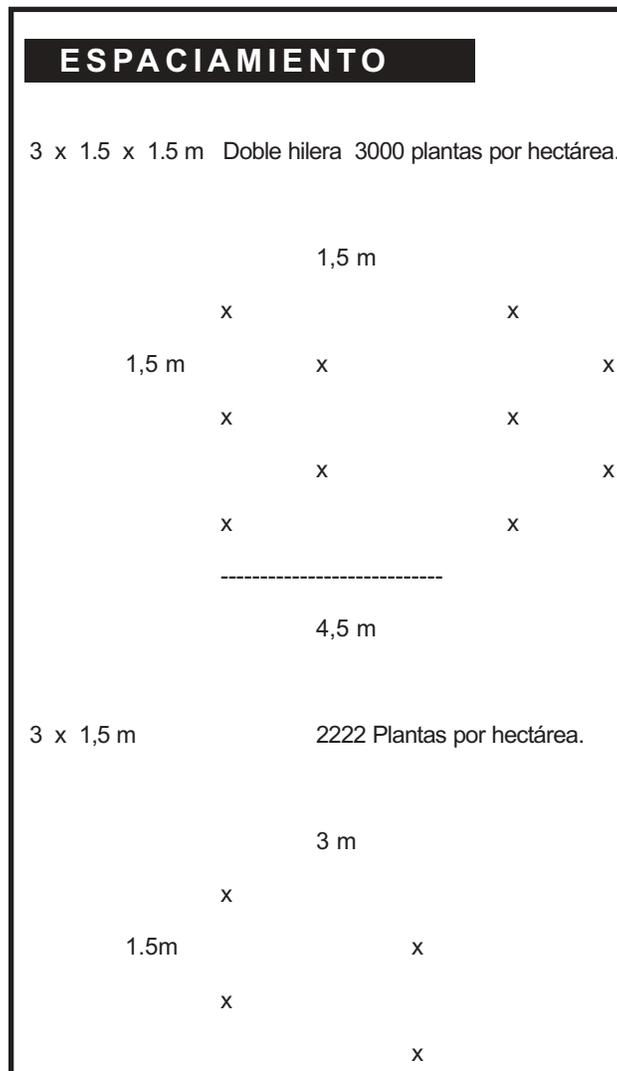
Las nuevas plantas se desarrollan a partir de yemas axilares o de yemas apicales. El tejido meristemático en las yemas es genéticamente el más estable en una planta. Un mejoramiento adicional de este método es

que se ha optimizado el tiempo de exposición de los rebrotes a las auxinas, antes de transferirlas al medio de cultivo libre de hormonas, de esta manera, se logra un aumento en los porcentajes de enraizamiento y la calidad del sistema de raíces. (Drew).

**9. Arreglo topológico**

En el caso de la papaya Hawaiana, se han utilizado dos tipos de arreglo con éxito:

**Cuadro 4  
ARREGLO TOPOLÓGICO**



Los espaciamientos son de alta densidad, por lo que las condiciones ambientales deben ser muy favorables: abundancia de días con más de 4 horas de luz, vientos moderados que permitan una excelente aireación, suelos fértiles, drenaje adecuado y excelente control de antracnosis *C. gloeosporioides*.

Si las condiciones ideales mencionadas no se consiguen es preferible iniciar una plantación nueva con densidades substancialmente más bajas, de 1400 a 1500 árboles por hectárea en espaciamientos de doble o simple hilera.

Las ventajas de una doble hilera en la protección de las raíces estriba en que en el espacio entre la doble hilera no hay circulación de maquinaria, por lo tanto las raíces se desarrollan más libremente.

Es posible colocar un sistema de riego de microaspersión entre la doble hilera, con lo que se estimula un sistema radical más sano.

La desventaja principal del sistema de doble hilera se daría si la distancia de los árboles en la hilera fuera muy corta, como en el caso de alta densidad y se dificultaría la aplicación integral de los fungicidas.

Tomando en cuenta que el enemigo más importante de la papaya de exportación es la antracnosis y que las condiciones climáticas tropicales son de alta precipitación, alta humedad relativa, cielos nublados durante una parte del año, en el caso de la doble hilera, es preferible usar espaciamientos amplios; por ejemplo: Dos metros y medio entre hileras, dos metros entre árboles en la hilera, ordenamiento en tresbolillo y cinco metros y medio de centro a centro entre las dobles hileras. Este ordenamiento da una densidad de 1.800 árboles por hectárea.



## IV. PREPARACIÓN DE SUELOS

### A. Estudios básicos

Se recomienda el siguiente esquema para plantaciones de más de 5 hectáreas:

Los estudios básicos comprenden tanto los trabajos de topografía para el diseño de caminos, drenajes, alcantarillas, diseño de siembra y diseño de riego, como los agronómicos concernientes a análisis químico-físicos del suelo y conteo de nematodos. Dentro de estos estudios se puede contemplar la información agrometeorológica disponible.

#### 1. Topografía

Debe realizarse un estudio sobre curvas de nivel, ya que es imprescindible para la planificación general, inclusive para la ubicación de la planta empacadora y otros servicios. Los datos deben tomarse para poder obtener un detalle de curvas cada 0,50 cm. Si no existe un plano con los linderos, también debe confeccionarse.

#### 2. Diseño de infraestructura

Caminos. Son esenciales para el movimiento de la maquinaria y el transporte de la fruta. Se trazan sobre las cotas más altas y deben estar ubicados cada 300 m y se deben construir de 6 metros de ancho con un revestimiento de 15 cm. También se hacen caminos secundarios perpendiculares a los principales, de 5 m de ancho y sobre cotas altas. Estos solo se revisten en las pendientes con puntos húmedos y deben estar ubicados a no más de 200 m entre sí.

#### 3. Drenaje

Se ha mencionado anteriormente que debido al sistema superficial de raíces, el árbol no tolera estancamientos o sequías prolongados. La preservación de un sistema radical sano es fundamental para los buenos resultados. En esto juega un papel muy importante la capacidad de los suelos para evacuar el exceso de humedad, la cual es

intrínseca a los suelos utilizados y agregada por medio de la preparación adecuada y el sistema de drenaje.

**a.** En terrenos con pendientes menores al 5 %, se utilizan los cursos naturales existentes como drenajes principales o se puede establecer un sistema de drenaje, donde los canales terciarios espaciados cada 100 m corren paralelamente a la dirección de siembra y los canales primarios se construyen estratégicamente en los puntos más bajos.

Los puntos bajos dentro de la plantación, se evacuan con canales o zanjas terciarias hacia los canales secundarios.

En terrenos con pendientes mayores al 5 %, se debe utilizar un sistema de conservación de suelos donde se tracen terrazas.

**b.** Las cunetas <sup>(1)</sup> de las terrazas para conservación de suelos y evacuación de excedente de lluvia, se pueden diseñar sobre el plano de curvas, igual que la ubicación de drenajes secundarios y primarios, su diseño obedecerá a las máximas escurrientías. El trazo de las cunetas se hace en el campo, de acuerdo con una tabla preestablecida. Las alcantarillas se ubicarán en los puntos donde los caminos cruzan los cursos de agua. La dimensión de los tubos se diseñará de acuerdo con la máxima avenida de agua.

El trazo se orienta según la pendiente. Las cunetas atraviesan todo el terreno y terminan en un canal secundario. El mantenimiento es fundamental para su buen funcionamiento y se deben revisar después de cada lluvia, para evitar desbordes, lavados y encharcamientos.

<sup>1</sup> Las cunetas de las terrazas juegan un papel muy importante en el drenaje del terreno, ya que con ellas evitaremos enfermedades fungosas en la plantación, debido a que no tendremos estancamientos ni excesos de humedad. Además, se evitará la excesiva erosión. Las cunetas se trazan con instrumentos topográficos y consisten en pequeños canales, cuyo corte y sección se determinan según el espaciamiento vertical y horizontal y según la pendiente del terreno y longitud total de estas cunetas.

La distancia entre cunetas es de acuerdo con la pendiente y textura del suelo.

Suelos pesados	15 a 25 m
Suelos franco limosos	30 a 40 m
Suelos franco arenosos	40 a 70 m

El diseño de siembra o la dirección de surcos se hará en la dirección de las curvas de nivel, en terrenos donde la pendiente exija tomar en cuenta la conservación de suelos y la prevención de la erosión. Sin embargo, es importante para el control y

prevención de la antracnosis tomar en cuenta la orientación de las hileras de este a oeste, para aprovechar al máximo la luminosidad y también preveer la dirección predominante de los vientos para tener una aireación constante.

c. El diseño de riego se basará en todos los factores anteriores y el hidráulico en curvas.



Foto 23  
Rotura del terreno con subsolador y tractor de orugas.



Foto 24  
Terreno subsolado.

## B. Prácticas de preparación de suelos

El siguiente es el programa de labranza del terreno. Estos pasos nos asegurarán una preparación ideal del terreno y una buena estructura del suelo, para obtener la conductividad hidráulica idónea y evitar la sobresaturación por exceso de agua.

Este programa está basado en consideraciones de un suelo pesado con 50 % de arcilla con un cierto grado de compactación. De manera que en suelos francos y profundos algunos de los pasos se pueden obviar.

1. Un pase de chapeadora.
2. Un pase de subsolador.
3. Un pase de rastra de cinceles rompedores.
4. Aplicación al voleo de 7 toneladas de carbonato de calcio ( si el pH >6).
5. Incorporación de la cal con un pase de rastra de cinceles rompedores.
6. Un pase cruzado de subsolador.
7. Un pase de rastra de cinceles afinadores.
8. Elaboración de lomillos de 60 cm de alto si no se va a colocar plástico.
9. Colocación del plástico y aplicación del Methan sodio.

Cuando el terreno fue recientemente usado para la siembra de papaya se debe tomar en cuenta que será necesario esterilizarlo, especialmente si se dejaron los troncos viejos para que se pudrieran ahí mismo. Es de suponer que dicha práctica podría aumentar el inóculo de *Phytophthora* sp. o la presencia de nematodos. En esta fase inicial se debe dejar el terreno en los primeros pases de rastra expuesto unos días al sol (solarización), para que en alguna medida esto sirva de control fitosanitario. El plástico también contribuye a esto.

Una semana de exposición a los efectos directos de los rayos solares deberá estar seguido de un pase de subsolador en forma perpendicular a la dirección en que se va a sembrar.

El pase del subsolador debe hacerse con equipo pesado, para poder garantizar una penetración de 70 cm efectivos. Para lograr la eficiencia en la labor, se requiere de picos de subsolador de 1 metro de largo, montados en un tractor de oruga de 150 HP. Esta rotura de las capas inferiores del suelo mejora el drenaje interno y permite un buen desarrollo de las raíces.

Si el sistema de drenaje que se va a adoptar consiste en canales secundarios de drenaje paralelos a la dirección de siembra, después del primer paso del subsolador se procede a realizar este trabajo con un retroexcavador. Los canales secundarios pueden tener una forma trapezoidal con una relación de 1,5 : 0,7 m y una profundidad de 1,2 metros con una pendiente del 3 %.

Una vez construidos los canales secundarios, se procede a un segundo pase de rastreo, para esparcir el suelo amontonado a los lados de los canales.

Completado este rastreo, se hace el pase cruzado y final del subsoleo, en la misma dirección de los surcos de siembra.

Con el último pase del subsolador se empieza a afinar el terreno para darle una condición libre de terrones y maleza, con el fin de hacer luego los lomillos y la colocación del plástico para inyectar el Methan sodio. Todo se realiza de un solo pase con una encamadora Farmco o similar.

## Fumigación del suelo con Methan sodio o Vapam

Vapam es el nombre genérico de Ditiocarbamato de Sodio, el cual tiene propiedades para el control de microorganismos del suelo, como hongos del grupo ficomicetes.

### Aplicación de Vapam

En el futuro cercado, el uso de Bromuro de Metilo podría estar restringido, por lo que es conveniente contar con algún otro producto que, aunque no tan efectivo como el Bromuro, podría ser alguna manera de suplantarlo, especialmente en la prevención de *Phytophthora* sp. La ventaja del Vapam es que se puede aplicar de diversas maneras sin necesidad de usar cobertura plástica, lo cual significa un ahorro en los costos.

### Inyección de Vapam

El Vapam puede ser inyectado al suelo en una solución, con una dosis de 70 libras de producto al 32,7 % de ingrediente activo por hectárea. Esta acción se realiza con equipo normal de inyección al suelo.

## Aplicación superficial

Se puede hacer una aplicación superficial por medio de una solución que contenga 170 libras de producto por hectárea. Esto se efectúa con un equipo de pulverización o por medio del sistema de riego por aspersión. Después de la aplicación, no se debe ingresar al campo antes de 2 ó 3 semanas.

La alternativa ecológica para estos fumigantes, es utilizar un sistema de **rotación de cultivos** o dejar el suelo en **barbecho** por un período de dos o tres años, sin introducir cultivos que incrementen el inóculo de enfermedades. Es conveniente que con cierta periodicidad se airee y exponga al sol ese suelo, para controlar el inóculo de semillas de maleza y de hongos con rastras de cinceles. Es importante la incorporación de materia orgánica del tipo compost, bokashi o estiércoles.



Foto 25 y 26  
Fertilización manual. Nótese el mal control de malezas.

## V. PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

### Fertilización, control de plagas, malezas y prácticas culturales

#### A. Programa de fertilización

La papaya siempre responde a las aplicaciones de fertilizante. Las cantidades que se aplican varían en proporción y composición, según la edad de la planta. El nitrógeno que se suministra debe tener un 4 % de nitrógeno nítrico y 4 % de nitrógeno amoniacal. Este elemento influye en el tamaño de la fruta y asegura una larga producción, también afecta el crecimiento y el número de hojas, al igual que el fósforo. El fertilizante fosfatado debe aplicarse según el pH

del suelo. El fósforo da a la planta resistencia contra la sequía y determina los rendimientos; mientras que el potasio tiene influencia en el color, la textura y el sabor de la fruta.

El siguiente programa está basado en recomendaciones para un área de fertilidad de baja a media y es sólo una guía.

### Cuadro 5 PROGRAMA DE FERTILIZACIÓN

#### AL TRASPLANTE:

Suministrar:	N	14 gramos
	P	540 gramos $P_2O_5$
	K	14 gramos $K_2O$

Fuente:	Fórmula 10-30-10	140 gramos por árbol
	TSF	1000 gramos por árbol

Un mes después del trasplante se aplican 100 gramos de la fórmula 18-5-15-6-2.

Suministrar:	N	18 gramos N
	P	3 gramos $P_2O_5$
	K	15 gramos $K_2O$
	Mg	6 gramos MgO
	B	2 gramos $B_2O_3$

Dos y tres meses después del trasplante se aplican 125 gramos de 18-5-15-6-2.

Suministrar:	N	22,50 gramos N
	P	3,75 gramos $P_2O_5$
	K	19,0 gramos $K_2O$
	Mg	7,5 gramos MgO
	B	2,5 gramos $B_2O_3$ (equivalente a 4 gramos de Poliboro)

Cuatro meses después del trasplante y en adelante se aplican 150 gramos de 18-5-15-6-2.

Suministrar:	N	27,0 gramos N
	P	4,5 gramos $P_2O_5$
	K	22,5 gramos $K_2O$
	Mg	9,0 MgO
	B	3,0 $B_2O_3$ (equivalente a 4,5 gramos de Poliboro)

Si las siembras se realizan por primera vez es necesario agregar potasio extra, a razón de 14 gramos de  $K_2O$  por árbol; o sea, 22 gramos de  $KCl$  mensuales por árbol.

La formulación anterior provee 7,5 gramos mensuales por árbol de  $P_2O_5$ , equivalente a 195 kilogramos

anuales en banda por árbol, en forma poco eficiente. El zinc debe ser aplicado una vez al mes en forma foliar, a razón de 1 kilogramo por hectárea.

Es importante darle seguimiento a este programa por medio de análisis foliares.

### Cuadro 6 NIVELES ADECUADOS DE NUTRIMENTOS EN TEJIDO FOLIAR

PORCENTAJE					ppn				
N	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
1,1-2,5	0,22-0.40	3,3-5,5	1,0-3,0	0,4-1,2	20-30	4-10	25-100	20-150	15-40

Se ha determinado que el uso de fertilizantes de lenta liberación es adecuado en las primeras etapas del desarrollo o en el momento del trasplante, ya que no quemar las raíces. También se pueden usar para mezclar con el suelo del vivero o cuando se siembran semillas directamente en el campo.

Así pues, aplicaciones moderadas de fertilizantes de lenta liberación son recomendables en los primeros meses de desarrollo. En plantaciones comerciales se aplican 14 gramos de este fertilizante por punto de siembra a la hora de sembrar y 6 semanas después de la siembra.

Durante los meses en que la producción de fruta y el crecimiento son lentos se debe reducir la cantidad de fertilizante. Si hay escasez de lluvia o riego, las aplicaciones repetitivas pueden producir la acumulación de fertilizantes sin disolver, que podrían soltar con las siguientes altas concentraciones de nutrimentos en la zona de las raíces. Una excesiva cantidad de nitrógeno puede causar un crecimiento vegetativo excesivo y se cree que incide en los problemas de fruta suave y caída de flores o deformidades.

En términos generales, para densidades de plantación de 1.500 a 1.800 árboles por hectárea, se recomienda aplicar por año en una plantación:

---

500 - 700 kilos de N

---

1000 - 1500 kilos de  $K_2O$

---

150 - 200 kilos de  $P_2O_5$  (adicionales a 600 gramos por árbol a la siembra)

---

Es recomendable usar como fuentes de potasio el Sulfato de Potasio y el Sulfato de Potasio y Magnesio (Kmag), ya que la susceptibilidad de la papaya al cloruro de potasio puede causar toxicidad. Como fuente de fósforo, puede usarse el triple superfosfato y en ocasiones para resolver deficiencias el MAP (fosfato monoamónico) foliar.

El nitrato de amonio es una buena fuente de nitrógeno. En operaciones que cuentan con riego por goteo o microaspersión se aplica el nitrato de potasio.

#### 1. Modo de aplicación

La aplicación del fertilizante es muy importante, ya que de esto dependerá la eficiencia y el aprovechamiento de los nutrientes por las raíces. Los factores que juegan un papel importante en la eficiencia de aprovechamiento son la formulación y la aplicación. Existen fórmulas químicas y físicas. Las fórmulas físicas pueden contener la porción de nitrógeno muy soluble, por lo que es conveniente depositar el fertilizante en pequeños hoyos y no desparramado alrededor del árbol. Se hacen dos hoyos a ambos lados del árbol, a una profundidad de 5 centímetros y a unos 50 centímetros de la base del tronco.



Foto 27 y 28  
Nebulizadora y aplicación de nutrimentos foliares con pistolas.

## 2. Fertilización foliar

Para mantener una plantación sana y con un desarrollo foliar apropiado para los procesos de fotosíntesis, es necesario implementar un programa de aplicaciones de suplementos foliares (Fotos 27 y 28). El siguiente es un ejemplo de un programa mensual de aplicación de microelementos:

---

5 a 10 kilos de sulfato de magnesio ó 2 kilos de Quelato de magnesio

---

1,0 kilo de Quelato de hierro

---

0,5 kilos de Quelato de manganeso

---

0,5 kilos de boro soluble

---

2,0 kilos de Quelato de zinc

## 3. Modo de aplicación de la nutrición foliar

El fertilizante foliar es altamente soluble, por lo que su aplicación con equipo de pulverización es simple. Los fertilizantes solubles se pueden aplicar en combinación con otros agroquímicos. Sin embargo, como la aplicación de nutrimentos foliares se debe hacer solo al follaje es mejor aplicarlos por sí solos a una dosis de 500 a 1000 litros por hectárea.

### Cuadro 7 EXTRACCIÓN DE NUTRIENTES POR ÁRBOLES DE PAPAYA N=1

	NUTRIMENTO	k/árbol/año	N/N=1,00
Suelo de lava	N	0,15	1,00
	P	0,02	0,13
	K	0,02	1,22
	Ca	0,04	0,24
	Mg	0,02	0,14
Suelo limo-arcilloso	N	0,12	
	P	0,18	
	K	0,19	
	Ca	0,05	
	Mg	0,18	

Las frutas se remueven de 20 % a 40 % de todo el N y el 80 % de todo el K. Se toma a N como referencia y se dan los porcentajes con relación a N.

## B. Control de plagas

La papaya es susceptible a varias plagas y enfermedades destructivas. Los problemas comienzan desde el vivero, continúan en el campo y todavía en el almacenamiento después de la cosecha y empaque. Las enfermedades son un factor importante en la reducción de rendimientos y en la comercialización de la fruta. La experiencia nos ha demostrado que en cualquier momento durante el ciclo del cultivo una planta puede ser destruida por una o la combinación de varias enfermedades. Por lo tanto, es imperativo que haya un manejo integral de las enfermedades en las prácticas agrícolas.

### 1. Control de enfermedades causadas por hongos del suelo

#### a. Pudrición de las plántulas en el vivero

Existen varios tipos de hongos, incluyendo *Pythium* sp., *Phytophthora* sp. y *Rhizoctonia* sp., que pueden causar pudrición de las plántulas. Hay varios factores que favorecen el desarrollo de esta enfermedad, como clima húmedo y caluroso, suelos mojados, drenaje deficiente, semillas sembradas profundamente, muchas semillas sembradas, aeración pobre o altos niveles de nitrógeno. El control preventivo es el tratamiento del suelo antes de la siembra, para eliminar los hongos en el suelo por medio de:

1. Fumigación del suelo con Vapam.
2. Empapado de la tierra de las bolsas con una solución de 200 cm<sup>3</sup> de Ridomil MZ-58 (2,5g/L), antes o después de la siembra.

Debe evitarse la contaminación del suelo esterilizado, usando herramientas limpias y lavadas con cloro.

#### b. Podredumbre de la raíz y la base del tallo

Los mismos organismos *Pythium* sp. y *Phytophthora* sp. que causan pudrición en el semillero, también la causan a la raíz y en la base del tronco. Todas las plantas, sin importar la edad, son susceptibles; sin embargo los síntomas ocurren más rápidamente en las jóvenes.

Los suelos arcillosos, pesados, mal drenados y con condiciones de agua estancada favorecen la ocurrencia de enfermedad. El uso repetido de la misma área para sembrar papaya produce un aumento del inóculo de estos organismos. La incorporación de los tallos al suelo provoca un aumento considerable de la pudrición y mortalidad de los trasplantes. Lo más recomendable sería sacar los tallos y tirarlos lejos, labor que es muy costosa. Lo mejor sería dejar descansar esta área entre 3 y 5 años y luego aplicar Bromuro de Metilo y Vapam.

Un requisito importante para el cultivo de papaya es utilizar suelos con buen drenaje. Este se obtiene con una adecuada preparación de suelos: subsolando hasta 60 centímetros y haciendo lomillos de 60 centímetros. El riego no debe ser excesivo y por medio de cunetas se debe eliminar el agua de los puntos bajos.

La pudrición de raíces se puede reducir por medio de la rotación de cultivos o de cultivo en áreas que nunca han sido sembradas de papaya. En áreas con posibilidad de pudrición o que se han sembrado antes, se puede aplicar Matan sodio (Vapam) inmediatamente después del trasplante:

1. Ridomil MZ-58, a razón de 6 gramos por litro de agua. Se aplica empapando el suelo en un anillo de 0,5 metros de diámetro; aplique 2,5 litros de la solución alrededor de la base de las plántulas dentro del anillo de mojado.
2. Aliette. Aplique un mes después, en forma de una atomización gruesa foliar, a razón de 4 gramos por litro de agua. Agregue Triton AE, 1 cm<sup>3</sup>/L, como agente humectante.
3. Tres meses después, empape con Ridomil MZ-58 a razón de 1 gramo por litro de agua, aplique en un anillo de 0,5 metros de diámetro y añada 4 litros de solución por planta.
4. Repita la última aplicación cada 3 ó 4 meses.
5. Si se cuenta con riego por goteo, se puede aplicar Ridomil 2G.

## 2. Control de enfermedades foliares, después del trasplante y antes de la floración:

La efectividad de los fungicidas va en relación directa con el pH de la solución. La mayoría de los fungicidas aquí mencionados se activan a un pH de 5-5,5.

Es necesario pues, verificar el pH de la solución con papel litmus y si así se requiere, agregar un acidificante como el ácido cítrico o algún producto comercial como Indicate, para llevar el pH a esos rangos.

Los hongos *Colletotrichum gloeosporioides*, *Ascochyta* sp. y *Corynespora* sp. causan algo de defoliación durante el desarrollo de las plantas. Para su control, se aplica directamente al follaje 2,8 kilos de Dithane M-45 o Manzate 200 en 460 - 750 litros de agua por hectárea. Repita cada 10 - 14 días. Se debe alternar con Benlate, usando 1 kilo en 460 - 750 litros de agua por hectárea cada 21 días, después de 2-3 ciclos continuos de Dithane M 45. El Daconil W-75 usado a 4,5 kilos en 460 - 750 litros de agua por hectárea cada 10 - 14 días, puede sustituir al Dithane. Agregue un humectante: Triton AE 0,5 a 1 cm<sup>3</sup> por litro.

## 3. Control de las enfermedades del follaje, peciolos, tallo y frutos

El hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, que causa la infección de antracnosis, ataca no solo al fruto, donde provoca mayor daño, sino también a las hojas y al peciolo de hojas viejas, lo que ocasiona su muerte. La infección de los peciolos sirve como fuente de inóculo para infectar la fruta. La antracnosis es más severa durante la época de lluvias y bajas temperaturas.

El hongo *Ascochyta* sp. causa manchas severas en las hojas y podredumbre del ápice de la fruta. La mancha foliar provocada por *Ascochyta* sp. es el daño más severo y común que le ocurre al follaje y es más serio durante la época de lluvias.

El hongo *Corynespora* sp. causa manchas en las hojas, pero el daño no es serio. Actualmente el control aprobado para estas enfermedades es el siguiente:

**1. Dithane M 45 (Mancozeb).** Aplique atomizaciones de Dithane M 45, a razón de 2,8 kilos en 1000 litros por hectárea y no menos de 750 litros de agua. Para obtener una cobertura adecuada de frutos y hojas, se debe dirigir la aplicación a las flores y a la parte superior del árbol, con absoluta certeza de que las atomizaciones cubren la fruta en desarrollo desde la corona hasta el extremo del capullo floral. Repita las aplicaciones cada 10 ó 14 días durante la época seca y cada 7 días durante la lluviosa y fría.

**2. Daconil W 75 (Chloratolonil).** Aplique Daconil W75, a razón de 4,5 kilos en 750 litros de agua por hectárea, para obtener una adecuada cobertura. Comience las atomizaciones al aparecer las primeras pequeñas frutas verdes y continúe los tratamientos cada 10 - 14 días durante la estación seca y cada 7 días durante la estación lluviosa. El Daconil se alterna con el Dithane 1:1 ó 2:1.

**3. Benlate 50 WP (Benomyl).** Aplique Benlate 50 WP, a razón de 1 kilo por 750 litros de agua por hectárea. Comience las aplicaciones al aparecer las primeras flores y continúe en intervalos de 21 días, alternando con 2 ó 3 ciclos de Dithane M 45 o Daconil W 75. Proporcione buena cobertura a las frutas y hojas. Reduzca los intervalos a 15 días durante la época lluviosa. Agregue un agente humectante como Triton AE, para asegurar residualidad y prevenir que el viento o la lluvia no se lleve los fungicidas. Para evitar la deriva, haga las aplicaciones en las primeras horas de la mañana.

Es recomendable remover las hojas secas, los peciolos y la fruta enferma para eliminar las fuentes primarias de inóculo.

**4. Compuestos a base de cobre.** Según la indicación del fabricante.

#### 4. Infecciones por *Phytophthora palmivora* en la corona y la fruta

La oportuna, eficaz y total destrucción de los árboles y frutos enfermos de la plantación ayuda en el control de esta enfermedad.

El programa de aplicaciones anteriormente descrito es efectivo contra estas infecciones. La cobertura total de la corona de las hojas y de toda la fruta, desde el extremo del capullo floral hasta el ápice del pedúnculo, es esencial para lograr un buen control.

#### 5. Infección del tallo por *Fusarium* sp.

La pudrición del tallo causada por *Fusarium* sp. sobre el nivel del terreno ocurre en árboles en producción, principalmente durante la época lluviosa. Se controla mojando el tronco con Benlate, a razón de 1,5 g/litro aplicado en una atomización gruesa. Agregue un agente humectante. El daño causado por aspersión accidental de Paraquat o daños mecánicos, predisponen al tallo a la infección de *Fusarium* sp.

#### 6. Control de insectos

##### a. Al trasplante

Control de cortadores y grillos.

Si hay presencia de grillos, después del trasplante se hace una aplicación de Ambush 34, a razón de 0,8 cm<sup>3</sup>/litro en una atomización fina con bomba de motor. Una semana después se aplica Cytrolane 2G, a razón de 4 gramos por planta, sobre la superficie del terreno y alrededor de la planta. Si hay cortadores, combine este tratamiento con cebos de Sevin. Aplique de noche y repita cuando sea necesario, especialmente si llueve.

##### b. Muestreo para detección de plagas

El procedimiento consiste en caminar la plantación en zig zag y muestrear cada décimo árbol; se corta una hoja nueva para verificar la presencia de ácaro blanco y una hoja vieja para verificar la de la mosca blanca y ácaros rojos y negros (Foto 33).

El umbral se determina dando una numeración de uno a tres en cuanto al nivel de infestación:

1: 0 - 5 ácaros por pulgada cuadrada

2: 5 - 10 ácaros por pulgada cuadrada

3: Más de 10 ácaros por pulgada cuadrada

Si el muestreo indica nivel dos, se debe empezar la fumigación de inmediato. Una semana después de ser aplicada, se verifica el efecto de la fumigación.

La información que se va detectando en el campo, se anota en una hoja que contiene la información de los tipos de plagas y su ubicación en la hoja nueva o en la hoja vieja (hoja #2).

##### c. Plantación joven de 0 a 3 meses

Control de mosca blanca, cochinilla, escamas, escarabajos pulga, chinches y chapulines. El control después del trasplante y antes de la floración se realiza aplicando cuantas veces sea necesario cada 7 a 10 días:

1. **Malathion 25WP.** Aplique 5,6 kilos en 500 a 1000 litros de agua por hectárea.

2. **Sevin 86S.** Aplique 1,68 kilos en 500 a 1000 litros de agua por hectárea.

3. **Metasystox R-500 SL.** Aplique 1,5 litros en 500 a 1000 litros de agua por hectárea.

4. **Ambush 34 (Permethrin).** Aplique 0,8 litros en 500 a 1000 litros de agua por hectárea.

5. **Jabón orgánico para uso agrícola.** Haga una solución y aplique por atomización a todo el árbol.

6. **Pyrethrin.** Aplique según las indicaciones del fabricante.

7. **Pyrellin.** Según etiqueta.

8. **Gorkill.** Según etiqueta.

Con todos los tratamientos agregue siempre un agente humectante.

## d. Plantación joven y adulta

Control de moscas de la fruta, mosca blanca, escamas, gusanos oruga y larvas que se alimentan en el pedúnculo de la fruta.

**1. Malathion 25 WP.** Aplique según las dosis arriba establecidas. Debe obtenerse una cobertura adecuada de las hojas, tallo y fruto. Comience la aplicación en la floración, dirigiendo la atomización a las flores y asegurándose de que se cubren adecuadamente las frutas en desarrollo. Se debe cubrir la fruta desde el pedúnculo hasta el ápice floral. Este tratamiento se puede aplicar en combinación con los fungicidas. Agregue siempre un agente humectante.

**2. Ambush 34.** Aplique las dosis arriba establecidas.

**3. Bacillus thuringensis (Dipel).** Según las indicaciones del fabricante.

**4. Piretrinas.** Según las indicaciones del fabricante.

**5. Thiodan.** Según indicación del fabricante, pero **solamente fuera de la plantación en plantas hospederas.**

Para la detección temprana de las plagas, es muy importante mantener constante vigilancia mediante un programa de inspecciones periódicas, e iniciar el control antes de la dispersión total del problema.

## e. Control de ácaros

Los ácaros resultan ser los principales enemigos del cultivo de papaya. Aunque el control a base de azufre resulta ser efectivo en muchos casos, no lo es en el del ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*, el cual se alimenta de las hojas tiernas de la corona del árbol y ocasiona un blanqueamiento de las hojas y la eventual muerte del árbol. En general, la incidencia se exagera con el clima cálido y seco.

**1. Azufre agrícola concentrado emulsificado 48 %.** Aplique 14 litros por 1000 litros de agua por hectárea. Si la temperatura es mayor a 32 °C, puede haber fitotoxicidad. Esta solución se puede mezclar con Malathion 1000 (concentrado, emulsificado) para

aumentar la efectividad. Si el clima es seco y caluroso, las aplicaciones se deben hacer de noche. Aplique cada 7 días si hay infestación.

**2. Cosan 80 % (azufre).** Aplique 8 kilos en 1000 litros de agua por hectárea, cada 5 a 7 días si hay infestación. Aplicar de noche, si el clima es seco y caluroso.

**3. Torque 50 WP (Hexakis).** Aplique 300 a 600 gramos en 1000 litros de agua por hectárea. **No lo haga más de una vez al mes en árboles en producción o más de 9 veces al año, ni en los 7 días antes de la cosecha.** Puede usarse en cualquier tiempo, especialmente si el azufre o el Malathion no dan buen control.

**4. Agrimec (Abamectin).** Aplique un litro por cada 1000 litros de agua por hectárea. **No lo haga más de una vez al mes a árboles en producción o más de nueve veces al año. No aplique en los 7 días antes de la cosecha.** Este tratamiento es exclusivo para el control del ácaro blanco.

**5. Malathion 5EC.** Aplique 1,75 - 2,35 litros por 750 - 1000 litros de agua por hectárea. Aplique cada 5 a 7 días. Puede alternarse con Torque y Cosan o se puede mezclar con azufre emulsificado. Debe evitarse mezclar Malathion EC con azufre humectante en polvo, para evitar fitotoxicidad.

## 7. Control poscosecha de plagas

### a. Medidas a tomar en el campo

Debido a que la mayoría de las enfermedades poscosecha comienzan en el campo, las medidas de control también deben empezar en ese lugar.

La reducción del inóculo y la aplicación de fungicidas protectores son las mejores formas de controlar las enfermedades.

Las aplicaciones frecuentes de Mancozeb y Chlorotalonil se realizan en intervalos de 7 a 14 días, mezclados con un regulador de pH y un agente adherente o surfactante.

Es conveniente la remoción de toda la fruta caída o rechazada, para reducir el nivel de inóculo de los patógenos de poscosecha (Foto 37, ver fotografía en el Anexo). Aunque la remoción de las hojas senescentes no es práctica, sí deben ser removidas de los árboles en forma regular (cada 45 días) para proveer un camino sin obstáculos para las aplicaciones de fungicidas dirigidas a las frutas y porque esas hojas sirven como fuente de inóculo en la cercanía inmediata a las frutas. (Fotos 34 y 36 para esta última ver fotografía en el Anexo).

Las atomizaciones de fungicida reducen sustancialmente el nivel de inóculo, pero no eliminan la pudrición del extremo floral. El control adecuado se logra solo cuando las aplicaciones en el campo van en combinación con el tratamiento poscosecha de agua caliente, fungicidas y cera.

### b. Variedades resistentes

El cultivar Kapoho Solo, que es el que se exporta más desde Hawaii, no posee ninguna resistencia a las enfermedades poscosecha. El cultivar Sunrise Solo posee alguna resistencia a la infección por antracnosis, causada por *C. gloeosporioides*. Dicha resistencia es suficiente para limitar las atomizaciones, excepto en áreas muy húmedas. Este tipo es altamente recomendable para las condiciones más tropicales (Costa Rica y Brasil). Sin embargo, es muy susceptible al tizón causado por *Phytophthora palmivora*.

### c. Medidas poscosecha

Se realiza el tratamiento con agua caliente y con la posterior aplicación de fungicidas y cera. Estos tratamientos reducen considerablemente las pérdidas por descomposición, aún en períodos prolongados de almacenamiento. Estos tratamientos tienden a retrasar la maduración.

De acuerdo con las regulaciones federales, la papaya de exportación no debe ser empacada con más de un cuarto de maduración. Se recomienda una doble inmersión en agua caliente, con lo que se elimina el potencial de daño de la fruta por moscas y enfermedades. Para ello se pasa la fruta por 30 minutos en una inmersión de agua caliente a 42 °C y luego por otra a 49 °C por 20 minutos. Por razones prácticas, muchas veces solo se hace la segunda.

Estos tratamientos, más una excelente y constante aplicación de fungicidas en el campo, controla los problemas poscosecha.

Los tratamientos anteriores deben ser muy bien controlados, ya que el excesivo calentamiento o el retraso en el enfriamiento pueden inhibir el proceso normal de maduración o escaldar las frutas, con lo que se produciría una rápida colonización por patógenos y serios problemas de enfermedades poscosecha. El almacenamiento postempaquete debe ser de 10 °C con la menor fluctuación posible.

Es necesario realizar una limpieza diaria de las líneas de empaque y de tanques de agua, para minimizar la reinoculación de las frutas tratadas con agua caliente, particularmente para reducir la infección por *Rhizopus* sp.

El equipo y los cuartos de enfriamientos se pueden desinfectar con sales cuaternarias de amonio o con hipoclorito de calcio.

El cloro en los tanques de lavado debe estar de 70 a 100 ppm y a un pH de 6,5 a 7, para asegurarse que haya suficiente cloro para eliminar microorganismos contaminantes.

Otros aspectos a tomar en cuenta son:

- Evitar durante el control de las enfermedades, el maltrato de la fruta, magulladuras, golpes, rasguños o lesiones durante los procesos de cosecha, transporte, empaque y embarque.
- Si la fruta se cosecha con parte del pedúnculo, el daño por pudrición del extremo se reduce.
- Las buenas prácticas de sanidad vegetal, tales como mantener la plantación limpia de maleza y basura proveniente de los árboles como hojas secas, peciolo, fruta caída y árboles enfermos o muertos. Todos estos materiales deben ser removidos de la plantación y quemados o enterrados.

## d. Tratamiento de la fruta poscosecha (sugerido)

1. La fruta proveniente del campo se descarga en un tanque que contiene una solución del 200 ppm de cloro y ahí se lava.
2. Seguidamente se sumerge en un tanque con agua caliente y 50 ppm de cloro y se deja de 15 a 20 minutos, a una temperatura de 49 °C.
3. La fruta se pasa por agua fría a 10 °C por 6 minutos, para reducir la temperatura a 26 °C.
4. Se sumerge en un tratamiento con Mertect 340 F (Thiabendazole), que contiene 4.5cm<sup>3</sup> por litro de agua y 250 cm<sup>3</sup> por litro de cera Decco Lustr 202.
5. Se empaca y almacena a 8 °C - 10 °C.

## 8. Nematodos

En los estudios básicos se menciona la necesidad de determinación por muestreo, identificación y conteo de nematodos, debido a que el control de estos debe hacerse antes de la siembra, ya que no existe ningún tratamiento aprobado para la plantación establecida.

Los nematodos del tipo que provocan nódulos en la raíz *Meloydogine* sp. causan daños severos a las raíces, lo que provoca un crecimiento raquítrico y posible entrada de *Phytophthora* sp.

Una vez que los nematodos han penetrado en las raíces, su control es imposible, ya que no hay nematocidas registrados para uso durante el cultivo. El tipo de nematodo que provoca lesiones *Pratylenchus* sp. es probablemente el principal causante de darle acceso a las enfermedades del suelo e infectar las raíces de la planta.

### a. Control de nematodos

La fumigación del suelo con Methan sodio (Vapam) es el único control.

La fumigación del suelo con **Vapam** es probablemente el mejor curso de acción. Debe realizarse 15 días antes de la siembra y como último paso de la preparación de suelos; consiste en hacer una solución de 7 u 8 gramos por litro de agua y en aplicar por cada

m<sup>2</sup> de suelo sobre los lomillos por sembrar, en caso de siembras pequeñas.

## C. Control de malezas

El control de malezas es de suma importancia, ya que forma parte del control integral de plagas y enfermedades. Consiste en deshierbas manuales y uso de herbicidas. También es importante mantener el control, tanto dentro de la plantación como en los alrededores, a efecto de prevenir las poblaciones de áfidos portadores de virus.

### 1. Control químico de malezas

**a. Presiembra.** Después de la preparación de suelos se puede hacer una aplicación de **Karmex** (Diuron 80 % PH), usando un kilo por 1000 litros de agua, pero solo en las entrecalles. **No aplique sobre los lomillos o donde se va a sembrar.**

**b. Postsiembra.** 1 a 2 semanas después del trasplante:

Aplique 1 kilo de Karmex y un agente humectante en 1000 litros de agua por hectárea. Haga la aplicación directamente sobre la maleza. Cubra las plantas con una cubeta plástica, para evitar que la deriva llegue a las plantas. Es mejor usar una bomba de mochila con baja presión y la boquilla protegida con un sombrero hecho con una cubeta plástica.

### c. De cuatro meses en adelante

Para el combate anual de hierbas perennes, zacate y hojas anchas. Aplique **Round up** (Glyphosato), a razón de 10 litros en 1000 litros de agua por hectárea. Para tal efecto, use una bomba de mochila con la boquilla protegida a baja presión, para evitar la deriva. Aplique cuantas veces sea necesario.

### 2. Control manual de malezas

En cierta etapa del desarrollo de las plantas, especialmente cuando están pequeñas, es conveniente hacer deshierbas manuales, sin ayuda de herramientas. Posteriormente, cuando los árboles están grandes y se desea evitar la deriva de los herbicidas para que no afecten la parte baja del tronco, se puede realizar de nuevo alguna deshierba

manual sin el uso de herramientas que dañen los troncos o el sistema de riego.

La única deshierba manual que se hace con herramienta (machete) es en las entrecalles y las cunetas. Se recorta la maleza para que siempre haya algo de protección contra la erosión.

### 3. Coberturas

Las coberturas pueden ser usadas como práctica para el control de malezas y erosión. Plantas como la oreja de ratón o manicillo pueden ser sembradas con este propósito.



Foto 29 Plántulas de siembra directa con semilla.



Foto 30 Herramienta para podar.



Foto 31 Herramienta para deshoja.



Foto 32 Herramienta para cosecha.



Foto 33 Muestreo foliar. Muestra para determinar el umbral para realizar aplicaciones de acaricidas



Foto 34 Herramienta para deshojar.



Foto 35 Poda

## D. Prácticas culturales

El mantenimiento de los árboles requiere una serie de labores manuales que aseguran la sanidad, el bienestar y la producción.

### 1. Selección de plantas o identificación sexual

Una vez que se presenta la diferenciación floral, se eliminan los árboles hembra y se dejan sólo los hermafroditas (una por punto). Es conveniente identificar las flores temprano para que la producción empiece a tiempo. Se debe utilizar una herramienta esterilizada con cloro y en los puntos de corte debe aplicarse una solución de Ridomil Bravo de 2,5 gramos por litro de agua.

La floración normalmente da inicio 12 semanas después de la siembra directa de la semilla en el campo y 16 semanas después, si se trasplantó del vivero. Las flores hermafroditas se distinguen de las hembras por ser aquellas más alargadas y delgadas, mientras que estas son más redondas. En el caso de tener 2 ó 3 plantas hermafroditas por punto, la

selección se hará determinando cual está mejor desarrollada y mejor ubicada.

### 2. Aporca

La aporca se puede realizar en las primeras semanas de la siembra con tractor y discos aporcadores o con arado alomillador. Inclusive, una combinación de los dos anteriores más el pase de un arado zanjeador al centro de la entrecalle funciona no solo para aporcar, sino para hacer una cultivación y evitar el uso de los herbicidas, si no se usa plástico.

### 3. Resiembra

Esta labor se debe realizar muy temprano, después del trasplante y antes de que las plantas ya establecidas tengan más de 50 centímetros de altura. De otra manera, las resiembras permanecerán estancadas y se perderá el esfuerzo. Por eso es muy importante mantener plantas en el vivero con un desarrollo de 30 centímetros para las resiembras.

## E. Sanidad vegetal

### 1. Poda

La poda se realiza para evitar la ramificación del árbol y que las yemas le resten vigor al árbol en crecimiento y producción de fruta. Esto se realiza en los primeros meses de desarrollo del árbol y se realiza con la mano. Se hace cuantas veces se requiera (Fotos 30 y 35).

### 2. Deshoja

La deshoja se realiza para eliminar de la plantación las hojas secas (senescencia) y así evitar daños a la fruta por raspaduras; además, que se alojen plagas y enfermedades y que no interfieran con el crecimiento de los frutos. Las hojas secas se desprenden del tallo con la mano, se recogen del suelo si ya cayeron, se colocan en bolsas y se llevan al relleno sanitario o se queman. A veces es necesario ayudarse con una vara o esperar a que caigan si están muy altas (Fotos 31 y 34).

Esta es una labor cíclica que debe hacerse al menos una vez al mes.

### 3. Raleo de frutos

A los seis meses de la siembra se comienza a hacer una ralea de fruta mala o defectuosa, no apta para la exportación. Se eliminan las frutas dañadas, raquílicas,

carpelódicas y las más pequeñas de un racimo de más de dos. Esta labor es periódica y se debe hacer una vez al mes.

### 4. Recolección de frutos caídos

Una vez terminada la cosecha del día, se limpia la plantación para evitar la infestación de plagas y enfermedades, especialmente de la mosca de la fruta.

En esta labor se recoge, además de la fruta caída, las hojas secas, peciolos y plantas enfermas o caídas. Para evitar la infestación de *Toxotripa curvicauda*, la fruta debe enterrarse y una vez por semana debe aplicarse Lannate, a razón de 1,5 cm<sup>3</sup> por litro de agua. Sin embargo, el mejor control es el de eliminar los huéspedes alternos como el caimito, el mango, el jocote y las guayabas. En el caso específico de la mosca de la papaya, *Toxotripa* sp., las trampas específicas han tenido éxito (Figs. 15 y 16). Estas trampas consisten en colocar bolas de hule que contienen una solución de aceite y *Lannate*; con el ovipositor dentro de las bolsas, las moscas depositan los huevecillos, los que eventualmente mueren, al igual que las larvas.



Foto 38 Trampa Jackson suspendida a la altura de la fruta.

## F. Control de moscas de la fruta

El mejor control de moscas de la fruta de las especies **Anastrepha**, **Ceratitis** y **Daucus** es a través de trampas que contienen un alimento proteínico mezclado con un atrayente.

### 1. Tipos de trampa

La trampa usada, así como el atrayente, dependen del tipo de mosca que se desea atrapar. Existen básicamente dos tipos de trampa de uso común:

#### a. Trampa Jackson

Tiene forma de prisma triangular y es hecha de cartón cubierto de plástico o cera para la protección contra la lluvia. Posee un gancho de alambre para colgar y llevar el atrayente en una mecha de algodón. Las moscas son atrapadas en una laminilla pegajosa que lleva en la parte baja dentro del prisma.

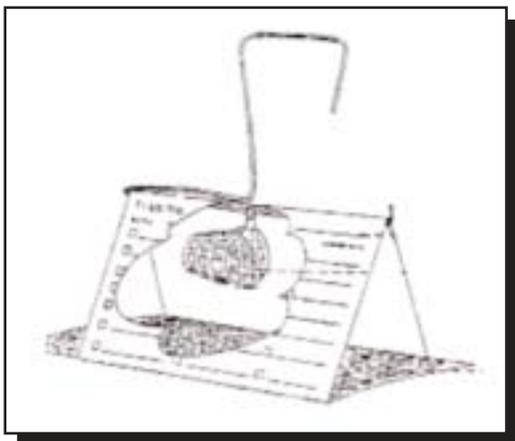


Fig. 15 Trampa Jackson.

#### b. Trampa McPhail

Esta trampa es una botella de vidrio transparente que tiene en la parte baja una invaginación, que es por donde entran las moscas. Posee un gancho para colgar y un tapón de corcho o hule en la parte superior. El atrayente va dentro de la botella, mezclado con un preservante y agua. Las moscas atraídas entran en la botella y quedan atrapadas entre el cebo líquido.

En el caso específico de la papaya, se utilizan ambas trampas de la siguiente manera:

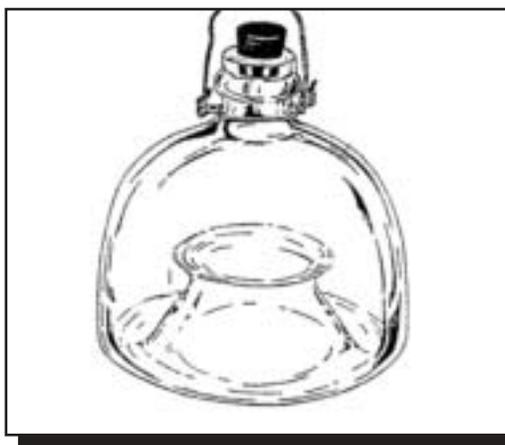


Fig. 16 Trampa McPhail.

Para detectar moscas del Mediterráneo **Ceratitis capitata**, se utilizan trampas Jackson y para detectar moscas **Anastrepha** sp., trampas McPhail.

Trampas Jackson: Con atrayente sexual Tridmelure.

Trampas McPhail: Con atrayente alimenticio del tipo Tolura yeast o Nulure con borax.

Las trampas se colocan a la altura de las frutas (será necesario ir ajustando esa altura), a razón de una por hectárea (Ver Foto 38).

Deben ser revisadas una vez por semana para detectar la presencia de moscas; las que aparezcan se identifican y se anotan en una bitácora.

## G. Riego

El método a decidir está entre la aspersión, la microaspersión y el riego por goteo. Este último registra grandes ventajas por su uso en la fertilización.

En cuanto a riego se refiere, la cantidad de agua y el tiempo de riego dependerán del sistema, así como del tipo de suelo y la edad de la planta. Se considera que un árbol en producción requiere 38 litros diarios de agua. En términos generales, plantas pequeñas en suelos francos necesitan riegos de poco volumen, pero frecuentes. Conforme la planta llega a la época de producción, el mantener la capacidad de campo se vuelve más importante; sin embargo, no debe olvidarse que la enorme mayoría de las raíces absorbentes son superficiales.

El riego es solo un suplemento de la lluvia pero juega un papel muy importante cuando su distribución no es suficiente o la precipitación es limitada (Foto 41 ver fotografía en el Anexo).

## 1. Riego por goteo

Los sistemas modernos, además de que son muy eficientes en el uso, aplicación, distribución y aprovechamiento del agua, sirven como conducto para la aplicación de fertilizantes solubles y ciertos plaguicidas para el suelo. Así pues, la optimización del uso efectivo de un sistema como el riego por goteo, no solo hace que los fertilizantes sean mejor aprovechados por la planta, sino que la eficacia del proceso de aplicación y uso de esos materiales redundan en menores costos.

En cuanto a fertirrigación en suelos con deficiencia de los tres elementos mayores, productos como el nitrato de potasio son altamente deseables, así como el fosfato monoamónico. Durante la época lluviosa, es conveniente usar fertilizantes sólidos o de lenta liberación.

El riego por goteo que utiliza el tipo Drip en espaciados a 50 cm y con una capacidad de 1,5 litros por hora, resulta muy recomendable para la papaya (Foto 40).

Como condición fundamental para la instalación de un sistema por goteo se debe hacer un análisis fisicoquímico de la fuente de agua que se va a usar, ya que una vez que se conoce esta información, se pueden tomar decisiones sobre el tipo de filtración y el tratamiento que se le debe dar al agua antes de que llegue a los goteros. Las fuentes de agua subterránea pueden contener concentraciones de hierro, azufre, calcio y llevar arenas. Las fuentes de agua superficial, también pueden tener sales en solución y organismos como las algas. Todas estas situaciones deben prevenirse, para evitar la obstrucción de los goteros y prolongar la vida del sistema.

En el caso de compuestos de hierro y azufre en el agua se puede usar un sistema de aireación antes de que esta sea bombeada al sistema de goteo o se puede inyectar cloro en forma constante. El uso de gas cloro es lo más indicado. En el caso de calcio en el agua se puede adicionar ácido fosfórico, el cual actuaría también como fuente de fósforo para las plantas.

En cuanto a filtración se refiere, si el agua es de pozo profundo, lo más conveniente es usar separadores centrífugos de arena o hidrociclones, apareados a filtros de mallas o anillos. Si la fuente es superficial, es necesario el uso de filtros de arena o de grava combinados con un filtro de mallas. Es altamente conveniente que la limpieza sea de acuerdo con un programa automático y se debe mantener una reserva de arena y grava de calidad para darle mantenimiento al sistema. En ambos casos, debe haber un clorinador. Es ideal que la unidad de fertirrigación sea eléctrica, aunque podría ser hidráulica.

En un sistema de riego por goteo, el mantenimiento y la constante vigilancia es sumamente importante. Se debe revisar que los goteros estén funcionando bien, que no haya fugas, que se reparen de inmediato los daños de la tubería, para evitar pérdidas de presión y con frecuencia abrir los finales para limpiar los ramales. Debe mantenerse una cantidad de accesorios de reparación a mano para evitar que el sistema pierda eficacia.

Es muy importante considerar que, habiéndose hecho una inversión tan grande en sistemas hidráulicos, como lo es un sistema de riego por goteo, se tomen previsiones con el fin de que se instalen tomas para el abastecimiento de agua en las operaciones agrícolas. Se deben tomar las debidas precauciones cuando se está inyectando fertilizante u otro producto para evitar que el personal de campo se contamine por ingerir agua.

## 2. Riego por aspersión

El riego por aspersión es atractivo por su simplicidad de manejo, pero requiere mano de obra intensiva en los sistemas portátiles de menor inversión. Sin embargo, es posible hacer una combinación de tuberías fijas de PVC y portátiles de aluminio. Una ventaja interesante del riego por aspersión es que humedece en forma total el suelo de la plantación, ya que provoca un microclima y reduce la temperatura durante los meses de mayor calor, con lo que se consigue un beneficio adicional para las plantas y flores. Es posible fertilizar por medio de este sistema de riego.

Es ideal que el riego por aspersión sea realizado por un sistema subarbóreo con aspersores de ángulo bajo, no más de 9 °C, que no afecte el follaje o los frutos, especialmente para evitar el lavado de los fungicidas aplicados (Fig. 17).

Es posible considerar que si la plantación se diseña con este tipo de riego, parte de la movilización de la tubería se podría hacer con un tractor pequeño, para

esto se colocan ruedas bajo cada acople de la tubería de aluminio. También se puede hacer lo mismo con tubería de polietileno flexible, pero su vida útil y su valor de rescate podría ser menor.

Una desventaja importante asociada con los sistemas de aspersión es el costo del control de malezas, las que continúan siendo un problema, aun en la época seca.

## 3. Riego por microaspersión

Este sistema tiene las ventajas de los dos anteriores, pero su costo es el más alto. Una desventaja adicional es que las cabezas plásticas de los microaspersores tienden a quebrarse con facilidad por daños mecánicos. Sin embargo, en cuanto a la aplicación del agua, es el sistema de riego por excelencia para la papaya (Foto 39).

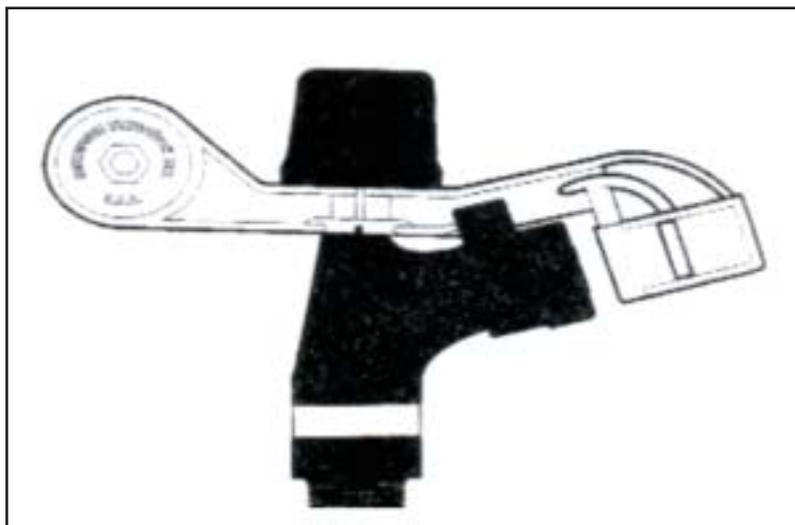


Fig. 17 Aspersor de bajo impacto (Foto Naam Irrigation Israel).



Foto 39 Microaspersor (Foto Netafim Irrigation Israel).



Foto 40 Tubo de riego por goteo.

## VI DEFICIENCIAS DE NUTRIMENTOS Y PLAGAS

Los desbalances nutricionales están entre los factores más limitantes de los rendimientos. Estos desbalances se dan por los tipos de suelo, su pH, las fuentes de fertilización, las prácticas de riego y la calidad de la preparación del suelo.

### A. Deficiencias nutricionales

**1. Deficiencia de nitrógeno.** Se manifiesta por un cambio de coloración de verde intenso a amarillo pálido, que se detecta primeramente en las hojas viejas. Progresivamente, todo el follaje se vuelve amarillo. Con esta deficiencia las hojas son más chicas y menos lobuladas de lo normal y el crecimiento de la planta en general se ve bastante afectado.

El programa mensual de fertilización debe incluir cantidades mensuales de nitrógeno, como una formulación 15-3-25, controlando que se aplique menos fertilizante durante la época seca y que no haya grandes concentraciones en la época de excesiva humedad.

**2. Deficiencia de fósforo.** Los primeros síntomas aparecen en las hojas viejas, las cuales muestran un moteado amarillo a lo largo de los bordes. Con deficiencia progresiva; las áreas moteadas se vuelven necróticas y las puntas y bordes se enrollan hacia arriba. Finalmente las hojas se amarillan completamente y caen. Las hojas jóvenes son pequeñas y de color verde intenso. Se reduce marcadamente el crecimiento y desarrollo de la planta, lo que provoca que los tallos se vuelvan más delgados y entrenudos cortos. Debido a la poca movilidad y al bajo grado de solubilidad del fósforo, se recomienda aplicar dentro del hoyo unos 6900 gramos de  $P_2O_5$  en el momento de la siembra, esa cantidad será suficiente para todas las necesidades de la planta en su ciclo de vida (32 meses).

**3. Deficiencia de potasio.** El ángulo de inserción de las hojas se modifica y queda en una posición oblicua. Las hojas viejas se vuelven de color amarillo verdes con delgados márgenes necróticos en algunos de los lóbulos. Las hojas tienden a secarse de los extremos hacia el centro y presentan una apariencia áspera. Las nuevas presentan un color verde bronceado que podría

deberse a que con la deficiencia de potasio hay acumulación de nitrógeno. El potasio es de vital importancia en la papaya, por lo que la fertilización debe contemplar su suministro constante, tanto en la fórmula completa, como en las aplicaciones extra de Kmag o sulfato de potasio. Es necesario considerar la relación calcio-potasio en suelos alcalinos.

**4. Deficiencia de calcio.** Las hojas presentan un ligero color verde olivo con manchitas amarillas esparcidas en la lámina; además, desarrollan pocos lóbulos. Con deficiencias muy marcadas, las hojas adquieren una coloración completamente amarilla, se caen y quedan solo unas pocas en la porción terminal del tallo. En suelos con pH menor a 6, el carbonato de calcio o hidróxido de calcio pueden resultar beneficiosos, por lo que se debe programar su aplicación en el momento de preparar los suelos, a razón de 2 a 3 toneladas por hectárea.

**5. Deficiencia de magnesio.** Cerca de los bordes de las hojas viejas, aparecen numerosas y pequeñas manchitas necróticas, las cuales con el tiempo se juntan y forma largas áreas; sin embargo, el espacio entre las venas aparece verde. Este elemento ha registrado ser de enorme importancia y normalmente es deficiente en el suelo. Es recomendable que la fórmula completa contenga algo de magnesio como 15-3-25-4,5. Además, se debe suplementar a través de aplicaciones foliares mensuales de quelatos o sulfatos de magnesio o aplicaciones al suelo de Kiserita. En suelos alcalinos hay un antagonismo del magnesio con el calcio (Foto 43, ver en el Apéndice).

**6. Deficiencia de hierro.** Los síntomas aparecen primero en las hojas jóvenes. Estas adquieren un color amarillo pálido; con el tiempo toman un color amarillo intenso y finalmente se vuelven casi blancas. Inmediatamente después de que las hojas de arriba se blanquean, la porción apical del tallo se tuerce hacia abajo y se vuelve necrótica. En suelos con alto contenido de calcio o pH de más de 5, el hierro no es disponible, por lo que es necesario suplementarlo con aplicaciones foliares periódicas de quelato de hierro. En pH menor de 5, el magnesio es antagónico con el hierro y también lo hace indisponible. Por lo tanto, todos los suelos son deficientes en hierro.

**7. Deficiencia de manganeso.** Se manifiesta una clorosis leve de las hojas, acompañada por un moteado en las áreas entre venas. Más tarde estas hojas se vuelven amarillas. En áreas de pH de menos de 5, el manganeso está muy soluble, por lo que se acumula en los tejidos de la planta en niveles tóxicos. En suelos con alto contenido de calcio, el manganeso es deficiente; si es del caso, aplicaciones de quelato de manganeso pueden resolver el problema.

**8. Deficiencia de zinc.** Las hojas presentan una clorosis entre venas, tanto en las hojas nuevas como en las viejas. Una enzima de zinc está presente en la producción de auxinas, por lo que un bajo nivel de estas reduce la elongación del tallo, lo que a su vez resulta en entrenudos cortos y hojas arrolladas al final de los pecíolos (rosetas). Las hojas son más pequeñas y gruesas de lo normal y puede ocurrir una caída de hojas prematura. Los suelos con pH de más de 6 son deficientes, por lo que se recomienda aplicaciones periódicas de quelatos o sulfatos de zinc (Foto 42, ver en el Apéndice).

**9. Deficiencia de boro.** Las hojas crecen poco, los pedúnculos son cortos, de color verde oscuro y la elongación del tallo prácticamente cesa. La sintomatología es parecida a la enfermedad bacteriana conocida como “bunchy top”, pero con la diferencia de que en esta deficiencia sí hay escurrimiento de látex cuando se hacen cortes en el tallo. También se ha reportado como síntoma de boro, la deformación de los frutos y escurrimiento de látex en ellos. Los suelos que tienen altas precipitaciones son deficientes en boro.

El papayo es altamente susceptible a la deficiencia de boro y los síntomas iniciales se muestran en los frutos deformes. El problema se puede corregir con aplicaciones de 20 gramos de bórax a las hojas y al suelo una vez al año o aplicaciones foliares mensuales de solubor (Fotos 43, 44, ver en el Apéndice).

## B. Plagas

### Causadas por hongos:

**En el campo:** Las principales enfermedades causadas por hongos en el papayo durante su período vegetativo en el campo se pueden dividir en aquellas que atacan a las raíces y al tallo, lo que ocasiona la necrosis de tejidos y finalmente la muerte del árbol; las que dañan el tejido foliar y causan pérdida de follaje y capacidad

fotosintética y aquellas que perjudican los frutos antes de la cosecha, lo que causa infecciones y provocan pérdida de los frutos o daños poscosecha.

### Raíces y tallo:

Tizón por fitóftora causado por *Phytophthora palmivora* (Foto 45, ver en el Apéndice).  
 Pudrición de raíz por *Pythium aphanidermatum*.  
 Pudrición de collar ocasionada por *Calonectria crotonariae*.  
 Arrepollamiento del meristemo apical causado por *Fusarium moniliforme*.

Enfermedades de las plántulas en el vivero:  
 Desvanecimiento causado por varios organismos al pudrirse el tallo al ras del suelo.  
*P. aphanidermatum*, *P. ultimum*, *Phytophthora palmivora*, *Rhizoctonia* sp.

### Hojas:

Diversas manchas foliares que dañan los tejidos.  
 Cenicilla polvorienta causada por *Oidium caricae*.  
 Manchas anulares provocadas por el virus.  
 Manchas de *Cercospora* causadas por *Cercospora papayae*.  
 Falsa roya foliar por *Puccioniopsis caricae*.  
 Manchas provocadas por *Ascochyta* sp.

### Frutos:

Mientras la fruta se desarrolla en los árboles, algunos de los siguientes organismos la pueden atacar:  
 Mancha negra causada por *Cercospora papayae*.  
 Pudrición del fruto provocado por *Phytophthora palmivora*.  
 Pudrición por *Alternaria* causada por *Alternaria alternata*.

### Plagas poscosecha:

Una gran parte de los problemas fitopatológicos ocurren después de la cosecha, cuando la fruta va en tránsito a los mercados finales:  
 La antracnosis de la fruta causada por el organismo *Colletotrichum gloeosporioides*.  
 Podredumbre mojada provocada por *Phomopsis* sp.  
 Podredumbre seca causada por *Mycosphaerella* sp.  
 Podredumbre acuosa por cualquiera de los hongos: *Botryodiplodia theobromae*, *Mycosphaerella* sp., *Rhizopus stolonifer*, *Phomopsis* sp.

Las pudriciones del extremo inferior del pedúnculo se relacionan con los siguientes hongos: ***Phoma caricae-papayae***, ***Fusarium solani***, ***Phomopsis*** sp., ***Stemphylium licopersici***, ***Botryodiplodia*** sp., ***Mycosphaerella*** sp. ***P. palmivora***.

Otras pudriciones superficiales de los frutos pueden ser causadas por: ***Alternaria alternata***, ***Cladosporium*** sp., ***Guignardia*** sp., ***Stemphylium*** sp., ***Fusarium solani***.

### Plagas del campo:

**Antracnosis:** Esta enfermedad es culpada mayormente por las pérdidas de la fruta en tránsito o al llegar a la maduración en el lugar de destino. El organismo que la provoca es ***Colletotrichum gloeosporioides***, que ataca principalmente durante las épocas de alta humedad relativa y altas precipitaciones, sobre todo a frutos que han alcanzado su madurez fisiológica.

Los síntomas son manchas de café oscuro, también llamadas manchas chocolate; cuando la lesión es vieja, estas se vuelven hundidas y aparece en su superficie un gran número de esporas de color anaranjado.

**Las pudriciones de la base del tallo y la raíz** se observan en el vivero o en los trasplantes recién hechos; sin embargo, en árboles adultos, el problema es más grave, porque las pudriciones causadas por ***Phytophthora palmivora*** son favorecidas por suelos con drenaje inadecuado, particularmente cuando en un terreno se han realizado repetidas siembras de

papaya. Los síntomas son: amarillamiento del follaje y marchitez posterior. Las raíces se pudren y presentan una consistencia blanda. Cuando el ataque es en la base del tallo, aparecen unas manchas acuosas y el tallo se agrieta y dobla.

El **arrepollamiento** es causado por ***Fusarium moniliforme***, cuya presencia o manifestación está relacionada con estrés causado por la deficiencia de Ca y B. Las esporas están en el aire y penetran por el ápice del árbol. El hongo penetra el sistema vascular, causa la muerte apical o del cogollo y posteriormente la de todo el árbol (Foto 48 ver en el Apéndice).

**La falsa roya** es una enfermedad causada por ***Pucciniopsis caricae***, que también hace su aparición en períodos de alta humedad relativa.

La sintomatología consiste en pequeñas manchas de color café y de forma circular, que se localizan en el envés de las hojas. Causa amarillamientos y caída prematura de las hojas.

**La cenicilla** polvorienta es una enfermedad causada por ***Oidium caricae***, cuyos síntomas son la aparición de un polvillo blanco finísimo en el envés de las hojas. Al pasar el dedo por estas manchas, el polvillo se separa con facilidad y quedan zonas cloróticas. Cuando se producen muchas esporas, la apariencia de las manchas es más polvosa. Posteriormente las hojas atacadas se vuelven de color amarillo, los tejidos empiezan a morir, los limbos se marchitan y finalmente las hojas caen.



Foto 46 Daño por viento.



Foto 47 Daño por rayo.

Manchas foliares de **Ascochyta** sp, que aparecen de forma circular a angular, de color café oscuro a negro, desde el tamaño de una cabeza de alfiler hasta 4 mm de diámetro. En las manchas más grandes se da la apariencia de una tabla de tiro al blanco.

La mancha negra de **Cercospora papayae** o **Corynespora** sp. Es de menor importancia y rara vez se presenta en la fruta. Se pueden encontrar como manchas cloróticas, rodeadas de un halo de color olivo sobre las hojas. La infección causa la caída de las hojas, por lo que el árbol pierde capacidad de fotosíntesis y vigor.

### Otros problemas

En el campo se pueden presentar otros problemas que dañan la plantación, tales como el viento y los rayos, ambos difíciles de controlar o prevenir (Fotos 46 y 47).

### Enfermedades poscosecha

#### Antracnosis

Causada por **Colletrichum gloeosporioides**. Se presenta en el campo, donde en áreas sin control se logra manifestar, tanto con síntomas de manchas chocolate, como negras hundidas sobre la superficie de fruta. En el campo normalmente no se observa de manera abiertamente manifiesta, como en los embarques poscosecha.

Las infecciones microscópicas inician en el campo, en las primeras etapas del desarrollo de la fruta, pero el patógeno permanece latente hasta que la fruta llega a la etapa climatérica. El hongo puede penetrar la superficie de la fruta directamente por medio de una estructura llamada apresorio; durante esta acción, se produce una enzima cutinilítica extracelular, que le permite al patógeno penetrar la fruta verde aun sin heridas. Cuando las frutas infectadas comienzan a madurar, aparecen manchas húmedas y gotas de látex exudadas en la superficie. Conforme la infección aumenta, se forma una lesión circular, hundida con márgenes café claro. El tejido interno del área infectada se mantiene firme con decoloración de gris a blanco, que más tarde se vuelve café. Se forma una capa callosa en las células del parénquima, lo cual permite levantar el área infectada como si fuera un tapón.

Debido a la naturaleza latente de este patógeno, es de suma importancia proteger la fruta desde el inicio, por medio de fungicidas preventivos aplicados cada 7 u 8 días hasta el momento de la cosecha.

La otra manifestación de síntomas llamado **mancha chocolate**, consiste en pequeñas lesiones superficiales café-rojizas, que son el comienzo de la enfermedad; conforme la fruta madura, estas lesiones pueden permanecer superficiales o agrandarse y convertirse en manchas hundidas con márgenes húmedos (Fotos 51 A, B, C, D, ver en el Apéndice).

### Podredumbre seca

La podredumbre seca es causada por **Mycosphaerella** sp., que no puede penetrar enzimáticamente la cutícula, de tal modo que es asociada con daños mecánicos. Los primeros síntomas aparecen como pequeñas arrugas en la superficie de la fruta, más tarde se desarrollan lesiones con márgenes café translúcidas. Se puede formar una capa de tejido duro justamente debajo del sitio de la infección, separando el tejido de parénquima oscurecido de la porción epidérmica de la fruta (Fotos 49 A, B, D, 50 E, F, ver en el Apéndice).

### Podredumbre húmeda

Las lesiones a la fruta causadas por **Phomopsis** sp. ocurren rara vez, pero causan mucho daño. Toda la parte afectada se vuelve suave y translúcida y los picnidios negros se acumulan en el centro de la lesión. La podredumbre húmeda avanza rápidamente desde la superficie hasta la cavidad de la fruta. En este punto se puede levantar todo el tejido infectado del resto de la pulpa. Este hongo está relacionado con la pudrición del pedúnculo (Fotos 49 E, F, 50 G, H, ver en el Apéndice).

### Mancha de la fruta por *Alternaria*

Esta enfermedad se caracteriza por las lesiones negras de circulares a ovales, que se cubren con masas de esporas negras de **Alternaria alternata**. Las lesiones están solo en a la superficie de la fruta y no causan mucha pudrición de los tejidos de parénquima. La refrigeración durante el embarque estimula el crecimiento de la enfermedad y los síntomas rara vez se desarrollan en frutas que no han estado refrigeradas. La fumigación y el tratamiento de agua caliente controlan el problema (Foto 51 A, ver en el Apéndice).

## Mancha de la fruta por *Stemphylium* sp.

Los síntomas tempranos de la infección consisten en lesiones pequeñas y redondas de color café oscuro. Posteriormente se agrandan y desarrollan márgenes de café rojizo a morados. Densas masas de esporas verdeoscuro cubren las lesiones y en el centro de esa lesión se forma un micelio de color de blanco a gris. El patógeno *Stemphylium lycopersici* es primordialmente un patógeno de heridas y normalmente ocurre en fruta dañada por calor o refrigeración (Foto 51 B, ver en el Apéndice).

## Podredumbre por *Fusarium* sp.

Se presenta como pequeñas lesiones secas sobre la superficie de la fruta, que posteriormente se cubren de una masa compacta de micelio. El patógeno identificado como *Fusarium solani* ocurre esporádicamente en poscosecha.

## Mancha de la fruta por *Guignardia* sp.

Las lesiones hundidas de color negro verdusco que ocasionalmente se observan en la superficie de la fruta, son causadas por *Guignardia* sp. Se conoce poco acerca de ese hongo de la papaya. Esta enfermedad se observa con frecuencia en la fruta tratada con agua caliente a 42 °C por 40 minutos, durante el procedimiento para control de mosca de la fruta, pero la incidencia se redujo cuando el tratamiento disminuyó a 30 minutos (Foto 51 D, ver en el Apéndice).

## Pudrición del extremo del pedúnculo

La pudrición del pedúnculo de papaya ocurre cuando los hongos lo invaden después de recortado de la cosecha. Las esporas pueden atacar por medio de grietas entre el pedúnculo y la pulpa de la papaya o a través de heridas que se producen durante la cosecha. La pudrición del extremo del pedúnculo originalmente se le atribuía a *Ascochyta* sp; más tarde a otros géneros, incluyendo *Botryodiplodia* sp. (Foto 50 C, D, ver en el Apéndice), *Phomopsis* sp. y ocasionalmente a *Fusarium* sp., que fueron identificados en tejido enfermo. Ahora se sabe que otros hongos como *Alternaria alternata*, *Stemphylium lycopersici*, *Colletotrichum gloeosporioides* y *Mycosphaerella* sp., también causan pudrición del extremo del

pedúnculo, cuando se inoculan solos o en varias combinaciones. Las pudriciones se detallan a continuación:

## Por *Mycosphaerella* sp.

Se caracteriza inicialmente por una zona translúcida alrededor del pedúnculo. En etapas tempranas, solamente una decoloración café es visible cuando las hifas invaden el tejido vascular. Conforme la invasión avanza, el margen de la lesión permanece translúcido, mientras que el tejido restante se hace negro, arrugado y seco. El micelio blanco se forma en el pedúnculo cuando el estado de infección está avanzado.

## Por *Botryodiplodia theobromae*

Las infecciones se caracterizan por tener un margen de tejido húmedo y por un margen áspero causado por un patrón irregular de picnidios. Se forman bolsas sin parénquima en el área infectada, que más tarde se llenan con micelio. En un corte longitudinal, el tejido vascular infectado tiene una decoloración negro azulada, que se parece a la infección por *Mycosphaerella* sp. En contraste, las infecciones causadas por *Stemphylium lycopersici* se reconocen por una decoloración café rojiza del tejido parénquima; además, los márgenes del tejido enfermo y del saludable son de color rojo brillante a púrpura (Fotos 50 E y F, ver en el Apéndice).

## Por *Phomopsis* sp.

Primero se arruga el tejido, luego se hace translúcido, de color verde pálido a amarillo. Se observa que una banda de tejido húmedo avanza muy rápidamente desde el sitio de la infección hacia la cavidad de la fruta y la porción infectada; frecuentemente puede ser levantada del resto de la fruta. En infecciones avanzadas, los picnidios normalmente se forman en la superficie de la fruta (Fotos 50 G y H, ver en el Apéndice).

## Por *Rhizopus* sp.

Otra enfermedad poscosecha común y seria es causada por *Rhizopus stolonifer*, que en ocasiones es la más destructiva de todos los patógenos poscosecha. El hongo invade a través de heridas; rápidamente pudre la fruta entera y deja intacta solo la cutícula circundante. Cuando el hongo penetra la cutícula, las frutas infectadas se cubren de una masa de micelio gris y áspero que contiene esporangios negros. En contraste con los otros patógenos, *R. stolonifer* es capaz de dispersarse rápidamente a otras frutas en un contenedor. Una caja completa de fruta se puede pudrir en pocos días; sin embargo, con sanidad cuidadosa y evitando heridas, la enfermedad se puede mantener bajo control (Foto 54, ver en el Apéndice).

## Infecciones internas de la fruta causadas por hongos

### Tizne interno

Este término se usa para describir las masas fungosas que llenan la cavidad de la fruta. La enfermedad ocurre esporádicamente, cuando el extremo del capullo floral de la fruta no se sella completamente. Hongos tales como *Cladosporium* sp., *Penicilium* sp. y *Fusarium* sp., pueden entrar por el angosto pasaje que conduce a la cavidad seminal y así destruir la semilla y el tejido circundante. Las frutas infectadas normalmente tienen un pequeño orificio en el punto donde estuvo el capullo, frecuentemente con un halo verde pálido. La fruta con tales síntomas, normalmente se madura desuniformemente, por lo que es rechazada antes de la operación de empaque. El desorden anatómico aparentemente es de origen genético y con una cuidadosa selección de semilla, se puede eliminar el problema. La semilla se debe recoger sólo de árboles que no presenten el problema (Fotos 51 C, 53 y 57, ver en el Apéndice).

### Causadas por bacterias

**Poscosecha:** Las bacterias pueden atacar los frutos y causar pérdidas de fruta. Los organismos responsables son *Erwinia herbicola* y *Enterobacter cloacae* (Fotos 55 A y 56, ver en el Apéndice).

Las infecciones bacteriales causan daños esporádicos en la papaya. No se detectan síntomas externos y las enfermedades se observan cuando la fruta se abre.

**La mancha púrpura** es causada por cepas de la bacteria *Erwinia herbicola*, que produce pigmentos púrpura y se caracteriza por las franjas de ese mismo color en el tejido vascular y en los ductos de látex que circundan la cavidad seminal. El tejido parénquima se hace translúcido y más tarde se pudre, acompañado de un olor y sabor ofensivos.

El amarillamiento interno es causado por una enfermedad bacterial llamada *Enterobacter cloacae*. La pulpa de la fruta infectada es translúcida, con una decoloración que va de un amarillo brillante a un verde limón. Esta bacteria ha sido aislada en la papaya con tanques de tratamiento de agua caliente, en capullos de flor de la fruta y en los intestinos y desechos de la mosca oriental de la fruta *Daucus dorsalis*. Se ha determinado que con las cepas extraídas de esa manera, se han logrado reproducir los síntomas del amarillamiento interno. Debido a que esta enfermedad ocurre solo esporádicamente y con ausencia de síntomas externos, la forma en que la infección ocurre y en que se propaga no es conocida.

### Causadas por virus y rickettsia

Son varias las enfermedades causadas por virus y *Rickettsia*. Se han citado entre estas últimas al “bunchy top” o cogollo arrellado, la cual recientemente ha sido reportada como *Rickettsia Bellii* y es transmitida por el saltahoja *Empoasca papayae*.

Otros rhabdovirus como el del **agobiamiento mortal (PDNY)** y la **necrosis apical (PANV)**, han sido reportados, el primero en la Florida y el otro en Venezuela.

Los síntomas del **agobiamiento mortal** son el agobiamiento y el encurvamiento de las hojas en las porciones superiores de la corona. Los síntomas de la enfermedad son mucho más severos en el invierno que en el verano. Las hojas en el ápice son amarillo-pálidas, no se extienden normalmente y son demasiado curvadas. Los peciolo son más cortos y tiesos que de costumbre. La corona es redonda y tiene una apariencia arrellada con los entrenudos muy cortos.

Las flores en plantas con pistilo abortan y no se cuaja la fruta. El látex fluye con facilidad después de una herida en plantas infectadas con PDNV, al contrario de aquellas infectadas con *Rickettsia* de cogollo arrellado. Las hojas producidas durante el invierno pronto empiezan a caer hasta que todas (excepto una o tres diminutas cerca de la punta del árbol) se caen. Seguidamente la punta del tallo se necrosa y la planta eventualmente muere.

Los primeros síntomas de la necrosis apical son el amarillamiento de la planta afectada, seguido de un marchitamiento y el deterioro de las hojas más jóvenes. Las porciones de la planta se necrosan y usualmente mueren. Estos virus no se transmiten mecánicamente y no se conoce ningún vector.

### El virus de la mancha anular del papayo (PRV)

El virus de la mancha anular es la enfermedad más severa del papayo y frecuentemente es el factor más limitante en la producción de esta fruta a nivel mundial. Anteriormente se denominó “mosaico del papayo” o “virus del mosaico del papayo”.

### Síntomas

Los síntomas tempranos aparecen en forma de hojas desmayadas en la corona del árbol. Estos síntomas incluyen el encrespamiento hacia arriba de los márgenes de la hoja, con un moteado clorótico y ampollas en la superficie de las hojas. Un síntoma severo es la aparición de hojas en forma de cordones de zapato, donde las láminas se encogen a no más del ancho de las venas. Pueden presentarse manchas mojadas translúcidas o aceitosas sobre los peciolo de las hojas y en las partes nuevas y verdes del tallo. Lesiones cloróticas, que van de bronceado a amarillo, pueden estar presentes a lo largo de las venas de aloja y sobre el tallo.

Los síntomas iniciales en la fruta incluyen manchas circulares ligeramente levantadas en la superficie de la fruta. Las manchas inicialmente son de 1 mm de diámetro con anillos externos de color verde oscuro y los centros bronceados. En etapas más avanzadas, estas se convierten en manchas anulares de 4-8 mm de diámetro. Las frutas que se forman después de que la planta se ha infectado, usualmente tienen manchas anulares y pueden estar deformes. Las frutas que se

están madurando en la planta en el momento de la infección, pueden no mostrar síntomas. Los mismos pueden ser más severos durante los meses fríos del invierno y se suprimen durante el clima más caliente. Las aplicaciones de fertilizantes que mejoran el color verde de las plantas no curan el virus.

### Transmisión

El virus es transmitido por áfidos, principalmente el áfido verde del melocotón *Myzus persicae*. Estos se encuentran más abundantemente en huéspedes alternos del virus que en el mismo papayo, el cual normalmente no es una planta huésped de áfidos. Otros que transmiten el virus en Hawai son el áfido del melón, el de la hoja del maíz y el de la habichuela. El virus lo lleva el áfido en las partes bucales que pinchan y chupan después que es alimentado en una planta enferma. Los áfidos normalmente se trasladan a un papayal como resultado de una presión de la población y según la dirección del viento. La enfermedad se esparce rápidamente si hay una fuente de plantas infectadas cerca del papayal.

El virus puede ser diseminado por medios mecánicos, tales como herramientas contaminadas con la savia de árboles infectados, aunque este no es un medio importante de transmisión. Las herramientas se pueden desinfectar sumergiéndolas en leche descremada o en una solución de cloro de una parte de cloro y nueve de agua.

Hay tres hechos claves acerca de la transmisión por áfidos que afectan la forma como el virus se esparce y se controla.

1. *Los áfidos no prefieren alimentarse del papayo.* Una vez que ingresan al papayal se alimentan de muchas plantas de papaya en corto tiempo, mientras encuentran un huésped aceptable. Con alimentarse por tan solo unos segundos, un áfido puede recoger un virus o infectar una planta. Esto significa que la enfermedad puede diseminarse rápidamente una vez que los áfidos infectados ingresan a un papayal.

**2. El virus tiene una vida corta dentro del áfido (no persistencia).** Después de que el áfido ha recogido el virus de una planta infectada, puede transmitirlo solamente por un corto tiempo (de 1/2 a 1 hora). Debido a que los áfidos vuelan poco, es de esperar que tan solo se muevan en una corta distancia dentro de ese tiempo. Esto significa que si el área alrededor de un papaya se mantiene limpio de plantas huéspedes alternas y de árboles de papaya infectados, el papaya se mantendrá libre del virus.

**3. Los áfidos son lentos y no agresivos en sus vuelos, pero pueden ser dispersados a distancias considerables por el viento.** Esto significa que la sanidad en la vecindad inmediata de un papaya no garantiza protección del virus si los áfidos pueden ser transportados por el viento de áreas cercanas. Los programas de cuarentenas y sanidad para proteger una región entera son la mejor defensa.

### Control

Actualmente no hay cura para el virus. El único control es la prevención por medio de una identificación temprana y de la eliminación de árboles infectados en y cerca del papaya.

Los árboles con sospecha de infección deben ser identificados y, de ser positivos, deben ser destruidos de inmediato.

Es imperativo que no se siembren o transporten plantas de cucurbitáceas cerca o dentro de un papaya.

No se deben cultivar plantas huéspedes alternas cerca de un papaya.

Los semilleros se deben hacer lo más cerca al sitio de siembra.

Las semillas no transportan el virus.

La siembra directa es el método recomendado para minimizar el riesgo de infección por el virus.

### Otras recomendaciones preventivas

1. Haga inspecciones periódicas del papaya y elimine las plantas que aparezcan con los primeros síntomas.
2. Mantenga el cultivo libre de malezas y limpie el área alrededor del papaya.
3. Evite la presencia de cualquier especie silvestre o cultivada de cucurbitáceas en torno a los sembradíos de papaya, debido a que varias de ellas son hospederas del mismo virus.
4. Dé a las plantaciones todos los cuidados técnicos recomendados, a fin de tener buenos rendimientos en períodos cortos de cosecha.
5. Destruya plantaciones viejas enfermas y plantas aisladas de las cercanías cuando vaya a establecer una plantación de papaya.
6. Trasplante en época de menor incidencia de ácaros.
7. Coloque barreras repelentes o atrayentes de los áfidos.
8. Realice control biológico de áfidos.
9. Siembre los nuevos tipos de papaya transgénicos Sunup y Rainbow.

### Papaya transgénica resistente al virus de la mancha anular

En 1987 los investigadores de las Universidades de Hawai y de Cornell en Nueva York empezaron a desarrollar una papaya transgénica con resistencia al virus. Utilizaron técnicas de ingeniería genética para insertar parte del virus en el núcleo de una célula de papaya.

El Dr. Dennis Gonçalves de la Universidad de Cornell inició las bases para una iniciativa tendiente a desarrollar un cultivar de papaya Hawaiana resistente al virus de la mancha anular, que antes de 1997 amenazaba con destruir la industria de la papaya desde que fue descubierta en 1940. El Dr. Gonçalves aisló y purificó el virus, a la vez que desarrolló su forma debilitada. El virus produce solo síntomas menores de la enfermedad en la papaya.

En los ensayos iniciales se utilizó el mutante debilitado inoculado en árboles de papaya y dio resultados marginalmente exitosos, al demostrarse que las plantas inoculadas presentaban resistencia a las formas más severas del virus, pero con el sacrificio de rendimientos más bajos.

El Dr. Gonçalves continuó su trabajo enfocando su atención en un gen que extrajo del virus. Se desarrolló la teoría de que si el gen que controla la capa proteínica que envuelve al virus pudiera ser introducido al código genético de la papaya, su presencia podría interrumpir la capacidad para reproducirse dentro de los tejidos de la papaya.

El trabajo de demostrar la teoría recayó en Maureen Fitch de la Universidad de Hawai, quien utilizando plantas de papaya desarrolladas por técnicas de cultivo de tejido a partir de células, y con la ayuda de una “pistola para disparar genes” desarrollada por el Dr. John Stanford de la Universidad de Cornell, logró introducir el gen al código genético de las plantas del cultivar Sunset de pulpa roja. Las plantas con el nuevo

gen se nombraron Sunup y un cruce de esta con Kapoho de pulpa amarilla dio origen a Rainbow.

## B. Plagas

### 1. Insectos

Entre las más importantes plagas insectiles están los áfidos, por su relación con la transmisión de virus, los ácaros por su devastador daño a las hojas y la deformación de los frutos y las moscas por su relación con plagas epidémicas, que afectan a muchos cultivos frutales, por lo que los procesos de desinfestación son complicados. Sin embargo, estas últimas podrían infectar frutos solamente cuando la fruta alcanza un cambio de color de un 25 %. Debido a esto, la prevención implica una programación adecuada de la cosecha.

**Cuadro 8**  
**PRINCIPALES PLAGAS DE INSECTOS DEL PAPAYO C. PAPAYA**

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DAÑO	CLASIFICACIÓN
Áfido del melocotonero	<i>Myzus persicae</i>	Hojas	1
	<i>Aphis spiraecola</i>		3
Áfido del algodón	<i>Aphis gossypii</i>		2
	<i>Aphis nerii</i>		2
Áfido de la habichuela	<i>Aphis craccivora</i>		3
Áfido de la raíz	<i>Aphis middletonii</i>		3
Áfido de la lechuga	<i>Hyperomyzus lactucae</i>		3
Áfido de la papa	<i>Macrosiphum euphorbiae</i>		2
Áfido del lirio	<i>Neomyzus circumflexus</i>		3
Áfido del maíz	<i>Rhopalosiphum maidis</i>		3
Thrips de la cebolla	<i>Thrips tabaci</i>	Hojas	
Mosca blanca	<i>Trialeurodes variabilis</i> (Quaint)	Hojas y fruto	1
M. blanca de invernadero	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>		1
Saltahojas de Stevens	<i>Empoasca stevenci</i> Young	Hojas	1
Saltahojas de la papaya	<i>Empoasca papayae</i> Oman	Hojas	1
Chinche verde hedionda	<i>Nezara viridula</i>	Hoja y fruto	2
Escamas	<i>Dysmicoccus</i> sp.	Hojas y fruto	1
Escama del cocotero	<i>Aspidiotus destructor</i>		2
Escama suave larga café	<i>Coccus elongatus</i>		3
Escama suave café	<i>Coccus hesperidum</i>		3
Escama minadora	<i>Howardia biclavis</i>		2
Cochinilla harinosa	<i>Planococcus</i> sp.	Frutos	
Cochinilla negra	<i>Pseudococcus obscurus</i>		
Mosca del Mediterráneo	<i>Ceratitis capitata</i>	Fruto	3
Mosca del melón	<i>Dacus cucurbitae</i>	Fruto	2
Mosca oriental de la fruta	<i>Dacus dorsalis</i>	Fruto	2
Mosca oriental	<i>Chrysomia megacephala</i>	Fruto	3
Mosca soldado azul	<i>Neoexaireta spinigera</i>	Fruto	3
Mosca sirfide verde	<i>Volucella obesa</i>	Fruto	3
Mosca de la papaya	<i>Toxotripa curvicauda</i>	Fruto	1
Gusano cortador negro	<i>Agrotis ipsilon</i>	Trasplantes	2
Heliothis zea	Gusano del elote		3
Gusano cachón	<i>Erynnis ello</i>	Hojas	3
Picudos de la papaya	<i>Exilis lepidus</i>	Raíces y tallo	3
	<i>Rhabdoscelus obscurus</i>		3
Perforador del cogollo	<i>Homalopalpia datera</i> Dyar	Tallo y frutos	3

## 2. MOLUSCOS

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DAÑO	CLASIFICACIÓN
Caracoles	Mollusca Gasterópoda	Tallo y frutos	2

**Clasificación**    1= Plaga mayor                      2= Plaga menor                      3= Plaga ocasional

### 3. Insectos Chupadores

Los **áfidos** causan daño a las plantas recién trasplantadas o jóvenes y están relacionados con la transmisión del virus de la mancha anular, especialmente el *M. Persicae* (Fig. 18), el cual, a diferencia de otros, no habita en las plantas de papaya, pero ocasionalmente se alimenta de plantas huésped o malezas alrededor de los papayales, donde recoge el virus y en momentos de visita ocasional al campo de papaya lo transmite.

Grandes poblaciones con este tipo de áfido, el cual genera poblaciones partecarpicamente y vivíparamente, desarrolla proporciones epidémicas.

Los **thrips** causan una seria distorsión del follaje de las plantas jóvenes. Los **saltahojas** están relacionados con la transmisión de *bacterium* tipo *rikettsia*.

También en Hawai producen una reacción fitotóxica llamada “quema de saltahojas”, la cual consiste en una quema de las puntas de las hojas, arrugamiento y enrollamiento de éstas, quema de sus bordes y el agobiamiento de las plantas jóvenes.

Las hojas muy infestadas se caen prematuramente a consecuencia de la parasitación de miembros de todas las edades de **los saltahojas**. La **cochinilla harinosa** causa daño al succionar la savia de las plantas. Ataca al follaje y frutos, lo que provoca clorosis, enrollamiento de los bordes foliares. En los frutos causa escurrimiento de látex y mala apariencia.

La presencia de miles, producto de su alimentación, invita a la proliferación de hongos que causan la fumagina, la que a su vez da una mala apariencia a los frutos. Las **moscas blancas** son causa de un gran problema por la fumagina, que se genera por sus

secreciones. Esto provoca pérdida de hojas y contaminación de los frutos.

### 4. Moscas

Las **moscas** de la fruta de la familia *Tephritidae* causan daño cuando depositan sus huevecillos en la fruta. Posteriormente, las larvas se alimentan dentro y provocan mayor daño.

Este también es el caso de la mosca de la papaya o *Toxotripa curvicauda*: esta plaga es particularmente importante porque es causa importante de la pérdida de producción.

La hembra de ese insecto mide 12 mm de largo, su ovipositor es curvado y más largo que el cuerpo, el cual presenta colores café y amarillo marcado con negro.

La cabeza es tan ancha como el tórax, los ojos son prominentes y separados, el tórax es convexo, el abdomen pedunculado con seis segmentos definidos de los cuales, el segundo es el más largo, las patas son delgadas y largas, las alas algo angostas redondeadas en el vértice.

Los huevos son alargados y delgados, fusiformes con un extremo más amplio, miden de 2,5 a 3,0 mm de largo y su superficie es lisa y sin reticulaciones. La hembra los deposita en números de 10 o más.

La infestabilidad de la fruta puede ser limitada por la profundidad de la pulpa; oviposiciones frescas en frutos verdes se ven exteriormente como montículos de savia endurecida sobre la superficie del fruto.

En algunas ocasiones hay evidencia de oviposición infructuosa, el grosor de la pulpa de la fruta puede prevenir satisfactoriamente la oviposición en la cavidad de las semillas.

Cuando las larvas completan su desarrollo, adquieren un color blanquecino amarillento y es moderadamente gruesa con el extremo oral más agudo y ápodas.

Se alimentan primero de la masa central de la semilla, pero al madurar la pulpa, pasan a esta; en ocasiones se encuentran larvas bajo la superficie del suelo; después de 20 a 30 días las moscas emergen o para aparearse y localizar frutas en las que poner huevos.

En una plantación con frutas de diferentes estados de desarrollo, una población abundante de moscas se encuentra presente con frecuencia infestando frutos tiernos.

La población natural de moscas prefiere hacerlo en la mañana, de las 6 a las 9 horas y en la tarde de las 15 a las 18 horas. El insecto hembra inicia el daño cuando los frutos se encuentran bastante tiernos, pues observan muchos deslechamientos.

Un gran porcentaje de frutos pequeños lesionados logra crecer y llegar a su madurez fisiológica normal, presentan en algunos casos ensanchamiento celular, la misma parte del endocarpio es dura y no presenta las características organolépticas aceptadas.

En frutos que han alcanzado su madurez fisiológica es casi nula la oviposición de la mosca y es frecuente observar poblaciones naturales de la mosca en árboles de *Guazuma ulmifolia* y *Carica cauliflora*.

El daño a la fruta se produce cuando la mosca introduce su largo y curvado oviscapto, después de que cuidadosamente ha reconocido el fruto. Inmediatamente después, se observa emanación de finas botas de látex en el lugar donde se realizó la oviposición.

En ocasiones es común ver la mosca inmóvil, aprisionada de su oviscapto por el látex, que al entrar en contacto con el aire se secó y aprisionó al ovipositor.

El fruto puede sufrir de 10 a 20 lesiones, entonces la emanación de látex continúa; estos se chorrean y al secarse el látex por el contacto con el aire, se torna de color negro, lo que da una mala apariencia a los frutos.

El grupo de huevecillos son depositados directamente en la cavidad de las semillas inmaduras, luego las larvas se alimentan de áreas de embriones de semillas, las larvas maduras hacen túneles cerca del exterior de la fruta.

En esta etapa, los frutos caen solos o las larvas salen al exterior para empapar el suelo.

Los tipos criollos de papaya presentan un endocarpio más grueso que el de la variedad hawaiana.

La mosca no infecta la fruta si no puede penetrar la pulpa para poner los huevos en la cavidad de la semilla.

En los puntos de la fruta donde sucedió la oviposición y existe desarrollo de larvas en la parte interna, externamente se evidencian al transcurrir los días, manchas amarillentas leves, dando apariencia de madurez localizada, donde más tarde aparecen patógenos fungosos como *Diplodia* sp, *Fusarium* sp. y bacterias.

***Los insecticidas se deben aplicar en las primeras horas de la mañana o en las últimas de la tarde.***

Los frutos infestados de la planta maduran prematuramente, los frutos más pequeños son más susceptibles de oviposición efectiva; se recomienda eliminar de la planta los frutos dañados, y los que se encuentran tirados en el suelo, enterrarlos fuera de la plantación a 80 cm de profundidad y desinfectar con insecticida.

Las larvas abandonan la fruta cuando se encuentran todavía en el árbol y se transforman en pupas dentro del suelo; se recomienda aplicar directamente al suelo alrededor del tallo un insecticida como la rotenona y grandes cantidades de bokashi; se deben efectuar remociones de hojas secas y cloróticas o realizar aplicaciones de microorganismos efectivos para acelerar su fermentación e incorporación al suelo.

### 5. Lepidópteros (gusanos)

El gusano cachón ataca en la época lluviosa, especialmente si hay sembradíos de yuca cerca.

Es gusano de gran tamaño y por lo tanto un gran devorador del follaje.

El gusano perforador del cogollo forma una red debajo de la cual se alimenta hasta llegar al cogollo o a la fruta en desarrollo.

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

La presencia de este insecto puede reconocerse, porque al remover un fruto, se nota en la parte que está en contacto con otro fruto o con un tallo, una trama de hilos finos mezclados con una especie de arena dentro de la cual hay siempre un gusano gris pardo o verde oscuro muy inquieto.

Las plantas en crecimiento con vigor pueden rebasar el daño que el insecto hace en el tronco al labrar sus galerías, pero en los períodos en que el crecimiento se estaciona por efectos del clima u otra cosa, las galerías penetran al interior del tallo y el daño puede ser tan serio como para detener el crecimiento del cogollo de la planta, el agua y los agentes que penetran hasta el interior pueden hacer morir la planta.

### 6. Ácaros

Los ácaros se encuentran entre las plagas más importantes. El follaje infestado se vuelve amarillo pálido, se reduce su tamaño, se distorsionan las hojas, se vuelven arrugadas y con textura de cuero.

El daño producido por los ácaros en los frutos puede tener características que indicarían otro agente causante.

Sin embargo, se ha llegado a establecer una combinación de daño por ácaros y por los hongos de la antracnosis.

Esta combinación produce un daño en la cáscara semejante al efecto de fitotoxicidad por agentes químicos.

El control de los ácaros debe ser integral basado en identificación, monitoreo, aplicaciones de productos químicos, azufres y permitiendo cierto control biológico por parte de miembros del orden *Collembola*.

Los ácaros relacionados con la papaya registran gran importancia comercial.

Su presencia puede fácilmente pasar inadvertida debido a su diminuto tamaño de aproximadamente 3 mm de largo, hasta que la abundancia de ellos y el daño que han ocasionado se hace patente.

Es conveniente identificarlos para ejecutar un buen control.

Todas las especies mencionadas colonizan diversas partes de la planta y en el proceso de obtención de su alimento causan caída de hojas, pérdida de vigor del árbol y defectos externos a la fruta que reducen su posibilidad de comercialización.

Los ácaros perforan el tejido de la planta con sus partes bucales en forma de agujas y se alimentan en los líquidos de los tejidos.

Algunos de ellos se multiplican abundantemente durante todo el año y pueden causar grandes daños en poco tiempo.

## Cuadro 9 ÁCAROS QUE ATACAN AL PAPAYO C. PAPAYA

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO	DAÑO	CLASIFICACIÓN
Tarsonémidos Ácaro blanco	<i>Hemitarsonemus latus</i>	Envés de hojas nuevas	1
Falsos ácaros araña Ácaros rojos y negros	<i>Brevipalpus phoenicis</i>	Fruta	1
Ácaros araña Ácaro araña de Carmen (Araña roja)	<i>Tetranychus cinnabarinus</i>	Envés de hojas maduras	1
Ácaro rojo de los cítricos	<i>Panonychus citri</i>	Parte superior de hojas maduras	2
Ácaro del cítrico de Texas	<i>Eutetranychus banksi</i>	Parte superior de hojas maduras	2
Ácaros tuquerélidos Tuquerélido de diez colas Tuquerélido de doce colas	<i>Tuckerella ornata</i> <i>Tuckerella pavoniformis</i>	Tallos de plantas viejas Idem	2

**Clasificación**    1= Plaga mayor                      2= Plaga menor                      3= Plaga ocasional

Tres especies se alimentan de las hojas maduras.

El del **cítrico de Texas** y el **rojo del cítrico**, en la parte superior de las hojas y el de **Carmen** en la parte inferior. Las marcas o punzadas hechas mientras se alimentan se parecen a pecas y son visibles en la superficie superior de las hojas infestadas, en el caso de infestaciones mayores la superficie de la

hoja se ve blanqueada debido a la cantidad de punzadas. Las hojas se ven llenas de telaraña cuando la infestación es por el **ácaro de Carmen**, mientras que si los que están presentes son los otros dos no hay gran cantidad de telaraña. En todo momento en una hoja infestada se encuentran todas las etapas: huevos, larvas de seis patas, protoninfas de ocho patas, deutoninfas y adultos. Solamente los machos salen de huevos depositados por hembras no fertilizadas por machos e individuos de ambos sexos salen de huevos depositados por hembras fertilizadas

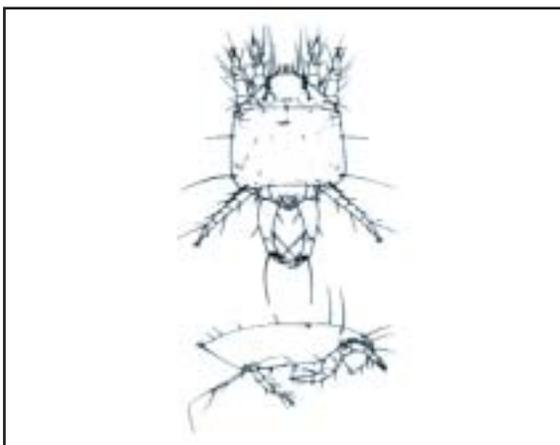


Fig. 19 *Hemitarsonemus latus*. El ácaro blanco.  
Arriba: Una hembra. Abajo: Un macho (Foto Ebelling, 1959).

por machos. Los adultos miden 0,5 mm de largo. La hembra tiene una forma llena, ovalada en forma de bolsa y el macho un cuerpo cónico.

En etapas inmaduras tienen la forma de los adultos pero más pequeños y son de color más claro. Además de ocupar diferentes partes de las hojas, estos ácaros son diferentes en su apariencia.

El ciclo de vida de los ácaros es muy influenciado por la temperatura. A un promedio de 30 °C se completa una generación de 7 a 10 días, pero en condiciones más frías se requiere de 20 días o más. El **ácaro de Carmen** es una plaga más seria en papaya que las otras dos. Aparece en todas las áreas productoras de papaya y se reproduce todo el año en toda clase de plantas además de papaya. El **ácaro rojo del cítrico** y el del **cítrico de Texas** tienen una distribución

más limitada y menor rango de huéspedes y solamente en forma esporádica se presentan problemas.

El **ácaro blanco** es muy dañino a las plántulas de vivero. Se alimenta en la parte inferior de las hojas tiernas y hace que se vuelvan agobiadas y deformes. Esta especie es difícil de ver. En infestaciones grandes los cogollos abortan. Los adultos son ovalados, miden menos de 0,1 mm y tiene un color de paja. Diferente a otros ácaros de la familia Tarsonemidae, los machos de esta especie son muy comunes y frecuentemente se les ve cargando en sus espaldas a las pseudopupas hembras blancas. A una temperatura promedio de 27 °C, el ciclo de vida incluyendo huevos, larvas, pseudopupas y adultos se completa de cuatro a cinco días. El apareamiento se realiza inmediatamente después de que las hembras eclosionan. Cada hembra pone de 18 a 24 huevos durante su corto ciclo de vida de dos semanas. El huevo es ovalado, plano y translúcido y tiene varias manchas blancas levantadas en la superficie superior, lo que le da una apariencia de pecas. El ácaro blanco es más abundante en los meses fríos.

El **ácaro rojo y negro** es una de las mayores plagas de papaya porque causan cicatrices a la fruta lo que reduce enormemente el valor comercial de la fruta. Las hembras miden 0,2 mm de largo, planas y ovaladas. El color del cuerpo va de rojo, rojo con patrones negros hasta negro. Los machos son rojos, aplanados en forma de cuña y poco abundantes. La reproducción es sin fertilización. Cada hembra en su ciclo de vida pone de 50 a 70 huevos anaranjados de forma elíptica cada mes. El ciclo de vida que incluye huevos, larvas de seis patas, protoninfas de ocho patas, deutoninfas y adultos es de 3 semanas durante el verano y de 4 a 5 semanas durante el invierno. Todas las etapas se encuentran durante todas las estaciones en el tallo, normalmente en el punto más bajo donde los peciolos de las hojas se pegan al tallo. Conforme aumenta la población los ácaros gradualmente se alimentan hacia arriba del tallo y hacia los peciolos y frutas, dejando un área grande claramente dañada detrás de ellos. El área afectada se hunde ligeramente y tiene una apariencia bronceada y corchosa.

Aparecen a partir de marzo y aumentan rápidamente para alcanzar su nivel más alto en el mes de julio, después bajan y vuelven a subir un poco en septiembre, posteriormente se abaten y aparecen en diciembre. En la época seca los ácaros se han localizado en un 82 % de las plantas revisadas. Se recomienda no aplicar insecticidas si no se

observan daños, ya que existe una catarina del género **Stethorus** sp. que se alimenta de huevecillos.

Los individuos jóvenes y adultos de este benéfico coleóptero ejercen en ocasiones un excelente control.

Los tuquerélidos son de importancia menor como plagas de la papaya. Se alimentan del tallo de plantas viejas, usualmente a un nivel ocupado por los **ácaros rojo y negro**. Los síntomas del daño causado por su alimentación son similares al causado por el ácaro rojo y negro. Los ácaros tuquerélidos son muy ornamentados miden 0,4 mm de largo, tiene forma ovalada, aplanados y de color rojo brillante. El cuerpo tiene 44 pelos en forma de abanico en la parte superior y de 10 a 12 pelos flagelados en la parte posterior que miden lo mismo que el cuerpo. Estos flagelos se levantan hacia arriba y hacia a bajo al unísono cuando son perturbados. El ciclo que incluye huevos, larvas de seis patas, protoninfas de ocho patas, deutoninfas, tritoninfas y adultos es de más de 45 días. Los huevos planos, con escamas de color rojo que tienen unos bordes paralelos en la superficie dorsal son depositados en rendijas del tallo y eclosionan en 14 a 18 días y a 30 °C. Las etapas inmaduras son similares en forma a las hembras, excepto que son más pequeñas y de color rojo claro. Los machos no están presentes. Debido a que las hembras ponen solo pocos huevos y a lo largo del ciclo de vida deben pasar varios meses antes de que se note su abundancia.

### 7. Caracoles

La presencia de caracoles en áreas húmedas de Centroamérica ha ameritado el uso de moluscicidas a base de formaldehído. El daño aunque menor consiste en que las poblaciones de caracoles sin control suben por el tallo del árbol hasta donde está la fruta y se adhieren a la cáscara. La presencia sobre la fruta y la acción de alimentación sobre ella causa manchas y daño a la cáscara (Foto 58, ver en el Apéndice).

### 8. Nematodos

Se ha identificado a **Meloydogine incognita** como la causa de los problemas relacionados con nematodos en suelos húmedos y arenosos. Los síntomas son amarillamiento y marchitamiento progresivo de la planta hasta la muerte. Las raíces presentan agallas o nudos como rosarios. Hay destrucción de raíces finas. También se ha identificado a los nematodos **Pratylenchus** sp y **Rotylenchulus reniformis** como enemigos de las raíces de la papaya.

## VII. EQUIPO Y MAQUINARIA

Es importante considerar que una plantación de más de 10 hectáreas debe contar con el suficiente equipo para las labores de preparación de suelos, pero principalmente para las operaciones de aplicación de agroquímicos y acarreo de la cosecha.

Cuando se planifica una plantación a la hora de decidir sobre el arreglo topológico se tiene que tener en cuenta el tipo de maquinaria y equipo que se va a usar. Pues ya la maquinaria existe y el diseño de siembra se puede adecuar. Así pues, la longitud de la plantación determinará el tipo y el tamaño del equipo. El acarreo de la fruta también será una consideración importante para saber el equipo a adquirir.

### Equipo para la aplicación de plaguicidas

El equipo más importante e imprescindible es el de aplicación de plaguicidas. Las diferentes opciones están entre los equipos nebulizadores y los equipos que utilizan pistolas.

También existe la opción de la aplicación aérea con helicóptero.

En resumen, las aplicaciones se deben hacer con maquinaria para que sean efectivas y se exponga el menor número de personas a los agroquímicos.

### Nebulizadoras

Hay de muchas formas y tamaños, para una plantación de más de 50 hectáreas probablemente un equipo adecuado debe consistir de una nebulizadora acoplada a un tractor de no menos de 80 HP disponibles en la toma de fuerza.

Esto significa que si efectivamente se van a utilizar tractores para la fumigación las entrecalles deben de ser de no menos de 3,5 m de ancho (Foto 59). Existen tractores de trocha angosta que se ajustan mejor a las condiciones de huerto. En la escogencia de una nebulizadora se debe tener en cuenta el hecho de que en algunos casos la altura de los frutos puede estar hasta a 7 m de alto. En este último caso se debe utilizar pulverizadores hidráulicos con pistolas de largo alcance para lograr dirigir los chorros hasta las flores y frutos donde estén, especialmente en el control de antracnosis y ácaros.

Con relación a la aplicación de fertilizantes foliares que son absorbidos por el follaje, es posible continuar utilizando nebulizadoras, sin embargo, una aplicación

aérea sería más efectiva. Otro factor a considerar en cuanto a aplicación de fungicidas e insecticidas que tiene que ver con la altura de los árboles es la densidad de siembra. Una baja densidad podría prevenir la competencia por luz y los árboles no crecerían tan altos.



Foto 59 Nebulizadora

Para lograr una máxima eficiencia de las aplicaciones y utilizar el tiempo disponible para hacerlas, ya que es conveniente aplicar agroquímicos durante las horas frescas del día y cuando no llueve, el abastecimiento de agua se debe hacer con tanques sobre ruedas halados por tractores y provistos de bomba para la transferencia del agua o soluciones.

Es conveniente que en puntos estratégicos de la finca existan fuentes de agua que reduzcan los tiempos de preparación de mezclas y haya mayor eficiencia, la cual se tornaría en menos unidades operando.

**Equipo electrostático de fumigación**

Las nebulizadoras electrostáticas asistidas por aire producen gotas diminutas de atomización eléctricamente cargadas que son llevadas hasta el follaje de las plantas por medio de una corriente de aire a alta velocidad. El resultado es una deposición de la solución más de dos veces que la de un equipo hidráulico de atomización. Los beneficios son la optimización en el control de plagas y enfermedades junto con una reducción significativa en los costos de aplicación (Fig. 20).

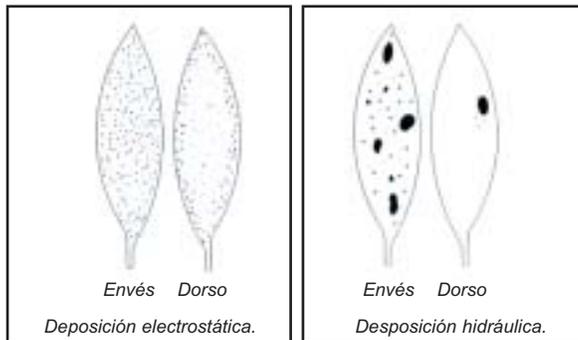


Fig. 20 (Fotos Electrostatic Spraying Equipment).

**Equipo de preparación de suelos**

**Cortadoras rotativas**

El control de malezas fuera de la plantación debe ser tarea constante para evitar las malezas huéspedes de los áfidos y saltahojas. Esto se puede realizar con cortadoras acopladas al tractor.



Foto 60 Máquina para hacer lomillos, colocar el plástico y la tubería de goteo.

Los implementos de preparación de lomillos, aporca y cultivación son sencillos y de bajo costo, en el caso de usar un sistema de rotación de tierras en vez de fumigación. Ya que el equipo para esto último si tiene un costo importante.

Es necesario contar con un subsolador, una rastra rompedora, una rastra de disco afinadora y un alomillador con o sin aplicador de fumigante (Fotos 60 y 61).

**Máquinas para cosecha**

Aunque la cosecha en la mayor parte de las plantaciones es totalmente manual, existen máquinas que elevan una plataforma hidráulicamente a la altura que se requiera para realizar la cosecha. Estas máquinas las opera un hombre que va llenando una bolsa de vinil, la cual posteriormente se traslada a un cajón. Esta una vez llena se carga en carretas haladas por tractor, para su entrega a la empacadora. Este sistema es práctico en grandes operaciones de empaque ya que el tratamiento térmico se da cuando la fruta está todavía en el cajón. Pasado el tratamiento, la fruta seleccionada se trata con fungicida y cera.

En general, el uso de cajones plásticos con capacidad para 20 k de fruta ha dado buen resultado en operaciones pequeñas. Otra variable es el uso del sistema de cable vía para mover los cajones plásticos a la empacadora.



Foto 61 Arado lomillador.

## VIII COSECHA

### A. Estimaciones de fruta

Las estimaciones de fruta se realizan con información obtenida de estaciones preestablecidas en las diferentes áreas de la plantación y deben haber por lo menos dos por cada hectárea, o sea, se toma la información de un 10 % de los árboles. Cada estación consta de 100 árboles de relativa uniformidad. Las estimaciones se hacen semanalmente, se inician 9 semanas antes de la cosecha y se mantiene una estimación de 9 semanas. Esto se hace dividiendo el "set" de fruta del árbol en cuatro partes que representan cuatro meses de producción, siendo la parte más alta del set la última en cosecharse y la parte más baja la primera en cosecharse. Esta información es sumamente crítica ya que de ella dependen los esfuerzos de mercado y estimaciones de material de empaque.

### B. Recolección de frutos o cosecha

Esta labor consiste en desprender del árbol los frutos que ya han alcanzado su madurez fisiológica. Esto se realiza con ayuda de una vara metálica en cuyo extremo se coloca una especie de embudo tipo destapador de baños. Este embudo puede hacerse a la medida del fruto más grande y en forma de una canastilla metálica, la que se forra adecuadamente en hule. La herramienta se coloca por debajo de la fruta a cosechar y con un ligero movimiento en torsión se desprende la fruta con todo y

pedúnculo, una vez desprendida, se deja caer la fruta y se apaña con la mano enguantada, para evitar los rasguños. Esta madurez fisiológica se presenta por primera vez a los 9 meses de la siembra en los árboles más precoces. Así que la primera pasada rinde poca fruta. El criterio que se sigue es el de recoger toda la fruta con color 0,5 a 1 y tamaño mayor a 16. De manera que la fruta se cosecha en un estado verde maduro en el punto de rompimiento de color en donde aparece una mancha amarilla cerca del extremo floral de la fruta. Después de este primer momento se debe entrar a cosechar de día por medio por lo menos.

La recolección de la fruta de los árboles arriba mencionada se realiza cuando los árboles están de



Foto 63 Transporte de fruta.

cierta altura, sin embargo cuando los árboles están jóvenes se cosecha con la mano (Foto 62). Una vez que la fruta está en la mano se deposita en una bolsa de vinil, de ahí la fruta se traslada a cajas plásticas o a cajones.

En la modalidad de cajones, estos se cargan en carretas para llevarlos a la empacadora. Sin embargo, la modalidad de cablevía que se mencionó tiende a ser bastante práctica y aquí se hace lo anteriormente mencionado, solo que los cajones de 0,55 cm x 0,37 cm x 12 cm son llevados en carretilla y una vez llenos se colocan en un marco metálico suspendido del cable vía, el cual puede llevar hasta 14 cajones, de esta manera se hará un tren de cajones que los transportará un motor aéreo hasta la empacadora (Foto 63).



Foto 62 Cosecha de fruta.

En una caja de 4,5 Kg caben 16 frutas pequeñas.

Por lo general, un árbol puede ser cosechado por tres años hasta que su altura hace la cosecha impráctica.

Algunas recomendaciones importantes que se deben seguir durante la cosecha son:

- Usar guantes de hule para proteger la fruta y evitar quemaduras en las manos por el látex.
- Evitar los golpes y rozaduras pues estos desmejoran la calidad y son puerta de entrada para la antracnosis.
- Es conveniente cosechar toda la fruta y dejar que el proceso de selección de calidad se realice en la empacadora.
- Todo el equipo que tiene contacto con la fruta debe ser lavado periódicamente.

Los rendimientos esperados normales son de 1600 cajas de 4,0 kg calidad de exportación, por hectárea por mes a partir del mes 11 después de la siembra, estos rendimientos empiezan a bajar en el segundo año de cosecha a 1000 cajas por hectárea por mes (Foto 64).



Foto 64 Selección y lavado de la fruta.

## IX. EMPAQUE

Ya que en este punto se maneja el producto terminado, es muy importante que se dediquen todos los cuidados y precauciones para evitar que la fruta sufra algún tipo de maltrato.

En operaciones grandes o en sistemas de producción donde la fruta proviene de diferentes productores a un centro de empaque, la fruta ya ha sido previamente seleccionada, de manera que prácticamente todo lo que llega a la empacadora se va a empacar. Por esta razón una vez que los cajones con fruta llegan a la empacadora, de inmediato son sumergidos en agua caliente a 47 - 49 grados centígrados por 15 - 20 minutos. De aquí son sumergidos en agua fría por 6 minutos, descargados y procesados para el empaque, previa aplicación de Thiabendazole y cera.

En operaciones donde la producción no excede de 2500 cajas por día y tanto la producción como el empaque están en una misma área general, el manejo puede ser diferente.

### A. Lavado y selección

La fruta proveniente del campo en cajones plásticos de 55 x 37 cm se descarga en tanques con agua clorada a 200 ppm.

Aquí se procede a darles un lavado rápido y a seleccionar la fruta en tres categorías: 1ª Fancy Grade de exportación, 2ª o U.S. No.1, 3ª o rechazo para el mercado local.

Normalmente solo se exporta la 1ª, pues los mercados locales pueden absorber la segunda. Sin embargo, esto lo determina la oferta y la demanda en los mercados de exportación. Los parámetros de selección los da el Manual de Especificaciones de Control de Calidad.

En general, la fruta debe de tener las características de la variedad Solo, debe estar libre de golpes, raspaduras, cicatrices pronunciadas u otros defectos en la cáscara, deformidades o presencia de enfermedades o daños de insectos.

## B. Tratamiento contra antracnosis y moscas de la fruta

Uno de los momentos más críticos de una operación de la papaya Hawaiana comienza en los procesos poscosecha. La prevención contra la antracnosis es fundamental, y de esto depende el éxito de la comercialización.

### Los tratamientos conocidos son:

•Térmico

•Químico

•Combinación de ambos

•Radiación

•Orgánico

#### a. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico puede dividirse en varios procedimientos diferentes:

##### •Inmersión única en agua caliente

Este procedimiento consiste en sumergir la fruta en agua clorada a 50 ppm de cloro y a una temperatura de 47 a 49 °C durante 20 minutos. Posteriormente se pasa o sumerge la fruta por agua a 10 °C durante 6 minutos para bajar la temperatura de pulpa por lo menos a 25 °C, pero puede bajar hasta a 10 °C.

##### •Inmersión doble en agua caliente

Esto consiste en sumergir la fruta en agua clorada a 42 °C por 30 minutos luego de una espera de tres minutos se vuelve a sumergir a 49 °C por 20 minutos.

##### •Vapor caliente

La fruta se coloca en una cámara donde se eleva la temperatura del aire a 43 °C y a una humedad relativa de 93 % y se mantiene a estos niveles por cuatro horas. El procedimiento dura un total de siete horas. La fruta luego es enfriada a 30 °C por medio de agua corriente.

## •Aire caliente forzado o de aire seco

Este consiste de calentar las papayas con aire forzado y a una humedad relativa de 40 a 60 %, en cuatro incrementos secuenciales hasta lograr que la temperatura en el centro de la fruta alcance 47,2 °C, de la siguiente manera: 2 horas a 43 °C + 2 horas a 45 °C + 2 horas a 46,5 °C + 2 horas a 49 °C. Después se enfría la fruta a 30 °C con agua fría.

Todos los tratamientos controlan en forma efectiva las moscas de la fruta y algunas enfermedades poscosecha.

## b. Tratamiento químico

### Inmersión Thiabendazole

Después de los tratamientos térmicos la fruta debe ser sumergida en una solución que contiene no más de 2000 ppm de ingrediente activo de Thiabendazole. El thiabendazole viene en dos presentaciones: polvo humectable al 60 % y concentrado emulsificable al 42,2 %. Esta solución debe acidificarse con 2 cm<sup>3</sup> de ácido hidroclórico al 30 % por litro de solución (Foto 66, ver Anexo).

Después del tratamiento se aplica una cera para mejorar la apariencia de la fruta.

### Inmersión en Pochlorax

La fruta puede ser sumergida en una solución de Pochlorax a 250 a 750 ppm, previamente acidificada con 2 cm<sup>3</sup> de ácido hidroclórico al 30 %. La solución debe estar a 42 °C para mayor efectividad.

## c. Aplicación de cera

Existen varios tipos de ceras comerciales, incluso existen productos que cambian el fungicida y la cera en la misma solución (Foto 67, ver Anexo). Sin embargo estas pueden ser aplicadas en forma separada. Si este es el caso no se debe aplicar ácido a la solución. La cera es muy conveniente porque además de coadyuvar en la acción fungicida, le da una apariencia lustrosa y atractiva y fresca a la fruta. Las mejores ceras tienen una base de Carnauba.

## d. Irradiación

En este procedimiento se irradia la fruta con rayos gamma de una fuente de Cobalto 60. La dosis mínima recomendada para la eliminación por esterilización de los huevos de la mosca de la fruta es 250 Gy. Sin embargo, para el control de enfermedades debe agregarse el tratamiento con agua caliente previo a la irradiación ya que 250 Gy no protege contra enfermedades.

## e. Tratamiento orgánico

Además del tratamiento térmico con agua, en lugar de los productos químicos se puede aplicar un conjunto de productos orgánicos que contienen:

---

Extractos de cítricos

---

Acidos grasos de palma africana

---

Cera de abejas

---

Cera Carnauba

---



Foto 65 Cámara para la aplicación de fungicida y cera.

## C. Selección y empaque

Una vez que la fruta ha recibido todos los tratamientos que aplican según las facilidades, se procede a la selección por tamaños. En algunas instalaciones modernas la fruta es seleccionada automáticamente por peso y va cayendo a las estaciones de empaque correspondientes. Sin embargo, un sistema sencillo utiliza una pieza metálica en forma de V, forrada con material aislante, que se desplaza a lo largo de la banda que transporta la fruta y por medio de la altura que tiene con relación a la banda va desplazando las frutas hacia ambos lados de la banda central, donde se encuentran las mesas de empaque. De esta manera la fruta llega seleccionada por tamaños a las mesas de empaque. La fruta más pequeña llega al final de la banda.

Otro método es el de las mesas giratorias, como se ilustra en las fotografías; dichas mesas están al lado de la mesa central que trae la fruta proveniente del tratamiento. Al inicio de esta banda la fruta se va dividiendo en tres o más carriles. Es este caso las personas pueden empaquetar todos los tamaños, ya que la fruta no está previamente seleccionada por tamaños.

### a. Sistema de empaque

Las especificaciones de calidad exigen que la forma de empaque reúna condiciones mínimas para asegurar que la fruta llegue a su destino sin daños. Por ser la fruta, debe ir envuelta en algún tipo de material, de tal forma que proteja la fruta de golpes y rozaduras. Se utiliza para este propósito papel seda, papel periódico impreso y hasta redcillas de poliestireno. La práctica actual es la de usar papel periódico impreso en gran cantidad.

#### El método es el siguiente:

1. Se toma una hoja doble completa de medidas 57 x 37 cm.
2. La fruta se coloca en el centro y en la parte superior de las hojas del periódico, con el pedúnculo hacia abajo.
3. Se toma un extremo superior de la hoja y se dobla sobre la fruta, se toma el otro extremo y se hace lo mismo.

4. El sobrante de papel se toma con una mano y se le da un giro, lo que queda por debajo del giro se envuelve hacia arriba. De esta manera queda la fruta con un colchón de papel por debajo.

5. La fruta así envuelta se coloca en una caja de cartón.

Otras consideraciones al momento del empaque son los tamaños. En una caja irán solo los mismos tamaños y el mismo color de fruta. Los tamaños y colores a seleccionar y a empaquetar son: 6-8-9-10-11-12-13-14-15-16. Los tamaños de mejor comercialización son 7-8-9-10-11. Los colores van del 0,5 al 3.

Una vez que las frutas se han colocado en la caja se procede a pesar para asegurar un peso no menor de 4,0 kg. Posteriormente, se marca en la caja una serie de datos relacionados con el número de frutas en la caja, el tipo de color de pulpa, el color de madurez, el código de empaque y se coloca un sello sobre cada fruta que identifica su marca de comercialización.

### b. Materiales de empaque

La caja de cartón es un elemento esencial en el proceso de comercialización de la papaya, por lo que su fabricación debe estar sujeta a una serie de condiciones y características que garanticen los objetivos de su utilización: la correcta preservación de su contenido.

La caja debe tener suficiente resistencia para soportar una estiba de once cajas a las condiciones de humedad del aire forzado, el cual obliga a que la caja cuente con perforaciones en los costados que permitan el paso libre del aire durante el enfriamiento. El recubrimiento por la parte interna de la caja, que irá en contacto con la fruta, debe ser repelente a la humedad. La parte externa si no utiliza papel blanco, deberá llevar recubrimiento blanco.

La existencia de cajas en bodega no debe ser de más de un mes, ya que el cartón fácilmente absorbe humedad, con lo que sus características originales de resistencia disminuirían. Así pues, la rotación del inventario de cajas es crítica, por lo que debe gastarse el cartón más viejo primero.

**Características**

La caja o bandeja (tray) debe ser fabricada de papel "kraft" de fibras vírgenes, utilizando un medium corrugado con adhesivos contra la humedad y repelentes a ellas y debe tener las medidas: 863,6 mm x 819,1 mm (34" x 32 1/4") de lámina.

**Cuadro 10  
CARACTERÍSTICAS DE  
LA CAJA DE EMPAQUE**

Dimensiones	330,2 mm x 300 x 127 mm (13" x 11 13/16" x 5") internas
Papel	61 x 33 x 61
Resistencia	300 kilos
Recubrimiento	Blanco y repelente a la humedad

La resistencia a la compresión es muy importante. Varias combinaciones de papel lo pueden dar. Por ejemplo, el "liner" 57 HRC puede reemplazar al 61 y se podría tener una combinación de 57-33-42 en los papeles.

**c. Manejo de la carga empacada**

Para la exportación el manejo de la carga se debe hacer de manera eficiente para proteger la fruta y el empaque. Uno de los métodos más popular y sencillo es el de estibar las cajas en tarima. De manera que, una vez que las cajas están pesadas y marcadas se

procede a estibarlas sobre una tarima de 100 cm x 120 cm. La estiba se puede realizar de dos maneras: a) estibar las cajas en doce de alto por doce de fondo, b) estibar en chimenea 11 de fondo por 12 de alto. La chimenea es conveniente para mejorar la circulación de aire y evitar puntos calientes, asegurando la carga con esquineros y fleje, colocados manualmente. Se colocan cuatro bandas de flete sobre los esquineros en posición horizontal y dos bandas cruzadas en posición vertical. Existe otro método completamente mecanizado, que consiste en utilizar una máquina que le coloca una redcilla de polietileno a todo lo ancho y alto de la tarima (Foto 69).

**D. Conservación de la fruta hasta el mercado**

Una vez que las cajas en la tarima han sido fletadas, se introducen a la cámara de refrigeración. Actualmente el mejor y más conveniente método para bajar la temperatura es el aire forzado. El sistema de aire forzado logra bajar en 15 °C la temperatura en una hora y media. Esto es muy crítico en la preservación de la calidad. Una vez que se ha logrado llevar la temperatura de la pulpa a 8 - 10 °C, se procede a ubicarla en una cámara de conservación hasta el día del embarque. Ese día se traslada la fruta de la cámara de conservación a un camión refrigerado, el cual llevará la fruta a su destino final o hasta el sitio de embarque.



Foto 69 Fruta empacada lista para exportar.

## X. CONTROL DE CALIDAD

### A. Aspectos generales

La papaya debe ser fresca, entera y de adecuada madurez. La fruta debe consistentemente mantenerse dentro de los requisitos que se describen a continuación y debe cumplir con todos los requerimientos reglamentarios para el uso de los plaguicidas, tal como se especifica en el Manual de Plaguicidas aprobado por el FDA y el USDA.

#### A.1. Definiciones

1. El "tipo SOLO" de papaya es aquella que reúne las características de la variedad Solo por su forma y tamaño pequeño, que normalmente es de menos de 900 gramos y de apariencia piriforme. Los cultivares Higgins, Sunrise, Kapoho, Waimanalo, Sunset y las nuevas Sunup y Rainbow son del tipo SOLO.
2. *Características similares a la variedad*: significa que las papayas se parecen en su forma, tamaño, color de cáscara y otras características generales.
3. *Madura*: significa que el extremo inferior o punto terminal del capullo muestra una coloración definitivamente amarilla.
4. *Sobremaduración*: significa que está pasada de maduración; suave y no tiene ninguna utilidad comercial.
5. *Limpia*: significa que está libre de látex, tierra, polvo, residuos, manchas u otro material extraño.
6. *Bien recortada*: significa que el pedúnculo estaba bien pegado a la fruta y fue quebrado limpiamente en el punto de abscisión o cortado en ángulo recto al eje longitudinal de la fruta de forma que no sobresalga más de 12 mm del hombro de la fruta.
7. *Bien formada*: significa que la fruta es muy simétrica y no tiene ninguna parte desproporcionada grande o pequeña.
8. *Lisa*: significa que no hay rugosidades prominentes o superficie brusca, la fruta no tiene más que ligeros canales o depresiones que no afectan un área mayor de 9,5 mm de diámetro.
9. *Pelotas duras internas*: significa masas duras en la pulpa.
10. *Cara de gato*: significa deformidades estructurales de la fruta caracterizadas por una cicatriz, generalmente hundida que se extiende hacia abajo del pedúnculo en un lado de la fruta y causa una ligera a severa deformación de la fruta.
11. *Mancha café o mancha chocolate*: significa aquella enfermedad fungosa caracterizada por manchas verde pardo o pardo pálido en la cáscara, las cuales son irregulares a redondas en forma y tienen con frecuencia una espinilla de corcho cerca del centro. Este defecto afecta la cáscara de la fruta sin afectar la pulpa.
12. *Antracnosis poscosecha*: significa aquellas lesiones descoloridas (rosado tierno a café) redondas y hundidas en la cáscara. La pulpa debajo o alrededor de la lesión tiene una textura dura y normalmente descolorida.
13. *Escaldado*: significa aquel daño resultante de la exposición a agua caliente, calor de vapor o luz solar.
14. *Encogimiento poscosecha*: significa aquella pérdida de turgencia de la fruta caracterizada por arrugas y encogimiento de la cáscara por deshidratación debido al cambio químico, quema de sol o almacenamiento con baja humedad.
15. *Relativamente bien formada*: significa aquella fruta que es moderadamente alargada o que le falta simetría, pero sin ser lo suficientemente deforme como para quedar fuera de la apariencia general.
16. *Daño*: Significa cualquier defecto específico que materialmente afecte la apariencia o palatabilidad de la fruta.

17. *Relativamente limpia*: significa que va a estar libre de tierra, polvo, manchas, residuos y cualquier otra materia extraña, excepto que el 10 % de la superficie de la fruta puede estar cubierta con una leve capa de látex o 5 % de la superficie puede tener una costra de látex.

18. *Relativamente lisa*: significa que 1/3 de la superficie de la fruta es rugosa y la superficie no es excesivamente brusca. Los canales no son tan profundos o tan anchos como para afectar materialmente la apariencia de la fruta y no hay depresiones tan profundas que afecten un área mayor de 25 mm de diámetro.

19. *No muy deforme*: significa que la fruta no está tan deformada como para afectar su apariencia.

20. *Excesivamente áspera*: significa que la superficie está con tantas pelotas o rugosidades como para afectar la apariencia o más de 3/4 de la superficie, esta claramente afectado por rugosidades y las honduras o depresiones son tan profundas que afectan la apariencia de la fruta.

21. *Cicatrices*: significa que aquellas depresiones en la cáscara son profundas, ásperas y afectan un área total de más de 19 mm de diámetro, la cáscara es escamosa, quebrada o no es lisa y afecta un área total de más de 38 mm o si la cáscara es lisa y afecta un área agregada de más de 75 mm.

22. *Pudrición*: significa que la papaya muestra desintegración de la pulpa debido a descomposición por microorganismos.

23. *Moho superficial*: se refiere al desarrollo de hongos normalmente de color blanco a gris, con apariencia de algodón sobre la superficie y o sobre el extremo floral de la fruta. Este tiende a penetrar la pulpa y causa pudrición en estados avanzados.

24. *Maltrato*: significa que la superficie de la papaya está aplanada o indentada, cede ante la presión moderada y la pulpa subyacente está notablemente descolorida, normalmente afecta en un área agregada de 25 mm de diámetro.

25. *Roseteado*: significa un área de color café en la cáscara.

26. *Cortadas y punzadas*: significa el daño a la superficie y a la pulpa subyacente de la papaya, causada por medios mecánicos u otro medio y tiene 6 mm de profundidad o afecta un área total de 38 mm de diámetro.

## Cuadro 11 NORMAS DE CALIDAD

Fancy Grade Primera calidad	U.S. No.1 Segunda calidad
Tipo Solo (1)*	Tipo Solo (1)
Características similares a la variedad (2)	Características similares a la variedad (2)
Madurez (3)	Madurez (3)
No pasada de madurez (4)	No pasada de madurez (4)
Limpia (5)	Limpia (5)
Bien recortada (6)	Bien recortada (6)
Bien formada (7)	Bien formada (7)
Lisa (15)	No muy áspera (19)

\*Los números entre paréntesis indican las definiciones de la sección A.1.

### Daño

La fruta que reúne las características de calidad 1ª y 2ª deben estar libres de enfermedad, pudrición, pelotas internas, maltrato, escaldado y libres de daños causados por cicatrices, enfermedad, insectos, cara de gato, mancha café, punzaduras u otro daño mecánico.

### Requisitos de tamaño y rotulación

Las papayas que van en cada caja deben ser uniformes en tamaño (con no más de 114 gramos de diferencia entre la más grande y la más chica) y el número de piezas debe estar claramente estampado, marcado a lápiz o marcado de alguna forma.

La designación de tamaños se refiere al número de frutas que se requiere para llenar una caja de 4.0 kilogramos. Los tamaños de la fruta normalmente empacados incluyen tamaños de 8, 9, 10, 11, 12, pero pueden llevar fruta más grande o más pequeña, según la demanda del mercado.

## Tolerancias

No más de un 5 % de la fruta, por conteo, en cualquier lote puede estar fuera de las especificaciones que se refieren a daño. No más del 10 % de la fruta, por conteo, puede estar fuera del resto de las especificaciones de calidad, con un 1 % de tolerancia por pudrición.

## Requisitos de madurez

La papaya fresca puede ser empacada en dos grados de madurez indicados por el color de cáscara:

1. Un cuarto madura – hay color amarillo en 1/4 de la superficie de la fruta.
2. Media madura – 1/4 - 1/2 de la superficie de la fruta muestra color amarillo.

**Nota:** La papaya para importación en los Estados Unidos no debe exceder de un cuarto de madura a la hora del empaque.

## Codificación

Cada caja debe llevar un código legible que indique el día del empaque de la siguiente manera:

**AAA: Dónde**

**AAA: Día codificado del año juliano**

## B. Procedimientos para el control de calidad

### B.1. Empaque

El control de calidad para el empaque de papaya fresca de exportación comienza con la operación de cosecha. Las frutas defectuosas son rechazadas en el campo durante la cosecha para que solo aquella fruta que no presenta mayores defectos físicos sea llevada

a la empacadora. Es importante que todo el personal de cosecha sea instruido adecuadamente para identificar los defectos. Inmediatamente después de cosechar un área, las cuadrillas de sanidad deben de pasar para sacar toda la fruta rechazada en el campo. La fruta se transporta a la empacadora en cajones acondicionados para tal efecto.

### 1.a. Control de calidad al recibo

El inspector de calidad toma muestras de frutas de cada carga que llega a la empacadora y procede a hacer una evaluación de defectos y daños, así como de madurez interna y externa. El procedimiento consiste en partir una fruta de cada diez, para examinarla internamente y detectar cualquier problema. Procede a anotar sus observaciones en una hoja especial.

### 1.b. Control de calidad durante el proceso

En la planta empacadora la fruta se saca de las cajas a mano y se selecciona para remover las frutas defectuosas. La fruta seleccionada con calidad de empaque se limpia y lava. De ahí pasa al tratamiento térmico y al posterior enfriamiento. Luego se le aplica el tratamiento antihongos poscosecha. Se permite a la fruta secar antes de ser empacada en papel y colocada en una caja de 4,0 kg con el pedúnculo hacia abajo. Se etiquetan las cajas con el número de frutas por caja y se colocan en una tarima para proceder al enfriamiento.

### 1.c. Control de calidad posempaque

De nuevo el inspector toma cajas al azar y observa todo lo referente al empaque: Colocación de sellos, apariencia general del papel, marcas y datos. También peso de la caja, la distribución individual de las frutas por peso y su apariencia en general. Procede a llenar un formulario especial para ese efecto.

### B.2. Manejo poscosecha

La fruta recién empacada es almacenada a 9 °C a 10 °C. Esta temperatura detiene prácticamente la maduración. Una vez que la fruta llega a su destino va a requerir de más temperatura para iniciar su maduración.

Si la temperatura es menor que 18 °C, el proceso de cambio de color es lento. Un lugar cerrado donde se controle la temperatura puede servir como cuarto de maduración. La humedad relativa debe ser mantenida sobre 80 % para prevenir desecación de la fruta durante la maduración.

Las temperaturas altas durante la maduración incrementan la pérdida de humedad y puede esto resultar en que las rozaduras o lesiones resalten más debido a la deshidratación de la cáscara de la fruta.

Para madurar fruta verde-sazón de 1/4 a 1/2 madura se requiere exponerla a 26 °C durante 40 a 60 horas. La uniformidad de la temperatura de la fruta es esencial para asegurar una maduración rápida y uniforme durante el almacenamiento a ambiente y para recuperar el máximo de calidad y cantidad de la fruta.

Cuando el color de la cáscara llega a 4, se debe refrigerar esta a una temperatura de 4 °C a 7 °C hasta el momento de su uso.

## Reglas generales para almacenar papaya

1. Almacene a 10 °C la fruta que tiene un color de cáscara de 3/4 de madurez.
2. Almacene a 5 °C la fruta con color alto de más de 3/4 de madurez. En este caso la fruta debe ser usada inmediatamente después de sacada de refrigeración.
3. Aunque el proceso de maduración puede ser atrasado por medio del enfriamiento a baja temperatura, puede presentarse daño por frío a la fruta inmadura, si esta se almacena a menos de 7 °C.

## B.3. Descripciones y categorías

### 1. COLOR DE CÁSCARA

El color de cáscara es un aspecto importante de la calidad durante la cosecha, empaque y mercadeo, porque es de fácil uso como criterio de selección y sus implicaciones en la madurez interna. El color de la cáscara se define como el porcentaje de la misma que muestra un definitivo color amarillo. Las categorías de color son las siguientes:

**0= Inmadura, cáscara color verde oscuro.**

**1= Inicio del color del 1 al 20 % de la cáscara está amarilla.**

**2= Del 21 al 40 % de la cáscara está amarilla.**

**3= Del 41 al 60 % de la cáscara está amarilla.**

**4= Del 61 al 80 % de la cáscara está amarilla.**

**5= Del 81 al 100 % de la cáscara está amarilla.**

## 2. MADUREZ INTERNA

Esta categorización pretende determinar hasta que punto el color de la pulpa se ha desarrollado a través de la fruta. La relación entre el color de la cáscara y la madurez es importante en la evaluación de la madurez de la fruta para cumplir con las normas de calidad de la papaya fresca. Las categorías de madurez interna son las siguientes:

**0= Opaca, fruta inmadura.**

**1= Del 1 al 25 % de la pulpa comestible presenta desarrollo de color, pero la pulpa es dura.**

**2= Del 26 al 50 % de la pulpa comestible presenta desarrollo de color, la pulpa es firme y de buena textura.**

**3= Del 51 al 75 % de la pulpa comestible presenta desarrollo de color, la pulpa es suave y de buena textura.**

**4= Del 76 al 100 % de la pulpa comestible presenta desarrollo de color, la pulpa es suave y de buena textura.**

**5= El 100 % de la pulpa comestible tiene desarrollo de color característico con alguna decoloración, la pulpa es muy suave y sin posibilidades de mercado.**

## 3. Apariencia de la cáscara

La papaya fresca recién cosechada normalmente tiene un color verde oscuro a un brillante amarillo y una cáscara lisa. Después de la cosecha, la cáscara pierde frescura por deshidratación y sufre un encogimiento gradual y podría hasta tomar un tono café en algunas áreas. Las categorías de apariencia de cáscara son las siguientes:

- 3 Inaceptable. La cáscara comienza a arrugarse y a encogerse con más del 10 % de la superficie con ese defecto.
- 2 Relativamente aceptable. La cáscara comienza a arrugarse y a encogerse con más del 10 % de la superficie con ese defecto.
- 1 Aceptable. La cáscara es bastante lisa con menos del 10 % de la superficie defectuosa.
- 0 Fruta fresca. La cáscara de la fruta es bastante lisa y del color característico y sin defectos.

## 4. Pelotas duras internas

El desarrollo de pelotas duras internas dentro de la pulpa constituye un problema de calidad frecuentemente observado en empaques comerciales de fruta tratada con agua caliente. Las categorías de este defecto son:

- 0= Fruta libre de pelotas duras.
- 1= Una pelota dura hasta de 12 mm de diámetro localizada cerca del ápice de la fruta o en el extremo del capullo floral.
- 2= Dos o más pelotas duras de tamaño pequeño a mediano a través de la pulpa.
- 3= Las pelotas duras se tornan continuas desde el ápice hasta el extremo del capullo floral, combinadas con tejido suave.
- 4= Tejido continuo duro del ápice hasta el extremo del capullo.

## Enfermedades poscosecha de la fruta

Las enfermedades de la fruta como antracnosis, mancha chocolate, *Stemphylium* sp. *Penicillium* sp. o moho y mancha negra de *Cercospora* sp., no son

evidentes al momento del empaque. La severidad de estos defectos se nota en la inspección del puerto de destino o cuando la fruta madura (Fotos 50, 51, 52, 53, 54 y 55 ver en el Apéndice).

## Control de calidad en puerto de destino

Se toman cajas al azar, de acuerdo al tamaño del embarque: Un número igual al de la cantidad de frutas por caja, es decir se inspeccionan 12 cajas de tamaño 12 y se corta una de cada caja para la inspección interna, al final se completan las cajas, quedando una caja sin fruta. La evaluación que se hace consiste en asignar calificaciones o categorías como sigue:

### Cáscara

- 0= Cáscara limpia, no hay evidencia de enfermedad.
- 1= Una a tres lesiones por fruta.
- 2= De cuatro a seis lesiones por fruta.
- 3= De un 25 a 50 % de la cáscara está infectada.
- 4= Más del 50 % de la cáscara está infectada.

### Pedúnculo

- 0= Limpio, no hay evidencia de enfermedad.
- 1= Ligero oscurecimiento del pedúnculo.
- 2= Pedúnculo necrosado.
- 3= Pedúnculo necrosado, más lesiones acuosas alrededor.
- 4= Pedúnculo necrosado, más lesiones necróticas alrededor.

## Clasificación de defectos comunes

Los siguientes defectos son comunes en papaya:

### Cicatrices

**0=** Fruta libre de cicatrices.

**1=** Cuando un área de tejido escamoso, agrietado o bastante rugoso de la superficie de la cáscara afecta un área total de 12 a 25 mm de diámetro.

**2=** Cuando un área de tejido escamoso, agrietado o bastante rugoso de la superficie de la cáscara afecta un área de una cuarta parte a la mitad de la fruta.

**3=** Cuando un área de tejido escamosa, agrietado o bastante rugosa de la superficie de la cáscara afecta más de la mitad de la fruta.

### Cortes o punzadas

**0=** Fruta libre de cortes o punzadas.

**1=** Cuando un corte o varios afectan una longitud total de 6 a 12 mm.

**2=** Cuando un corte o varios afectan una longitud total de 12 a 25 mm.

**3=** Cuando un corte o varios afectan una longitud total mayor de 25 mm, penetran significativamente la pulpa de la fruta, o tienen ambos daños.

### Escaldado

**0=** Fruta libre de escaldado.

**1=** Cuando la decoloración (café a negro) y un leve suavizamiento de la cáscara afecta un área de 6 a 12 mm de diámetro con la pulpa adyacente blanqueada.

**2=** Cuando la decoloración (café a negro) y un leve suavizamiento de la cáscara afecta un área total de 6 a 12 mm de diámetro con la pulpa subyacente de color grisáceo a café.

### Golpes

**0=** Cuando la fruta está libre de golpes.

**1=** Cuando algún golpe o varios afectan un área agregada de 12 a 25 mm.

**2=** Cuando algún golpe o varios afectan un área total de una cuarta parte de la superficie de la fruta.

**3=** Cuando algún golpe o varios afectan un área total mayor que la mitad de la superficie de la fruta.

### Fumagina

**0=** Cuando la fruta está libre de fumagina.

**1=** Cuando la fumagina afecta un área total de 12 a 25 mm en la superficie de la fruta.

**2=** Cuando la fumagina afecta un área total de un cuarto a la mitad de la superficie de la fruta.

**3=** Daño severo. Cuando la fumagina afecta un área total mayor que la mitad de la fruta.

### Daño por agroquímicos o por ácaros

**0=** Cuando la fruta está libre de daño por agroquímicos.

**1=** Cuando el daño por agroquímicos afecta un área total de 12 a 25 mm de la superficie de la fruta.

**2=** Cuando el daño de agroquímicos afecta un área total de un cuarto a la mitad de la fruta.

**3=** Daño severo: Cuando el daño de agroquímicos afecta un área mayor que la mitad de la fruta.

**CÁSCARA**

**Cuadro 12**  
**CLASIFICACIÓN DE DAÑOS POR MOHO Y ANTRACNOSIS**

CATEGORÍA	<i>PENICILLIUM</i> sp.	ANTRACNOSIS
0	Limpia	Limpia
1	1 – 2 lesiones en la cáscara	1 – 3 lesiones en la cáscara
2	3 – 4 lesiones en la cáscara	4 – 6 lesiones en la cáscara
3	+ de 4 lesiones en la cáscara	1/2 a 1/2 de la cáscara afectada
4		1/2 a 3/4 de la cáscara afectada
5		+ 3/4 de la cáscara afectada

**PEDÚNCULO**

**Cuadro 13**  
**CLASIFICACIÓN DE DAÑOS POR PEDÚNCULO**

CATEGORÍA	<i>PENICILLIUM</i> sp.	ANTRACNOSIS
0	Limpia	Limpia
1	Micelio leve	Leve oscurecimiento del pedúnculo
2	Micelio en partes del pedúnculo	Necrosis total del pedúnculo
3	Todo el pedúnculo	Necrosis total del pedúnculo + lesiones acuosas alrededor
4	Todo el pedúnculo lesiones acuosas alrededor	Necrosis total del pedúnculo + de toda el área alrededor de este

## Cuadro 14 ESPECIFICACIONES DE CONTROL DE CALIDAD

I. REQUISITOS BÁSICOS	FANCY GRADE – 1ª CALIDAD
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Características de la variedad</li> <li>2. Madurez</li> <li>3. Maduración</li> <li>4. Limpieza</li> <li>5. Recorte</li> <li>6. Forma</li> <li>7. Lisura</li> <li>8. Calidad interna</li> </ol>	<p>Similar “Tipo Solo”</p> <p>Verde maduro</p> <p>No pasada</p> <p>Limpia</p> <p>Bien recortada</p> <p>Relativamente bien formada</p> <p>Relativamente lisa</p> <p>Buena (Brix no inferior a 9,0)</p>
II. DEFECTOS	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pudrición (DK)</li> <li>2. Pelotas internas (IHL)</li> <li>3. Mancha café (BN)</li> <li>4. Maltrato (BR)</li> <li>5. Cara de gato (CF)                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Hundido o áspero</li> <li>b) Liso</li> </ol> </li> <li>6. Cortadas (CT) o Punzadas</li> <li>7. Enfermedades (DI)</li> <li>8. Daño de insecto (DN)</li> <li>9. Escaldado (SD)</li> <li>10. Cicatrices                         <ol style="list-style-type: none"> <li>a) Profundas</li> <li>b) Escamosas</li> <li>c) Lisa</li> </ol> </li> <li>11. Moho superficial (SF)</li> <li>12. Daño mecánico (ME)</li> <li>13. Roseta (RU)</li> </ol>	<p>Ninguna</p> <p>Ninguna</p> <p>10 % de la superficie</p> <p>12 - 25 mm de diámetro o 6 mm de profundidad</p> <p>Ninguno</p> <p>25 mm de diámetro</p> <p>Ninguna</p> <p>Ninguna</p> <p>Ninguno / no es aparente</p> <p>Ninguno</p> <p>19 mm de diámetro</p> <p>5 % de la superficie o 38 mm de diámetro</p> <p>10 % de la superficie o 75 mm</p> <p>Ninguno</p> <p>Ninguno</p> <p>5 % del área o 25 mm de diámetro</p>

## C. Fisiología y manejo poscosecha de la papaya

### Ritmo de respiración

La papaya es clasificada como una fruta climatérica por su relación entre temperaturas de almacenamiento y el ritmo de respiración y generación de etileno.

La fruta empieza su maduración desarrollando una coloración amarilla en la cáscara empezando en el extremo del estigma. La pulpa empieza a tomar más color y a suavizarse desde el endocarpo hacia fuera.

El ritmo de respiración a 20 °C es 9 a 18 mg de CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> al momento del primer cambio de color de cáscara hasta 70 a 90mg CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> cuando está madura. La generación de etileno en la maduración es de 7 a 10 ug kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>.

### Temperaturas

Se ha determinado que la fruta de papaya puede mantenerse en refrigeración de 7 a 21 días a 8 °C -12 °C, sin que la fruta sufra menoscabo importante a la calidad. Sin embargo, otras consideraciones importantes se deben tomar en cuenta:

- Fruta para la exportación debe ser cosechada a 1/4 de inicio de color o aún verdes, hasta un poco de amarillo en el extremo floral.
- La fruta debe tener un mínimo de 9 a 11,5 de sólidos solubles (Grados Brix).
- El manejo de las temperaturas debe ser el siguiente:  
13 °C para fruta madura de color verde a 1/4 amarillo (color 0 - 2).  
10 °C para fruta parcialmente madura 1/4 a 1/2 madura (color 2 - 3).  
7 °C para fruta madura a 1/2 madura (color >3).

- La humedad relativa en refrigeración debe ser de 90 - 95 %.

### Maduración con etileno

La maduración con etileno para acelerar el proceso consiste en exponer la fruta a una concentración de 100 ppm de gas etileno en un cuarto cerrado a 20 °C 25 °C con 90 - 95 % de humedad relativa, por espacio de 24 a 48 horas.

### Atmósfera controlada

El transporte en contenedores de atmósfera controlada ayuda a preservar la calidad y a controlar el proceso de maduración durante un viaje prolongado, con concentraciones de 3 % a 5 % de oxígeno y 5 % a 8 % de CO<sub>2</sub>. El tiempo de almacenamiento puede prolongarse de 3 a 5 semanas a 13° C. Es crítico permitir que el oxígeno baje a menos de 2 % o que el CO<sub>2</sub> suba más de 8 % para evitar cambios en el sabor y la maduración.

Los aspectos generales mencionados son críticos y se deben conocer, sin embargo, no son los únicos que afectan la calidad poscosecha de la fruta, ya que como lo mencionamos, el manejo en el campo va determinar la apariencia final de la fruta en el escaparate del supermercado.

### Manejo poscosecha

#### Pérdidas de fruta poscosecha

La fruta que llega a los supermercados ha mostrado sufrir de una serie de desórdenes asociados con daños mecánicos, sobremaduración y enfermedades parasíticas que afectan a los embarques de la siguiente manera:

Antracnosis: 62 %
Fruta magullada: 22 %
Fruta sobremadura: 48 %
Otras causas
Daño por frío: 2 %
Fruta suave y otras enfermedades: 17 %

En 35 % de los embarques se observa una o más cajas aplastadas: Debido a que las cajas se acomodan mal, la fruta de estas cajas se pierde en su totalidad. Por razón de los problemas mencionados, el reempaque es la práctica, por parte de los mayoristas, para evitar enviar al mercado fruta dañada. En este proceso se desempaca o revisa toda la fruta, se elimina lo dañado, se selecciona de acuerdo al color de maduración y se reclasifica dando origen a una segunda calidad de menor precio.

## Factores que afectan la calidad de la fruta

### Maduración

La fruta de papaya acumula azúcares en la fase final del desarrollo, por lo tanto la fruta no es cosechada hasta que el color de la cáscara presenta algo de color amarillo. La fruta con menos madurez se madura mal pues los sólidos solubles están bajos.

### Roces e impactos

La papaya es muy susceptible al daño por roces. Los roces o fricciones pueden ocurrir hasta con una pequeña caída de 5 cm sobre una tabla de madera agregada. Los daños por impactos son un problema en la fruta con más de 40 % de maduración.

### Temperatura de almacenamiento

La papaya en la etapa de cambio de color puede ser almacenada a temperaturas tan bajas como 7 °C por no más de 14 días y madurará normalmente cuando se transfiere a temperatura ambiente. Pueden ocurrir síntomas de daño por frío después de 14 días a 7 °C en fruta verde madura y después de 21 días en fruta con un 60 % de maduración. El daño por frío se manifiesta como escaldado de la cáscara, partes internas duras alrededor de los haces vasculares, apariencia mojada de la cáscara y una mayor susceptibilidad a la pudrición. Se ha observado que la pudrición de la fruta es menor cuando esta se mantiene a 7 °C por 14 días que cuando se mantiene a 12 °C o 13 °C.

### Tratamiento de etileno

La fruta tratada con etileno se madura más rápido y más uniformemente, lo cual se expresa en la desaparición del color verde, suavizamiento y cambio de color de la pulpa. Ya que la papaya se madura de adentro hacia fuera, el efecto del tratamiento de etileno es el de acelerar el ritmo de maduración del tejido mesocarpo que está más cerca de la cáscara que no ha empezado a suavizar. El tejido mesocarpo que ya está bien suavizado y que está más cerca de la cavidad seminal no responde al etileno.

## Condiciones para la maduración

La temperatura óptima para la maduración es de 22,5 °C a 27,5 °C para que la fruta tome de 10 a 16 días para alcanzar una coloración amarilla total en la cáscara, a partir de color 1. Pérdidas severas de masa y anomalías externas son significativas a temperaturas mayores de 27,5 °C. La fruta madurada a 32,5 °C también desarrolla un mal color de pulpa. La pérdida de un 8 % de la masa inicial desde que esta verde madura produce fruta de consistencia hulosa, sin brillo y sin valor comercial.

### Tratamiento de calor

El tratamiento con calor se usa en papaya para el control de enfermedades y para lograr desinfectar la fruta de huevecillos de las moscas de la fruta. La fruta de papaya así tratada a veces no logra suavizar y desarrolla escaldado de la cáscara. La relación tiempo-temperatura y los efectos de la misma tienen que ver con las condiciones ambientales en precosecha y la variación está asociada a la respuesta al choque de calor (Shock) y posible inducción en el campo, de proteínas de choque de calor. Los tratamientos limitan la vida poscosecha y reducen la calidad.

### Enfermedades

Las enfermedades que más se presentan en poscosecha son: **Antracnosis**, **Rhizopus** sp., pudrición del extremo floral y mancha negra. La antracnosis es un problema cuando la fruta alcanza un 25 % o más de color amarillo en la cáscara. Las enfermedades de la papaya aumentan en gran medida en severidad e incidencia después de cuatro semanas de almacenamiento a 10 °C. La relación entre los daños mecánicos y los desórdenes no se ha determinado, por ejemplo, el desarrollo de las enfermedades y el daño por frío. Ya que **Rhizopus** sp., no posee la cutinasa requerida para descomponer y penetrar la cutícula, necesita de grietas en la cutícula para causar la enfermedad. La alteración en la cutícula ocurre cuando los conductos de látex se descomponen. Esto ocurre cuando la fruta está en un 40 - 60 % amarilla. Las punzadas ocasionadas por moscas de la fruta pueden incrementar la pudrición por **Rhizopus** sp. igualmente como lo harían los daños mecánicos y las lesiones con relación a las enfermedades fúngicas causadas por **antracnosis** y mancha negra de **Cercospora** sp.

Las enfermedades poscosecha se controlan efectivamente por medio de tratamiento térmicos más fungicidas y ceras.

### Desórdenes no patológicos

Existe un número de desórdenes no patológicos observados en fruta comercializada. Estos desórdenes incluyen:

**1 Pecas** de aspecto desagradable, principalmente en el lado de la fruta más expuesto al sol, las que se manifiestan cuando la lluvia y las bajas temperaturas ocurren dos meses antes de la cosecha.

**2 Escaldado o quema de sol** de la cáscara que se manifiesta en fruta de árboles con poco follaje, en árboles que están inclinados y la fruta está directamente expuesta al sol o donde la fruta cosechada es dejada al sol por mucho tiempo.

**3 Defectos del extremo floral** de la fruta pueden ser severos en algunas épocas del año. Este desorden es causado por una falla en el desarrollo del crecimiento placentario, para cerrar el canal estigmático durante el desarrollo inicial de la fruta. Generalmente las frutas con este defecto son más propensas a las enfermedades bacterianas en la cavidad seminal de la fruta antes de la cosecha normal.

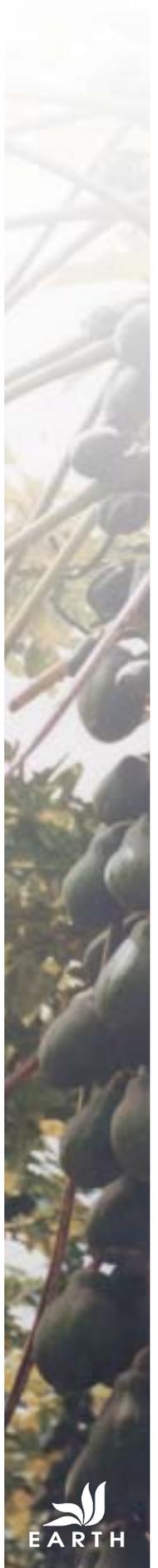
**4 Las pelotas duras en la pulpa** con muy poca frecuencia ocurren en fruta madurada que no ha sido tratada con calor. Estas pelotas se asocian con daños de insectos, enfermedades o algún tipo de materia extraña en la pulpa.

**5 Fruta madura precoz**, comúnmente denominada fruta suave, está asociada con bajos niveles de calcio en la fruta. Esta condición es más frecuente después de períodos de alta precipitación, 2 - 3 meses antes de la cosecha durante la fase final de desarrollo de la fruta.

**6 Intraovarios** comunes en varias líneas de papaya. Estos ovarios ocurren como resultado de una proliferación de tejido de la cavidad seminal y pueden tener apariencia desde un apéndice hasta una estructura redonda o elongada de varios tamaños y formas. Algunos llenan la totalidad de la cavidad seminal de la fruta y tiene su propia cavidad con semillas no viables.

**7 Ácaros** que se alimentan en la cáscara durante las etapas iniciales del desarrollo de la fruta, lo que resulta en áreas secas y hundidas de color café. Los ácaros rojo y negro *Brevipalpus phoenicis* causan este tipo de daño.

**8 La infestación por moscas de la fruta** se convierte en un problema después de que la fruta tiene un 25 % de la cáscara con color amarillo. El daño causado por las moscas de la fruta incluye pequeñas alteraciones de la cáscara, destrucción de la pulpa palatable, desprendimiento de los frutos, destrucción de la semilla y pudrición causada por organismos de la descomposición que penetran la fruta ayudados por la actividad de los insectos.



### Cuadro 15

## LISTA DE PLAGICIDAS APROBADOS PARA USO EN PAPAYA

NOMBRE COMÚN MARCA COMERCIAL	FABRICANTE PRINCIPAL	DOSIS MÁXIMA (kg i.a/ha/appl) (salvo nota)	INTERVALO ANTES DE LA COSECHA (días)	TOLERANCIA (ppm) EEUU
<b>FUNGICIDA</b>				
Benomyl (Benlate)	Du Pont	0,5	14	3
Hipoclorito de Calcio	Varios	200 ppm i.a.	Poscosecha	exento
Clorotalonil (Bravo)	Zeneca	3	0	15
Compuestos de cobre	Varios	Etiqueta	0	exento
Mancozeb (Manzate)	Du Pont	2	0	10
Metaloxyl (Ridomil)	Ciba-Geigy	1,0 g	90	0,1
Thiabendazole (Merctect)	Merck	2000 ppm i.a.	poscosecha	5
Imazalil				
Pochloraz (Mirage)	Aventis	0,75 g/L i.a.	poscosecha	0
Extractos de cítricos	Invetisa, Mex.	2-4 cm <sup>3</sup> /L P.C. 200 cc/ha. P.C.	poscosecha 0	exento
<b>FUNGICIDA NEMATICIDA</b>				
Metam-sodium (Vapam) (Nemasol)	Zeneca		presiembr	
<b>HERBICIDA</b>				
Diurón (Karmex)	Du Pont	0,8	0	0,5
Glifosato (Roundup)	Monsanto	4	1	0,2
Oryzalin (Surflan)	Dow Elanco	2	0	0,5
Oxyfluorfán (Goal)	R&H	1	1	0,5
Glufosinato (Finale)	Aventis	1	1	0,5

NOMBRE COMÚN MARCA COMERCIAL	FABRICANTE PRINCIPAL	DOSIS MÁXIMA (kg i.a/ha/appl) (salvo nota)	INTERVALO ANTES DE LA COSECHA (días)	TOLERANCIA (ppm) EEUU
Bacillus Thuringensis (Dipel)	Varios	Etiqueta	0	exento
Hexakis (Vendex, Torque)	Du Pont	113,4	7	2
Malathión	Varios	1,25	0	1
Permetrín (Ambush)	ICI	0,1	7	1
Piretrina (Pyrenone)	Am. Fairfield	Etiqueta	0	1
Piretrina + Rotenona (Pyrellin)	CCT	Etiqueta	0	1
Azufre	Varios	Etiqueta	0	exento
Extractos de cítrico Rotenona (Gorkill)	Invetisa, Mex.	4cm <sup>3</sup> /L P.C.	0	exento





## GLOSARIO DE TÉRMINOS BOTÁNICOS

**Adnación:** que nace y crece junto a algo a lo que está adherido. Relacionado con el fenómeno de carpeloidia, en el que los carpelos se fusionan.

**Acérvulo:** pequeño grupo de células.

**Antera:** parte del estambre que contiene los sacos polínicos (polen).

**Antesis:** momento de la apertura de la flor, con el estigma maduro y receptivo para la polinización.

**Apresorio:** estructura con la que el hongo se prende de las células.

**Cambium:** meristemo lateral que durante el proceso de crecimiento secundario da origen a capas sucesivas de floema y xilema secundario.

**Callo:** masa de células indiferenciadas que se desarrolla como respuesta a un daño o herida, cicatriz, injerto o en cultivos de tejidos.

**Carminativa:** medicamento que favorece la expulsión de los gases desarrollados en el tubo digestivo.

**Carpelo:** partes constitutivas del gineceo equivalentes a megasporófitos. A partir de ellos se desarrollan los rudimentos seminales en zonas específicas denominadas placentas.

**Cima:** inflorescencia cuyo eje tiene una flor en su extremo.

**Coléter:** apéndice o tricoma multicelular que produce una secreción de mucílago. Se encuentra en las yemas de muchas especies.

**Endospermo:** tejido nutritivo de la semilla.

**Endotecio:** la capa subyacente a la epidermis.

**Emenagoga:** remedio que provoca la regla o evacuación menstrual de las mujeres.

**Epicotilo:** parte de un embrión que da origen a un vástago.

**Estambre:** órgano floral que produce el polen.

**Hifas:** ramificaciones del micelio de un hongo.

**Hipocótilo:** parte del eje embrional, localizada entre el cotiledón y la radícula.

**Laticíferos:** serie longitudinal de células que contiene un fluido característico llamado látex.

**Pecíolo:** parte de la hoja que la une al tallo.

**Pedicelo:** eje que sostiene una flor.

**Pedúnculo:** eje que sostiene una inflorescencia.

**Periciclo:** tejido de origen fundamental. Se localiza entre el tejido vascular y la endodermis.

**Peridermis:** tejido secundario productor, que reemplaza la epidermis en el tallo y la raíz.

**Pistilo:** órgano femenino que ocupa el centro de la flor y consta de uno o más carpelos.

**Teratológico:** monstruoso; la fruta con gran deformidad.

**Tricoma:** células epidérmicas modificadas (incluyen pelos, escamas y otras).



**APÉNDICE  
FOTOGRAFÍAS A COLOR**



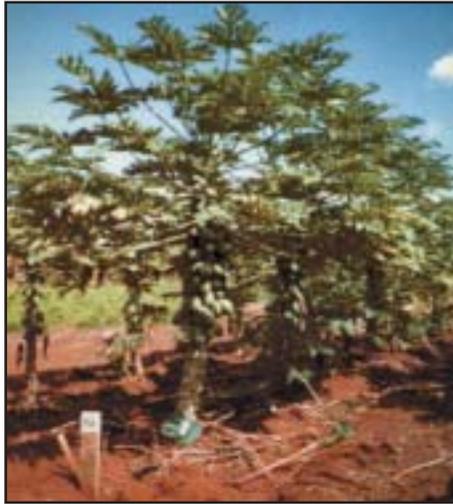


Foto 9 Planta de "Sunset".



Foto 10 Fruto de "Sunset".



Foto 36 Árboles que requieren una deshoja.



Foto 37 Fruta que no debe permanecer en el suelo, pues es inóculo de plagas.



Foto 42 Deficiencia de magnesio y zinc.



Foto 41 Efecto de la sequía.



Foto 43 Deficiencia de magnesio.



Foto 44 Deficiencia de boro.



Foto 45 Frutos inmaduros mostrando el exudado de látex por deficiencia de boro.



Foto 48 Infección por *Phytophthora palmivora*.

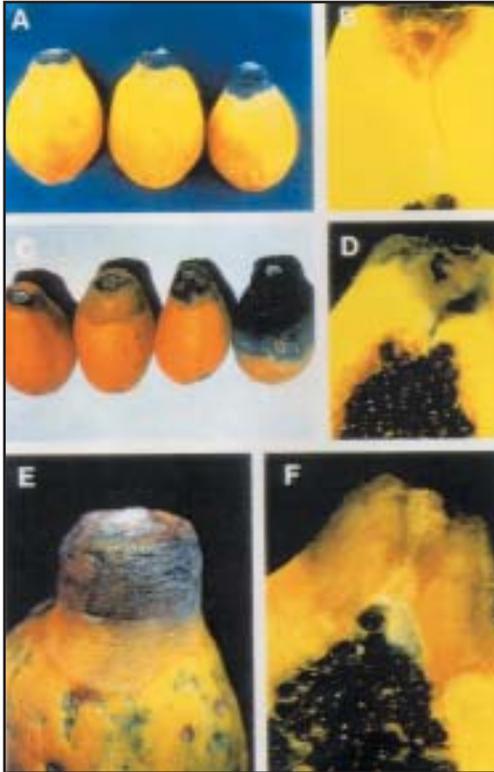


Foto 49 Pudriciones del extremo del pedúnculo (Fotos Alvarez y Nishima, 1987).

A: Etapas de pudrición del extremo del pedúnculo causados por *Mycosphaerella* sp., mostrando tejidos negros infectados con márgenes de color café translúcido  
 B: Penetración de los haces vasculares por *Mycosphaerella* sp.  
 C: Etapas sucesivas de infección de *Botryodiplodia theobromae*.  
 D: Sección longitudinal del extremo del pedúnculo mostrando una decoloración negro azulada, característica de las infecciones de *Mycosphaerella* sp y *B. Theobromae*, el hongo ha penetrado los haces vasculares.  
 E: Tejido del extremo del pedúnculo arrugado característico de la infección de *Phomopsis* sp.  
 F: Descomposición por *Phomopsis* sp. mostrando tejido parénquima suave de color café translúcido.

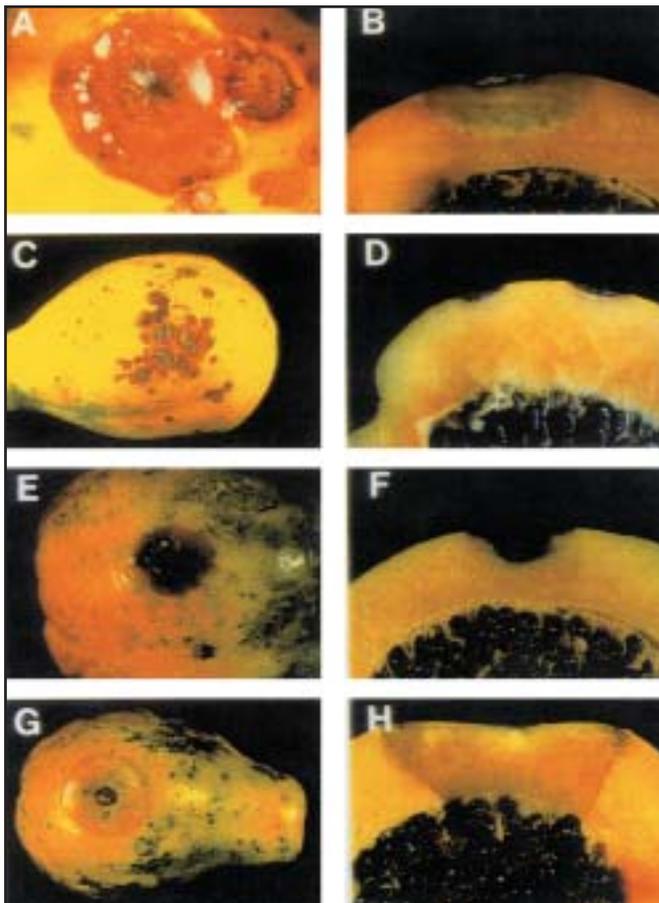


Foto 50 Pudriciones superficiales comunes en papaya.

A: Lesión hundida de antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporoides*.  
 B: Sección transversal de una lesión de antracnosis mostrando la decoloración gris blanca de la pulpa de papaya. Un tejido calloso y firme se forma a la orilla de la lesión suave y semicircular.  
 C: Lesiones de mancha chocolate que van desde diminutas manchas superficiales (izq.) hasta grandes lesiones hundidas con márgenes húmedos (centro).  
 D: Sección transversal de lesiones de mancha chocolate que muestran una penetración limitada en el tejido parénquima.  
 E: Lesión de *Mycosphaerella* sp. mostrando un margen café claro translúcido.  
 F: Sección transversal de una lesión de *Mycosphaerella* sp. mostrando una capa de negro firme debajo del punto de infección.  
 G: Lesión suave y translúcida de *Phomopsis* sp. con los picnidios negros al centro.  
 H: Sección transversal de una lesión de *Phomopsis* sp. que se expande rápido y que muestra el progreso de la pudrición hasta la cavidad seminal.

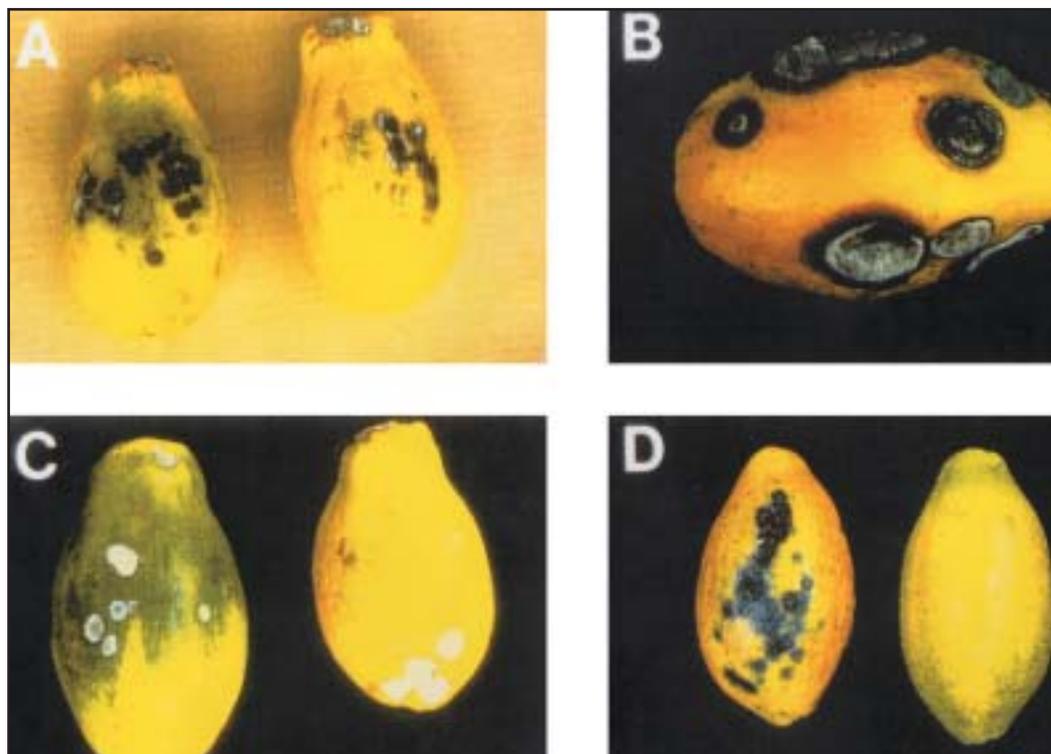


Foto 51 Pudriciones superficiales poco frecuentes en papaya.

- A: Lesiones causadas por *Alternaria alternata*. Obsérvese las masas de esporas negras.  
B: Lesiones por *Stemphylium sp.*, caracterizadas por márgenes café rojizo y un micelio gris blanco.  
C: Pudrición seca causada por *Fusarium solani* en el que las capas de micelio blanco se forman sobre las lesiones.  
D: Lesiones verde negro asociadas con *Guignardia sp.*



Foto 52 Efecto del tratamiento de agua caliente en papayas cosechadas en el mismo campo y seleccionadas por su uniformidad. Las frutas a la izquierda fueron tratadas con agua caliente por 30 minutos a 48 °C y no muestran ninguna pudrición del extremo del pedúnculo, aunque la maduración se ha atrasado ligeramente. Las frutas a la derecha no fueron tratadas.



Foto 53 Tizne interno causado por *Cladosporium* sp.



Foto 54 Pudrición acuosa de la fruta causada por *Rhizopus stolonifer*. La masa de esporas negras cubre la superficie de una fruta infectada.

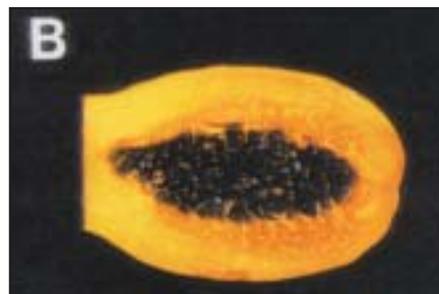


Foto 55 Pudriciones internas causadas por bacterias (Fotos Alvarez y Nishima 1987).

A) La mancha morada muestra la infección causada por razas de *Erwinia herbicola* que producen pigmentos, los vasos conductores de látex y el tejido vascular que rodea la cavidad de la semilla están descoloridos.

B) Enfermedad del amarillamiento interno causada por *Enterobacter cloacae*.



Foto 56 *Enterobacter cloacae*.



Foto 57 Tizne.



Foto 58 Caracoles y cochinilla.

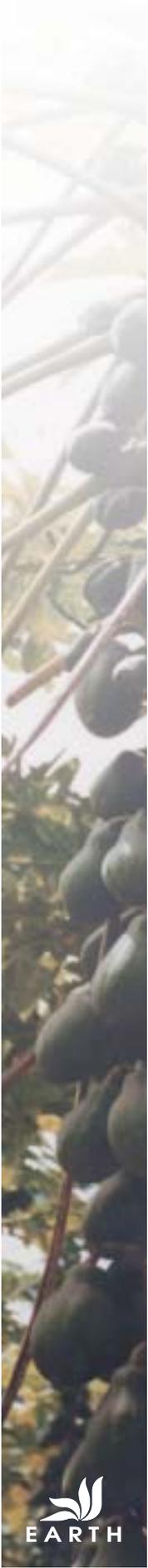




Foto 66 Parte interna de la cámara para el tratamiento químico (lado derecho) y para la aplicación de la cera (lado izquierdo).



Foto 67 Fruta tratada con cera y fungicida.





Foto 68 Papaya tipo SOLO.



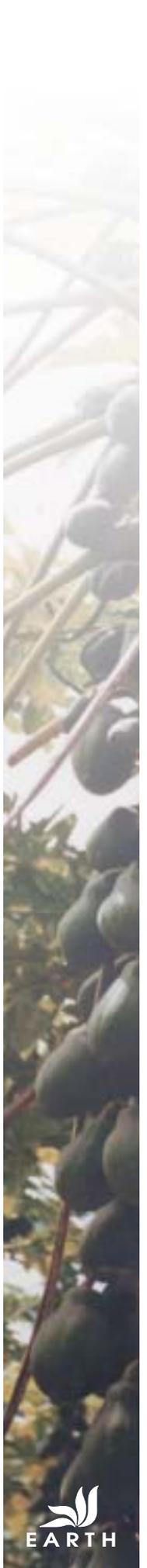
Foto 70 Fruta exhibiendo el pendúnculo recortado.



Foto 71 Frutas bien formadas: limpias y lisas.



Foto 72 Fruta no empacable: frutas de diferentes tipos de flor.



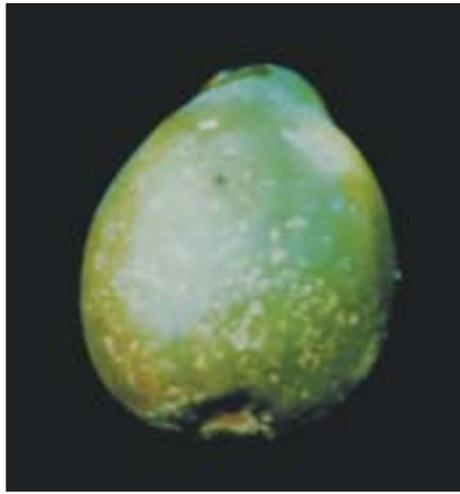


Foto 73 Frutas con defectos: cicatrices y manchas.



Foto 74 Mancha chocolate.



Foto 75 Antracnosis y mancha chocolate.

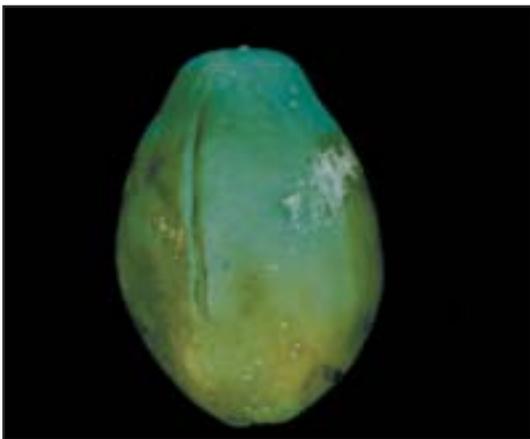


Foto 76 Manchas, cicatrices y rozaduras.



Foto 77 Quemada de sol.





Foto 78 Cochinillas y pedúnculo largo.

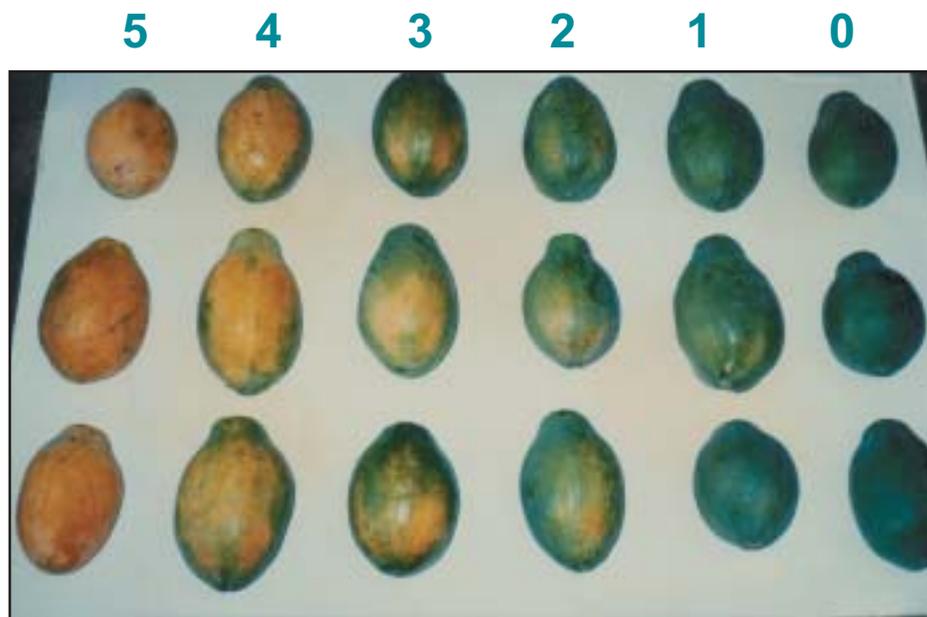


Foto 79 Tabla de colores de maduración.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, AM; Nishima, WT. 1987. Postharvest diseases of papaya. *Plant. Disease* 71(8):1-30.
- Arkle, TD; Nakasone, HY. 1984. Floral differentiation in the hermaphroditic papaya. *Hort Science* 19(6):25-40.
- Akamine, EK; Arisumi, T. 1952. The control of postharvest storage decay of papaya. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Prog. Notes* 82.
- Akamine, E K; Wong, R. 1966 Extending the shelf life of papayas with gamma irradiation. *Hawaii Farm Sci.* 15(1): 4-6.
- Akamine, EK. 1969 Controlled atmosphere storage of papayas. *Hawáii Papaya Indus. Assoc. Proc.* 64:23-24.
- Akamine, EK. 1975 The hot water treatment of papaya in Hawaii. *Food Techno. Aust.* 27:482-483.
- Annual proceedings of the Hawaii papaya industry association conferences. 1984 - 1994. Honolulu, Hawaii, Hawaii Papaya Industry Association. 10v.
- Awada, M; Ikeda, W. 1953. Effects of moisture on yield and sex expression of the papaya plants. *Hawaii Agr. Exp. Sta. Prog. Notes* 97.
- Barahona, M; Sancho, E. 1991. *Fruticultura tropical.* San José, CR EUNED. 50 p.
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José. CR, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 157 p.
- Borrer, DJ; DeLong, DM. 1970. An introduction to the study of insects. 3 ed. NY, McGraw-Hill. 450 p.
- Carrillo, JM. 1979. El cultivo comercial de la papaya. Guatemala, INTECAP. 50 p.
- Couey, HM. 1984. Comparison of hot water spray and immersion treatments for control of postharvest decay of papaya. s.l. The American Phytopathological Society. 30:32-42.
- Cunliffe, RS. 1917. Cultivation of the papaya. *Rev. Agr. Cuba* 1:12-27.
- Durand Wayland, Inc. s.f. La Grange, Georgia, US. s.p.
- Chau, KF; Alvarez, AM. 1983. A histological study of anthracnose on *Carica papaya*. *Phytopathology* 73:1113-1116.
- Chia, CL; Nishina, MS; Evans, DO. 1985. Papaya . Hawaii Coop. Ext. Ser. Com. Fact Sheet. PA-3A.
- Ebelling, W. 1959. Subtropical fruit pests. University of California. US. 300 p.
- Electrostatic Spraying Systems, s.f. Watkinsville, Georgia. US. s.p.
- Enríquez, H. 1957 Cultivo de la papaya. Guatemala, Ministerio de Agricultura de Guatemala, s.p.
- EPA. 1993. Tolerances on papaya. US. s.p.
- Fisher. 1980. Structure of papaya, *LYONIA* 1(4): 50-60.
- Flores, E. 1999. La Planta. LUR. Cartago, CR. s.p.
- Hamilton, R; Ito, P; Paull, R. 1993. Sunset Solo papaya, Hawaii Coop Ext. Ser. C. F S. PA-3(B):1-4.
- Jaques, H. 1947. The insects. WM. C. Brown Co. Iowa. US. s.p.
- Lange, AH. 1961. Transplanting papayas versus seeding in place. *Tropical Agriculture* 38:235-243.
- Low, C; Marezki, AN. 1982. Papaya Commodity Fact Sheet PA-1A. Coop. Extension Service, Univ. of Hawaii. s.p.
- Nakasone, HY. 1986. Papaya. Florida, US, CRC Press. 227-301.
- . 1994. Report on recommendations of Hawaiian papaya in Tabasco, Mexico.

-----; Paull, R. 1998. Tropical Fruits. CAB Int., New York, US. 400 p.

-----; Lamourex, C. 1982. Transitional forms of hermaphroditic papaya flowers leading to complete maleness. Soc. Hort. Sci. 107(4):589-592.

Nishina, M. 1991. Bumpy fruit of papaya as related to boron deficiency. Hawaii Coop. Ext. Ser. C F S PA-4 (B):1-4.

-----, et al. 1989. Papaya ringspot virus: a serious disease of papaya. Hawaii Coop. Ext. Ser. C F S PA-4 (A).

Parris, GK. 1939. A new disease of papaya in Hawaii. Amer. Soc. Hort. Sci. Proc. 36:263-265.

Paull, R; Nishijina, W; Reyes, M; Cavaletto, C. 1997. Postharvest handling and losses during marketing of papaya. Postharvest Biology and Technology 11:165-179.

Quality Specifications and Procedures. 1991. USDA, s.l. 12 p.

Sanyal, PO. 1921. Plant *Carica papaya* and its enzyme. Agr. J. India 16:497.

Thompson, BJ. 1982. Versatile Papaya. Coop. Extensión Service. Univ. of Hawaii. PB-3:1-5.

Villatoro, C. 1990. Guía de trampeo para moscas de la fruta. Guatemala. USDA, APHIS. 10 p.

