

# EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

19454  
3 cop.



Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria  
Regional 8

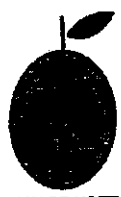


APOYO TECNOLÓGICO  
Y DE COINVERSIÓN



ASOCIACIÓN DE HORTICULTORES  
Y FRUTICULTORES DE COLOMBIA  
ASOHOFRUCOL

1384-1



ASOCIACION DE HORTICULTORES  
Y FRUTICULTORES DE COLOMBIA  
ASOHOFRUCOL



APOYO TECNOLÓGICO  
Y DE INVERSIÓN

# EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

MANUAL DE ASISTENCIA TÉCNICA  
No. 04

Manual de Asistencia Técnica No. 04

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

I. C. A. - BAC	
No. Acceso	
Fecha	<input type="checkbox"/>
Int.	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	
Deposito Legal CÓPOICE	
Fecha - 9 AGO. 2002	Costo \$ 20.000

**Edición y compilación:** Laura Victoria Arango Wiesner  
Investigador Adjunto. CORPOICA, C.I. La Libertad  
A.A. 3129 Villavicencio, Colombia  
Código: 03.01.04.08.32.99

**Fotografía Portada:** Papaya variedad CATIRA 1,  
Impresión: Lito process Tel. 6691905 V/cio.  
Tiraje: 1.000 ejemplares

## **Autores**

- Laura Victoria Arango Wiesner**      Ingeniero Agrónomo. Investigadora Programa Regional Agrícola. CORPOICA. C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Carlos Alberto Roman Hoyos**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Hortalizas. Asistente Técnico particular
- Carmen Rosa Salamanca**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Suelos y Aguas. Investigadora Programa Regional Agrícola CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Edgar Fernando Almansa Manrique**      Ingeniero Agrícola. M.Sc. en Recursos Hidráulicos. Investigador Programa Nacional Suelos y Aguas. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Jaime Humberto Bernal Riobo**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Fisiología de Cultivos. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Guillermo A. León Martínez**      Ingeniero Agrónomo. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Vicente Emilio Rey Valenzuela**      Ingeniero Agrónomo. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Magnolia Ariza Nieto.**      Ingeniero de Alimentos, M.Sc. en Biotecnología. Investigadora Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Pedro Gómez Bilbao**      Economista. M.Sc. en Evaluación Social de Proyectos. Programa Regional Sistemas de Producción. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	6
<b>Capítulo 1 ASPECTOS AGROECONOMICOS</b> .....	7
<b>IMPORTANCIA</b> .....	8
<b>CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION</b> .....	8
<b>Capítulo 2 ASPECTOS BOTANICOS</b> .....	13
<b>ORIGEN Y DISPERSION</b> .....	14
<b>TAXONOMIA</b> .....	14
<b>MORFOLOGÍA</b> .....	15
<b>CICLO VEGETATIVO</b> .....	17
<b>VARIEDADES CULTIVADAS</b> .....	18
<b>Capítulo 3 REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO</b> .....	24
<b>CLIMA</b> .....	25
<b>SUELO</b> .....	26
<b>Capítulo 4 ESTABLECIMIENTO</b> .....	28
<b>PROPAGACION</b> .....	29
<b>VIVERO</b> .....	29
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b> .....	30
<b>DISTANCIA DE SIEMBRA</b> .....	30
<b>TRANSPLANTE</b> .....	30
<b>RALEO</b> .....	31
<b>Capítulo 5 NUTRICION Y FERTILIZACION</b> .....	33
<b>DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN</b> .....	34
<b>APLICACIONES PRACTICAS</b> .....	38
<b>ENMIENDAS</b> .....	39
<b>ABONOS VERDES Y ORGANICOS</b> .....	40

## **Autores**

- Laura Victoria Arango Wiesner**      Ingeniero Agrónomo. Investigadora Programa Regional Agrícola. CORPOICA. C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Carlos Alberto Roman Hoyos**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Hortalizas. Asistente Técnico particular
- Carmen Rosa Salamanca**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Suelos y Aguas. Investigadora Programa Regional Agrícola CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Edgar Fernando Almansa Manrique**      Ingeniero Agrícola. M.Sc. en Recursos Hidráulicos. Investigador Programa Nacional Suelos y Aguas. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Jaime Humberto Bernal Riobo**      Ingeniero Agrónomo. M.Sc. en Fisiología de Cultivos. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Guillermo A. León Martínez**      Ingeniero Agrónomo. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Vicente Emilio Rey Valenzuela**      Ingeniero Agrónomo. Investigador Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Magnolia Ariza Nieto.**      Ingeniero de Alimentos, M.Sc. en Biotecnología. Investigadora Programa Regional Agrícola. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.
- Pedro Gómez Bilbao**      Economista. M.Sc. en Evaluación Social de Proyectos. Programa Regional Sistemas de Producción. CORPOICA C.I. La Libertad. Villavicencio, Meta, Colombia.

# CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN</b> .....	6
<b>Capítulo 1 ASPECTOS AGROECONOMICOS</b> .....	7
<b>IMPORTANCIA</b> .....	8
<b>CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION</b> .....	8
<b>Capítulo 2 ASPECTOS BOTANICOS</b> .....	13
<b>ORIGEN Y DISPERSION</b> .....	14
<b>TAXONOMIA</b> .....	14
<b>MORFOLOGÍA</b> .....	15
<b>CICLO VEGETATIVO</b> .....	17
<b>VARIEDADES CULTIVADAS</b> .....	18
<b>Capítulo 3 REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO</b> .....	24
<b>CLIMA</b> .....	25
<b>SUELO</b> .....	26
<b>Capítulo 4 ESTABLECIMIENTO</b> .....	28
<b>PROPAGACION</b> .....	29
<b>VIVERO</b> .....	29
<b>PREPARACION DEL TERRENO</b> .....	30
<b>DISTANCIA DE SIEMBRA</b> .....	30
<b>TRANSPLANTE</b> .....	30
<b>RALEO</b> .....	31
<b>Capítulo 5 NUTRICION Y FERTILIZACION</b> .....	33
<b>DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN</b> .....	34
<b>APLICACIONES PRACTICAS</b> .....	38
<b>ENMIENDAS</b> .....	39
<b>ABONOS VERDES Y ORGANICOS</b> .....	40

<b>Capítulo 6 RIEGOS Y DRENAJES .....</b>	<b>42</b>
<b>EL RIEGO .....</b>	<b>43</b>
<b>EL DRENAJE .....</b>	<b>50</b>
<b>Capítulo 7 MANEJO DE MALEZAS .....</b>	<b>56</b>
<b>MALEZAS EN EL CULTIVO .....</b>	<b>57</b>
<b>MANEJO INTEGRADO .....</b>	<b>57</b>
<b>Capítulo 8 ENFERMEDADES Y SU MANEJO .....</b>	<b>63</b>
<b>MANCHA ANULAR.....</b>	<b>64</b>
<b>ANTRACNOSIS.....</b>	<b>66</b>
<b>PUDRICION DE RAICES .....</b>	<b>67</b>
<b>MANCHA DE ASPERISPORIUM.....</b>	<b>68</b>
<b>NEMATODOS .....</b>	<b>68</b>
<b>OIDIUM .....</b>	<b>68</b>
<b>Capítulo 9 PLAGAS Y SU MANEJO .....</b>	<b>71</b>
<b>ACAROS .....</b>	<b>72</b>
<b>AFIDOS Ó PULGONES .....</b>	<b>73</b>
<b>GUSANO CACHÓN .....</b>	<b>74</b>
<b>MOSCA DE LA PAPAYA .....</b>	<b>76</b>
<b>TRIPS, SALTAHOJAS, ESCAMAS Y MOSCA BLANCA .....</b>	<b>77</b>
<b>HORMIGAS .....</b>	<b>78</b>
<b>Capítulo 10 COSECHA Y POSCOSECHA .....</b>	<b>82</b>
<b>IMPORTANCIA DE LA CALIDAD .....</b>	<b>83</b>
<b>MANEJO POSTCOSECHA .....</b>	<b>84</b>
<b>DESORDENES FISICOS Y FISIOLÓGICOS .....</b>	<b>91</b>
<b>DESORDENES PATOLÓGICOS .....</b>	<b>91</b>
<b>TRATAMIENTOS TÉRMICOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS .....</b>	<b>92</b>
<b>Capítulo 11 ESTRUCTURA DE COSTOS Y RENTABILIDAD.....</b>	<b>94</b>
<b>ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN .....</b>	<b>95</b>
<b>METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO .....</b>	<b>96</b>

## **PRESENTACION**

El cultivo de las frutas tropicales en Colombia es una actividad, que a pesar de ser muy promisoría, es muy incipiente, y es por eso que la mayoría de las frutas comerciales, entre las cuales figuran algunos cítricos, el aguacate, el mango, la piña y la papaya, se producen en cantidades muy pequeñas, si se tienen en cuenta las necesidades del consumo nacional.

Colombia figura en 10º lugar en producción mundial de papaya con unas 64.000 t/año, de las cuales el 38% se producen en el departamento del Meta. Debido a la gran importancia económica de esta especie en la región de los Llanos Orientales, se presenta en este documento información técnica sobre el cultivo de la papaya basada en experiencias de investigadores locales y reportes de otras localidades y países que pueden ser aplicados a nuestras condiciones. Parte de esta información ha sido generada en años anteriores por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA; y en los últimos cinco años por la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA con la cofinanciación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología PRONATTA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

Con este material escrito se pretende contribuir al desarrollo agrícola del país y a que con su consulta se mejore el nivel tecnológico de los cultivadores regionales para que éstos respondan a la creciente demanda de alimentos del pueblo colombiano con una mayor oferta de frutas de buena calidad.

*Jaime Triana Restrepo*  
*Director Regional 8*

Capítulo 1  
**ASPECTOS AGROECONOMICOS**

Laura V. Arango W  
Carlos A. Roman F

## **IMPORTANCIA**

La papaya es también llamada comúnmente "lechosa" en Venezuela, "fruta bomba" en Cuba y "Mamao" en Brasil. Es una de las frutas tropicales, más apetecidas por su suave y agradable sabor y las propiedades nutritivas, digestivas y medicinales que se le atribuyen. Su cultivo es atractivo para el agricultor ya que tiene ventajas sobre otros frutales, en especial su corto período entre siembra y cosecha, su alto rendimiento, una producción continua y el bajo desarrollo de la planta, que le permite ser intercalada con otros árboles frutales.

La papaya se consume principalmente como fruta fresca, por su excelente sabor y textura. Es muy solicitada por los consumidores que tienen preferencia por las frutas que además de agradables posean un contenido alto de nutrientes. El contenido de vitaminas, minerales y proteínas, hacen sobresalir esta fruta por sus características medicinales, principalmente en el tratamiento de enfermedades gástricas. Su valor nutritivo es alto: cien (100) gramos de pulpa, suministran los requerimientos mínimos diarios de vitamina C y la mitad de la vitamina A. Además posee, vitaminas del complejo B (B1, B6 y B12). Su consumo diario contribuye a la estabilización de la presión arterial y el relajamiento muscular.

Las flores poseen propiedades febrífugas y pectorales, cuando se consume en infusiones. Las hojas, frutos y tallos, poseen el alcaloide carpaina y la enzima papaina, utilizados ampliamente en la medicina. La carpaina, que se encuentra principalmente en las hojas, en concentraciones hasta de 0.4%, es usada en los tratamientos de la disentería y la tuberculosis. La papaina, que se encuentra en los tejidos verdes de la planta y en especial en los frutos verdes, posee la cualidad de disolver y digerir los albuminoides. Gracias a esta cualidad, es utilizada en medicina para el control de insuficiencias gástricas, en la digestión de tejidos putrefactos, en heridas gangrenosas y para estudios citológicos en la determinación del cáncer estomacal.

En la industria textil se usa la papaina para suavizar la lana y la seda; en la industria de pieles, para la batiente de cueros; en la industria del caucho, para el envejecimiento artificial del látex; también es usada para la fabricación de chicles y en la industria cervecera, donde no puede faltar, para mejorar las maltas. Además, se emplea para el ablandamiento de carnes mediante la inyección a la res, minutos antes de su sacrificio ó en forma directa, rociando con papaina el corte de carne al momento de su cocción.

## **CARACTERISTICAS DE LA PRODUCCION**

Actualmente, se cultiva papaya en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. La producción mundial de papaya, según reportes de la FAO, tabla 1, es de unos 5.0

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

millones de toneladas al año, de los cuales Brasil produce 1.7 millones, o sea un 34%, ocupando así el primer lugar, le sigue México y la India con 500.000 toneladas en promedio; Indonesia, Peru, China y Tailandia producen entre 100.000 y 300.000 toneladas anuales; Filipinas, Venezuela y Colombia producen alrededor de 65.000 toneladas. Los anteriores se destacan entre los 10 primeros países productores del mundo.

**Tabla 1. Principales países productores de papaya (Miles de toneladas), período 1990 - 1997<sup>1</sup>**

País	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
1. Brasil	964	1.136	1.282	1.622	1.772	1.837	1.646	1.700
2. India	451	390	424	450	470	505	423	450
3. Mexico	250	342	474	273	489	483	497	594
4. Indonesia	350	353	407	422	371	586	382	355
5. China	82	125	125	156	120	142	142	149
6. Perú	66	77	80	113	140	136	147	165
7. Tailandia	100	100	100	120	120	120	115	115
8. Venezuela	32	30	34	34	52	73	81	87
9. Colombia	40	71	74	62	64	64	64	64
10. Filipinas	97	95	96	97	58	57	60	61
<b>Total mundial*</b>	<b>3.559</b>	<b>3.859</b>	<b>4.232</b>	<b>4.579</b>	<b>4.887</b>	<b>5.284</b>	<b>4.844</b>	<b>5.095</b>

<sup>1</sup> FAO, 1999

\*total de 21 países

En Colombia, el cultivo de la papaya se encuentra en el octavo lugar por área sembrada respecto a otras frutas cultivadas en el país. Las principales zonas productoras han sido la Costa Atlántica, Meta, Santander, Tolima, Huila y Valle del Cauca. Según reportes de la FAO, Colombia produce unas 64.000 toneladas de papaya al año con 2.300 hectáreas sembradas; volúmenes y áreas estables durante los últimos años de la década.

Sin embargo, el Ministerio de Agricultura reporta en 1996 unas 4.738 hectáreas cosechadas de las cuales el departamento de Córdoba participa con 2.922 ocupando el primer lugar en el país y en segundo lugar se encuentra Meta con 518 hectáreas, tabla 2. Para 1997 solamente se reportan 1.901 hectáreas cosechadas que corresponden a 44.701 toneladas. En este año no se reportan áreas cosechadas en Córdoba debido posiblemente a que en este año solo existen nuevas siembras que no entran a producción solo hasta 1998. Es por eso que esta entidad reporta volúmenes de 144.005 toneladas de papaya para 1998, provenientes de este departamento y que equivaldrían a unas 2.880 hectáreas sembradas en 1997.

En la mayoría de estos departamentos se cultivan variedades que generalmente abastecen los mercados locales y depende de los requerimientos del consumidor local. De estas regiones productoras, los departamentos de Córdoba y Meta poseen la mayor área de papaya

Tabla 2. Areas en producción de papaya en Colombia. 1997

Departamento	Area total Cosechada 1996 (ha)	Area total Cosechada 1997 (ha)	Producción obtenida (t) 1997	Rendimiento (t/ha)
Antioquia	86	200	6.352	31.8
Atlántico	6	2	27	13.5
Bolívar	25	7	70	10
Boyaca	27	23	376	16.3
Cesar	10	132	3.003	22.8
Córdoba	2.922	0	(144.005)	(50)
Cundinamarca	80	81	2.287	28.2
Huila	190	192	2.986	15.6
Magdalena	426	466	9.320	20
<b>Meta</b>	<b>518</b>	<b>497</b>	<b>13.569</b>	<b>27.3</b>
Norte de Santander	146	0	(2.360)	(16)
Quindío	38	15	150	10
Risaralda	30	44	568	13
Tolima	126	118	3350	28.3
Valle	108	124	2.643	21.3
<b>TOTAL</b>	<b>4.738</b>	<b>1.901</b>	<b>44.701</b>	

Fuente:Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural

sembrada y son los mayores abastecedores del principal centro de consumo del país que es Bogotá. En el departamento de Córdoba se produce toda la papaya Hawaiana que se consume principalmente en los almacenes de cadena de Bogotá y Meta es el mayor abastecedor de papaya Melona que se consume principalmente en los mercados mayoristas de la ciudad y el oriente colombiano. Los demás departamentos producen diferentes tipos de papaya que se comercializa principalmente para autoconsumo de la región y su participación en el mercado de Bogotá es muy pequeña.

En el Piedemonte llanero, la zona de mayor importancia para la producción de papaya es la región del Ariari, la cual comprende 35.800 hectáreas de suelos con alta fertilidad que poseen características físicas y químicas aptas para el desarrollo de este cultivo.

El departamento del Meta se destacó por haber sido el primer productor de papaya a nivel nacional y era considerado el cultivo de frutas más importante dentro de la economía de la región del Ariari. Casi exclusivamente en el municipio de Lejanías, existían en 1991 unas 1.000 hectáreas sembradas que producían aproximadamente unas 40.000 toneladas al año; no obstante, por problemas de alta incidencia del virus de la mancha anular y la ausencia de medidas de manejo de la enfermedad, después del bloqueo de la zona por la caída del puente del Ariari, la producción y la calidad de la fruta decayó drásticamente y su cultivo fue desplazado a otros municipios aledaños buscando zonas libres de virus aunque con mayores limitantes edafoclimáticas los cuales atraviezan actualmente por una situación similar.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Tabla 3. Evolución del área y la producción de papaya en el Piedemonte del Meta. 1990-1999

Año	Area (hectáreas)	Rendimiento (toneladas/ha)	Producción (toneladas)
1990	800	60	48.000
1991	939	43.5	40.846
1992	954	27	25.758
1993	775	30	26.030
1994	620	30.5	18.879
1995	1600	30.9	41.510
1996	518	31	16.305
1997	497	26.6	13.569
1998	539	23.8	13.580
1999	553	24.6	13.580

Fuente: URPA

Para el periodo de 1996 en el Meta se sembraron 518 hectáreas con la variedad Melona alcanzando volúmenes de producción de 16.307 toneladas. Para el periodo de 1998 en el Meta se reporta un total de 539 hectáreas con la variedad Melona con volúmenes de producción de 13.580 toneladas, y el municipio de Lejanías solo 135 has lo cual es insignificante con respecto al área sembrada en 1992.

A nivel local, la comercialización de esta producción se lleva a cabo en las plazas de mercado y otros sitios de distribución al consumidor de los municipios productores, en la capital Villavicencio y otros municipios del oriente colombiano. Sin embargo, la mayor parte de la producción tiene como destino la ciudad de Bogotá, especialmente para mercados mayoristas y almacenes de cadena.

El abastecimiento de papaya Melona en el mercado de Bogotá presenta una alta estacionalidad. Se observan dos épocas del año en las cuales se presenta bajo abastecimiento de Febrero a Abril y de Julio a Septiembre, figura 1. Esta situación coincide con las épocas de lluvias que se presentan en los Llanos Orientales que se inician en el mes de Marzo y es cuando los agricultores inician las siembras. La cosecha de estos cultivos se inicia en Noviembre y transcurre hasta Febrero que es cuando se presenta sobre oferta. Durante los meses de sequía, Diciembre a Febrero, no se aplica riego suplementario; por lo tanto, la floración se detiene y se reinicia al siguiente año al inicio de lluvias. Esta cosecha sale nuevamente en Mayo y Junio, sin embargo debido a la alta incidencia de virus, los cultivos solo producen durante 2 meses más y se entrega fruta de menor tamaño y de mala calidad. En resumen, la estacionalidad de la producción depende directamente de las épocas de siembra y de la disponibilidad de agua de los cultivos de la región.

Figura 1. Calendario de abastecimiento de papaya  
Melona en plazas mayoristas

PAPAYA MELONA	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGS	SEP	OCT	NOV	DIC
BOGOTA	■				▨	▨				▨	■	■
CALI	▨		▨	▨	▨	▨	▨			▨		▨
MEDELLIN	■	▨	■	▨	▨	▨					■	■

Fuente: CORDICAFE, Boletín anual No. 22

Alto abastecimiento ■ Abastecimiento normal ▨ Abastecimiento bajo □

### BIBLIOGRAFIA

- FAO. 1999. Production Yearbook
- FAO. 1987. Evaluación reciente del mercado de frutas tropicales frescas. Seminario de CEPD. Bogotá, septiembre 14-18.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA 1991. Informe Anual de Actividades. (Mecanografiado). Programa de Frutales, C.I. La Libertad. 40 p.
- PROCIANDINO. 1997. Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y hortalizas de la región Andina. FRUTHEX, Quito, Ecuador.
- ROMAN H., C.A. 1990. Mercado de las principales frutas tropicales y subtropicales cultivadas en Colombia. Revista de la Sociedad de Ingenieros Agrónomos del Llano (SIALL). 7(2)30-34.
- RUGGIERO, C. 1988. 2º Simposio Brasileiro sobre a Cultura de mamoeiro. Jaboticabal 25 a 28, Janeiro - 248 p.
- SNYMAN, C. and NEL, A. 1985. Pruning of papaw trees. Information Bulletin Citrus and Subtropical Fruit Research Institute. No. 160 (1-2) 4. South Africa.
- TORRES, M., R. 1977. Papaya. En: Frutales. Manual de Asistencia Técnica No. 4 Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, Colombia.
- URPA. 1996. Evaluación del área de los principales cultivos anuales y permanentes. Departamento del Meta. Villavicencio, Colombia.

**Capítulo 2**  
**ASPECTOS BOTANICOS**

Laura V. Arango W.

## ORIGEN Y DISPERSION

La papaya (*Carica papaya* L.), es una especie originaria de América Tropical, en especial de América Central y de la costa occidental de América del Sur, siguiendo los valles húmedos de la cordillera Andina. En ellos, Colombia y Ecuador presentan el mayor número de especies pertenecientes a la familia de las caricáceas, entre las que se destacan la papaya y los llamados papayuelos de clima cálido, medio y frío.

Actualmente se cultiva en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo, entre los 32 grados de latitud norte y sur del Ecuador, como consecuencia de la dispersión realizada por los marinos españoles y portugueses, pocos años después del descubrimiento de América. Fue descrita por primera vez por el cronista español Oviedo en 1526 en la Costa Caribe de Panamá y Colombia. A Panamá llegó en 1535, a Puerto Rico en 1540 y unos años después, a Cuba. En 1611 se cultivaba en la India y a partir de 1800 fue ampliamente distribuida en las islas del sur del Océano Pacífico.

## TAXONOMIA

La papaya es una planta dicotiledonea, perteneciente a la familia Caricaceae. Esta pequeña familia tiene 4 géneros con 71 especies. Un elevado número de especies del género *Carica* son nativos de América Central y la zona noroccidental del América del Sur, principalmente de los valles húmedos de los Andes.

La especie cultivada más conocida es la *Carica papaya* y las silvestres más comunes en Colombia son las conocidas como papayuelos entre los que se destacan: *Carica cundinamarcensis*, que se le conoce como "Chamburo" crece en climas fríos, por encima de 1800 m.s.n.m.; se utiliza para madurar otras frutas y ablandar carnes. La cáscara y la pulpa son medicinales, además de servir para la elaboración de dulces y conservas; *Carica goudotiana*, llamada en Colombia "Papayuelo", produce dos tipos de plantas diferenciadas por el color de la corteza del fruto: rojo ó amarillo; *Carica cauliflora*, que crece en el valle geográfico del río Cauca, inmune a virus y empleada para la fabricación de conservas caseras; ha sido utilizada en los programas de mejoramiento genético mediante cruzamientos, para obtener variedades tolerantes a virus (PRSV-p); *Carica pentágona*, conocida como "Babaco", nativa de las áreas frías de los departamentos del Cauca y Nariño en Colombia y en el norte del Ecuador, es un híbrido natural entre *Carica pubescens* y *Carica stipulata*; no produce semillas y su propagación se realiza por medio de estacas; sus frutos son alargados y grandes, con un peso cercano a los dos kilogramos; la corteza es de color verde a amarillo brillante y muy aromáticos, su pulpa es de color blanco a crema y muy jugosa, con un sabor ligeramente ácido, aunque refrescante; se puede consumir como fruta fresca o procesada.

## MORFOLOGÍA

### RAIZ

El sistema radical es pivotante. La raíz principal es desarrollada y ramificada en forma radial y puede crecer hasta 1.5 metros de profundidad, dependiendo de las limitaciones físicas ó químicas del suelo donde se siembre. Las raíces secundarias son de color blanco-crema y se encuentran distribuidas en los primeros 30 centímetros del suelo.

### TALLO

El tallo generalmente es único, no ramificado, algo lignificado en la base y puede alcanzar alturas hasta de 12 metros. Con el transcurso de los años el tronco tiende a volverse más fibroso y hueco; a medida que envejece va tomando una coloración grisácea y se notan unas cicatrices triangulares en los puntos de inserción de las hojas ya caídas. Cuando el brote terminal ha sido afectado por una causa extraña se presenta la ramificación del tallo.

### HOJAS

Las hojas son de pecíolos largos y huecos; de color verde, morado o una combinación de éstos dos colores; la lámina foliar es grande, gruesa, algo coriácea, de forma palmeada, hendida y palminervia. El haz es de color verde oscuro, lampiño; el envés es más claro y en él se observan las nervaduras protuberantes. Las hojas aparecen en forma alterna a lo largo del tallo; una cada cuatro días aproximadamente, para un total de 100 hojas por año.

### FLORES

Las flores nacen en la axila de cada hoja y pueden ser pistiladas, estaminadas o pistilo-estaminadas, dando lugar a plantas femeninas, masculinas o hermafroditas, respectivamente. Son blancas cuando están maduras, de cinco pétalos, de corola carnosa y ausentes de néctar. El papayo es una especie polígama, por presentar tres tipos sexuales primarios: plantas estaminadas o masculinas, pistiladas o hembras y bisexuales o hermafroditas. Sin embargo, en el grupo de las hermafroditas existe un gran número de flores intermedias.

#### *Flor Estaminada o Masculina*

Se forma en plantas machos y se encuentran en ramilletes sobre largos pedúnculos que nacen en las axilas de las hojas. La flor es pequeña de forma tubular; posee un cáliz muy reducido, gamosépalo y de color verde claro; la corola es gamopétala, con cinco pétalos color blanco-cremoso y alargados. Posee diez estambres agrupados en la parte superior de la corola y un pistilo rudimentario con ovario vestigial. Esta flor no produce frutos, aunque algunas flores terminales del racimo pueden desarrollar un pistilo y por esta razón se pueden encontrar plantas machos produciendo frutos que por lo general son deformes, alargados o curvados y de mala calidad.

#### *Flor Pistilada o Femenina*

Se forma en el tallo principal de las plantas hembras, en las axilas de las hojas sobre un pedúnculo corto. Es por lo general solitaria, aunque puede presentarse en racimos de hasta cinco flores pero generalmente solo se desarrolla una. Son flores grandes de forma acampanada; el cáliz es gamosépalo y la corola posee cinco pétalos grandes, de color

blanco-cremoso, ligeramente carnosos, libres o soldados en su base. Ovario superior, grande y de forma redondeada; termina en una estigma, sentado y dividido en cinco lóbulos en forma de abanico. En su interior posee una gran cantidad de óvulos de placentación parietal. Carece de estambres y órganos masculinos por lo que necesita para ser polinizada de plantas masculinas o hermafroditas. Esta flor produce frutos globosos.

### ***Flor Hermafrodita***

Se encuentra solitaria o en pequeños racimos sobre un pedúnculo corto y en la axila de las hojas de plantas hermafroditas. Se diferencia de la flor hembra en su forma, ya que presenta un cuello o cintura por encima de su base, aunque, dependiendo del tipo de flor, también puede ser acampanada. Posee de cinco a diez estambres, de filamentos cortos y anteras de una coloración amarillo naranja, localizados en la cara inferior de los pétalos. El ovario es de tipo alargado o cilíndrico; los pétalos están unidos hasta la mitad de su longitud.

Las flores hermafroditas pueden presentarse bajo diferentes tipos. Storey, nombrado por Torres (1997), menciona hasta 15 formas de flores hermafroditas, pero sólo cuatro son de importancia, ya que son las que se presentan con mayor frecuencia.

#### **• *Flor Pentandria***

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

#### **• *Flor Elongata***

Es una flor alargada y con un cuello o cintura visible encima de la base. La corola está formada por cinco pétalos unidos más o menos en una tercera parte de su longitud. Tiene diez estambres, colocados en dos series de a cinco cada uno, adheridos al tubo de la corola. El ovario es alargado, por lo que produce frutos de la misma forma,

#### **• *Flor Intermedia***

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

#### **• *Flor Estéril***

Son flores muy parecidas a las masculinas y se diferencian de ellas en que se encuentran unidas al tallo por un pedúnculo corto. Al igual que las masculinas, su corola es gamopétala, por lo que presenta forma tubular. No posee ovario fértil. Este es filamentosos y no funcional.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Como las flores machos, no producen frutos. La presencia de flores intermedias e irregulares, aún cuando son de carácter genético, se presenta por cambios ambientales, especialmente de temperatura y humedad del suelo.

Para la obtención de semilla controlada y mejorada es importante conocer además de los tipos de flores existentes, la relación resultante del cruzamiento de los diferentes tipos de plantas. Con base en trabajos realizados por Hofmeyr, Storey y Horovitz sobre herencia del sexo en papaya, éste se puede expresar en términos de factores mendelianos simples usando los siguientes símbolos: M1: factor dominante para macho; M2: factor dominante para hermafrodita; m: factor recesivo para hembra.

La constitución genética de las tres formas sexuales es por lo tanto: M1m: macho; M2m: hermafrodita; mm:hembra. Los genotipos M1M1, M2M1 y M2M2, son inviables y no se presentan en la naturaleza. Al cruzar las tres formas sexuales entre sí se obtienen ocho combinaciones posibles, tabla 4.

Tabla 4. Relación de sexos resultante del cruzamiento y autopolinización de las diferentes formas sexuales de la papaya

Cruzamiento	Hembra	Hermafrodita	Macho	No viable
Hembra x Macho	1	0	1	0
Hembra x Hermafrodita	1	1	0	0
Hermafrodita autofecundada	1	2	0	1
Hermafrodita x Hermafrodita	1	2	0	1
Hermafrodita x Macho	1	1	1	1
Macho autofecundado	1	0	2	1
Macho x Macho	1	0	2	1
Macho x Hermafrodita	1	1	1	1

Fuente:Litz and Conover (1979)

## FRUTOS

El fruto es una baya de corteza débil, lisa, de color verde cuando está inmadura y se torna amarilla o anaranjada al madurarse. Su forma es variable dependiendo del tipo de flor que lo origine, pudiendo ser redondo, elíptico o en algunos casos, en forma de pera. En su interior presenta una cavidad circular o estrellada que alberga gran número de semillas pequeñas, ovaladas o esférica de unos dos milímetros de diámetro y de color negro o gris oscuro, rodeadas por un arilo jugoso. El color de la pulpa varía de amarillo oro hasta rojo salmón.

## CICLO VEGETATIVO

### GERMINACION Y EMERGENCIA

Dependiendo de las condiciones ambientales y de la calidad de la semilla, la germinación ocurre entre los 5 y 8 días de la siembra, y las plántulas emergen entre los 15 y 20 días

después, momento en el cual pueden presentar dos hojas verdaderas. Treinta días después logran una altura de 15 a 20 cm a partir de su base. En esta etapa de desarrollo se realiza el trasplante al sitio definitivo.

### **FLORACION**

La aparición de los primeros botones florales ocurre entre los 60 y 90 días después del trasplante. Este fenómeno, así como la época de producción depende de las características de cada variedad y está influenciado por las condiciones climáticas que rodean al cultivo.

En selecciones dióicas se ha observado la tendencia que presentan las plantas masculinas a florecer primero que las plantas hembras, aproximadamente 10 a 15 días. Los machos presentan inicialmente mayor vigor dentro de las plantas de un mismo sitio. Sin embargo, este hecho no debe considerarse como un parámetro para determinar el sexo antes de la floración. En este caso, el raleo se debe realizar una vez se distinga claramente el sexo de cada planta.

### **FRUCTIFICACION**

La antésis ocurre aproximadamente entre los 40 y 50 días posteriores a la aparición del botón floral. Una vez la flor es fertilizada, el cuajamiento del fruto se observa 2 a 3 días después.

### **COSECHA**

Dependiendo de los factores climáticos y de las características genéticas de la variedad, la cosecha de los primeros frutos maduros ocurre entre 140 y 180 días después de la antésis. Dado que la producción es permanente, se conoce como cosecha al total de frutas colocadas en el tronco y limitadas por la fruta madura más baja y la más recientemente fecundada; cuando esta última se cosecha madura, se inicia una segunda cosecha y así sucesivamente.

## **VARIEDADES CULTIVADAS**

Debido a la facilidad de cruzamiento de esta especie, es muy difícil conservar una variedad, a menos que esta se mantenga completamente aislada o se realicen polinizaciones controladas y manuales. En un cultivo bajo condiciones naturales y de polinización abierta, con dos ó más variedades ó tipos, la identidad de la variedad se perderá en tan solo dos ó tres generaciones.

La producción de variedades es una tarea difícil debido principalmente a la complejidad genética de la especie y la sensibilidad de ésta a los efectos del clima. Variedades que se desarrollan bien en una región, generalmente no se adaptan bien a otra similar, por los cambios, a veces imperceptibles, en el ambiente. Este aspecto es más importante en el caso de variedades o tipos hermafroditas. Al introducir estas variedades hermafroditas a una zona diferente, es necesario seleccionar, en primera instancia, plantas que no presenten características indeseables y efectuar polinizaciones controladas para obtener semilla pura.

A continuación se presenta la descripción y/o algunas características de las principales variedades comerciales sembradas en los países productores.

### **SOLO**

Variedad de tipo hermafrodita producida en Hawai y la más conocida y sembrada a nivel mundial, por su calidad y tamaño de la fruta. Las plantas hermafroditas producen frutos en forma de pera, con un peso promedio de 450 gramos, con pulpa amarilla ó rosada intensa, dependiendo de la selección. Las mejores selecciones que se han cultivado son: Línea 5 y Línea 8, Kapoho y Masamoto Solo, Línea 10, Sunrise Solo y Waimanolo.

La Línea Sunrise-Solo de pulpa salmón ha sido sembrada en varias localidades de Colombia, especialmente en la Costa Atlántica y en la zona cafetera del viejo Caldas. Las primeras siembras tuvieron muchos problemas de adaptabilidad, presentándose un gran porcentaje de frutos deformes, lo que se conoce como "cara de gato" y esterilidad femenina. Sin embargo, y por selección continua de plantas, en la actualidad los cultivos presentan buenas características. En los Llanos Orientales se han realizado algunas siembras con semilla importada con serios problemas de adaptación, especialmente esterilidad, influida principalmente por las altas temperaturas, sequía y deficiencias nutricionales en los suelos.

### **CARIFLORA**

Variedad recientemente creada en la Florida, de tipo dióico. Las plantas hembras son altamente productivas, de porte intermedio, de dos a tres frutos por axila, casi esféricos y de un peso entre 500 y 750 gramos. La pulpa es de color amarillo intenso y de buena calidad. En Florida es citada como tolerante al virus de la mancha anular (PRSV-p), con rendimientos de 35 toneladas por hectárea/año.

Fue introducida a Colombia por el ICA y probada en la Costa Atlántica con buenos resultados. En los Llanos Orientales, se ha evaluado durante dos generaciones y se ha observado una buena tolerancia al virus de la mancha anular (PRV), buena producción y calidad. Aunque la forma del fruto no tiene aceptación en el mercado, se está utilizando para la producción de híbridos como fuente de resistencia al virus.

### **MARADOL**

Es una variedad hermafrodita originaria de Cuba, con dos selecciones de frutos con pulpa amarilla y roja, ambos de excelente calidad y resistencia al transporte. Los frutos son alargados, con un peso promedio de 1500 g. Ha sido evaluada por el ICA en Palmira con resultados poco satisfactorios debido a su alta susceptibilidad a virus. En los Llanos Orientales se ha observado buen comportamiento respecto a pudriciones radiculares pero con susceptibilidad a virus. Esta variedad está siendo sembrada ampliamente en Mexico uno de los países mayores productores de papaya. CORPOICA la está utilizando para la producción de híbridos con líneas dióicas avanzadas que presentan tolerancia a enfermedades causadas por virus.

EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA  
**ZAPOTE**

Es un tipo de papaya que se cultivaba en la Costa Atlántica y que mantuvo sus características hasta que se iniciaron siembras de otras variedades ó tipos. Actualmente CORPOICA en el Centro de Investigaciones Caribia (Santa Marta) tiene un programa de selección con el objeto de recuperar y purificar esta variedad.

Es de tipo hermafrodita, de porte alto y muy productiva. Sus frutos son globosos ó alargados, dependiendo del sexo de la planta, de tamaño grande, hasta de tres kilos. Pulpa de color rosado intenso al que debe su nombre y de buena calidad para el mercadonacional.

### **MELONA**

Igual que la anterior, es un tipo de papaya que en la actualidad está mezclada con otras variedades y tipos. Ha sido ampliamente sembrada en Santander del Sur y en los Llanos Orientales. Sin embargo, los virus han limitado su cultivo en estas zonas, ya que es muy susceptible, llegando a reducirse el área sembrada hasta un 50%.

Es de tipo hermafrodita, de porte intermedio a alto. Produce frutos que alcanzan hasta cinco kilos de peso, de calidad variable y pulpa amarilla. Dependiendo del sexo de la planta los frutos son globosos o alargados, siendo preferidos los últimos en el mercado nacional.

### **OTRAS VARIETADES**

Las variedades 'Carica VP-1' y 'Carica VP-2', son las primeras variedades mejoradas de papaya obtenidas por el ICA en Colombia, en el Centro de Investigaciones de Palmira. Son de tipo "dióico", es decir, presentan solamente plantas machos y hembras (50% de cada sexo).

#### **'CARICA VP-1'**

Es medianamente precoz. Florece entre los 70 y 80 días después del trasplante y produce 170 días después; es decir, un mes antes que los tipos de papaya sembrados en Colombia. Tiene tallo morado y frutos redondos de pulpa amarilla de un peso aproximado de 1.200 gramos.

#### **'CARICA VP-2'**

Es más precoz. Florece entre los 50 y 60 días después del trasplante e inicia producción 150 días después. Las plantas son de tallo verde y sus frutos son pequeños de unos 800 gramos, ligeramente alargados y de pulpa rosada.

#### **'CATIRA 1'**

Al igual que las anteriores, fue producida en Palmira por el ICA, como parte del programa de mejoramiento iniciado en 1963. Fue introducida y evaluada en 1989 en los Llanos

Orientales, destacándose por su excelente comportamiento respecto a virus, productividad y calidad de la fruta. En la actualidad está siendo sembrada ampliamente en las zonas productoras del Meta con excelentes resultados. Es de tipo dióico, muy precoz y productiva; produce comercialmente cerca de 70 toneladas por hectárea durante un año de cosecha bajo condiciones de suelos fértiles bien drenados y con riego. Es de porte mediano y de tallo verde con suaves pintas moradas.

Sus frutos son ligeramente alargados, de corteza firme y de pulpa color anaranjado intenso, con un peso promedio de 1.050 gramos; su corteza es lisa y suave, de color verde oscuro en estado inmaduro y amarillo anaranjado cuando ha logrado su completa madurez. La pulpa presenta un grosor promedio de 3.0 cm y su color es anaranjado intenso. La cavidad seminal es mediana y de forma angular. Contiene un número promedio de 1.100 semillas. El contenido de azúcares es alto, con un promedio de 14 grados Brix completamente maduro. Los frutos se cosechan pintones, es decir cuando aparezcan las primeras manchas amarillas en su base. Su textura firme y el mayor tiempo que tarda en madurarse el fruto, aproximadamente 10 días desde la cosecha hasta lograr la completa maduración, la hace ideal para el transporte a sitios alejados y para almacenamientos prolongados.

## **BIBLIOGRAFIA**

- ARANGO, L; SALAZAR C, R y JARAMILLO, C. 1994. Carica VP-1 y Carica VP-2 nuevas variedades mejoradas de papaya para Colombia. Plegable divulgativo ICA, Palmira, Colombia.
- ARANGO, L. 1997. CATIRA 1, variedad mejorada de papaya para los Llanos Orientales. En: V Congreso Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Memorias. Santa Marta, Colombia.
- CONOVER, R.A.; LITZ, R.E. and S.E. and MALO. 1986. «Cariflora» a ringspot virus tolerant papaya for south Florida and the Caribbean. University of Florida. Homestead USA. HortScience (1086) 21(4):1072.
- MEDEROS, O.E.; CARMONA, B.O.; GUTIERREZ, R. And HERNANDEZ, L.A. 1996. Study of live transplanting dates for papaws C.V. Maradol roja. Centro Agrícola Universidad Central de las Villas. Santa Clara, Cuba. 13(4): 31-40.
- SALAZAR, C.R. 1988. Variedades y tipos de papaya. En: III Curso Nacional de Frutales de clima cálido. C.I. Palmira ICA, Colombia.
- SALAZAR, C.R. 1988. Forma Sexuales del papayo. En: III Concurso Nacional de Frutales de Climas Cálidos. C.I. Palmira ICA, Colombia.
- TORRES, M., R. 1977. Papaya. En: Frutales. Manual de Asistencia Técnica ICA, No. 4 Bogotá, Colombia.

## FLORES



*Flor Estaminada o Masculina*



*Flor Pistilada o Femenina*



*Flor Hermafrodita*



*Frutos de plantas femeninas*

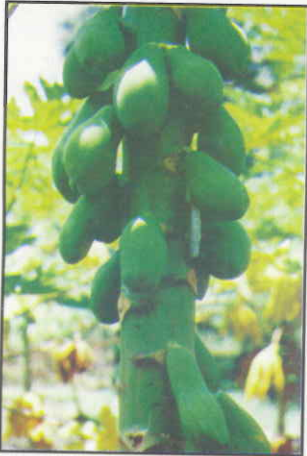


*Frutos de plantas hermafroditas*

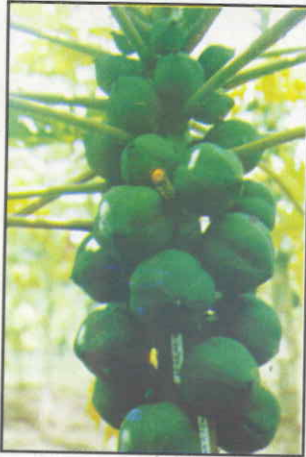


*Plantas masculinas con frutos*

VARIETADES



*Sunrise Solo ó Hawaiana*



*Cariflora*



*Catira 1*



*Zapote*



*Maradol*



*Melona*

**Capítulo 3**  
**REQUERIMIENTOS DE CLIMA Y SUELO**

Laura V. Arango W.  
Carlos A. Roman H.

## CLIMA

En casi todos los departamentos de Colombia existen regiones donde la papaya encuentra condiciones favorables para su cultivo. Sin embargo, para lograr un buen desarrollo y producción de buena calidad el cultivo se debe hacer en áreas aisladas, con temperaturas por encima de los 20°C, precipitaciones bien distribuidas, suelos bien drenados y fértiles y zonas sin vientos fuertes. Estas condiciones, y el uso de variedades mejoradas y tecnología adecuada, redundarán en un éxito seguro para el agricultor.

### TEMPERATURA

La papaya se cultiva en Colombia desde el nivel del mar hasta 1.600 metros de altitud, con temperaturas comprendidas entre los 32 y 17°C; sin embargo, las condiciones óptimas para su desarrollo se encuentran en regiones con temperatura promedio de 22 y 28°C. Es una planta sensible a bajas temperaturas. La planta es afectada severamente por temperaturas de 0°C pero se requieren exposiciones a más bajas temperaturas para matar una planta adulta. En regiones cálidas su crecimiento es más rápido y los frutos son de mejor calidad que en regiones más frías. Con temperaturas por debajo de los requisitos óptimos se retarda el crecimiento de la planta y el fruto, la producción disminuye y la calidad desmejora.

Las plantas hermafroditas, en especial, son muy susceptibles a cambios de clima que originan largos períodos de esterilidad. En selecciones hermafroditas llevadas a climas más fríos se aumenta la frecuencia de carpeloidia de estambres y frutos deformes, a la vez que son más demoradas en iniciar producción.

### PRECIPITACION

El papayo necesita abundante agua para producir buenas cosechas, en parte porque la producción continua depende del crecimiento continuo del tallo y de la formación de nuevas hojas, ya que el fruto nace en la axila de ellas. Una falta de agua que afecte el crecimiento momentáneamente, puede ocasionar caída de flores y reducir los rendimientos hasta en un 50%. Por otra parte, para la producción de frutas de buena calidad se requiere de abundante agua, ya que el fruto tiene un contenido promedio de agua del 85% de su peso. Aunque el agua requerida depende de varios factores como temperatura, luz, viento, suelo y edad de las plantas, varios autores dan como correcta una cantidad de 1.500 a 2.000 milímetros, bien distribuida durante el año.

En regiones de distribución monomodal (una marcada época de lluvias alternada con una marcada época seca), como ocurre en los Llanos Orientales donde las lluvias son abun-

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

dantes, el suelo debe tener un excelente drenaje; además es indispensable regar para obtener una producción permanente de frutos.

Un exceso de humedad en el suelo causa el amarillamiento o clorosis de las hojas jóvenes y la prematura defoliación de las hojas inferiores. Un exceso de agua o el encharcamiento del terreno, puede causar la muerte de la planta en 48 horas debido a la pudrición de las raíces por la afección de patógenos del suelo.

La falta de agua reduce los rendimientos y el desarrollo de los árboles, favorece también la producción de flores hermafroditas estériles. Las plantás jóvenes toleran alguna sequía cuando recién se transplantan al campo, pero cuando empieza la floración, con solo una semana de sequía, se produce caída de flores por tiempo considerable. Las plantas adultas toleran mejor la sequía pero no producen frutos en abundancia y son de mala calidad. La absorción y translocación de nutrientes disminuye y se presentan deficiencias nutricionales, especialmente de boro.

### HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa es también un factor importante en el cultivo de la papaya. Si la humedad es muy baja, la transpiración es excesiva; si es muy alta, favorece la presencia de enfermedades fungosas. Este aspecto, entre otros, debe tenerse en cuenta al definir las distancias de plantación.

### VIENTOS

A causa de las hojas grandes, tallos suculentos y frutos pesados, las plantas de papaya son sensibles a los vientos fuertes y es necesario el uso de rompevientos en las zonas donde existe el problema. Si los árboles tienen un buen sistema radical, pueden soportar vientos hasta de 50 millas por hora. Por el contrario, vientos suaves favorecen la polinización y la aireación, evitando un exceso de humedad.

### SUELO

La papaya crece en diferentes tipos de suelo, siempre que estos tengan buen drenaje y estén convenientemente preparados antes de la siembra. La permeabilidad del suelo es uno de los factores más importantes a tener en cuenta al establecer un cultivo de papaya. Cuando el drenaje es deficiente, pueden ocurrir pudriciones radicales causando amarillamiento de las hojas, reducción de la producción y aún la muerte de la planta.

Cuando el cultivo tiene que soportar excesos de humedad aparece la pudrición del pié del tallo, la cual es producida por el hongo *Pythium aphanidermatum* y las pudriciones radicales producidas por los hongos *Fusarium sp.*, *Phytophthora sp* y también *Phytium sp.* Si persiste la humedad, las plantas mueren. O sea, que prácticamente el único medio de control de estas enfermedades es de tipo preventivo.

En regiones con precipitaciones altas se recomienda la siembra en terrenos ligeramente

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

inclinados para que ocurra un drenaje natural ó construir antes de la siembra una red de drenajes. Puede también sembrarse en caballones de unos 30 centímetros de altura.

Los mejores suelos son los franco arenosos, con un contenido medio de 4 a 5 por ciento de materia orgánica, profundos y obviamente con un buen drenaje tanto superficial como interno. Suelos compactados dificultan el crecimiento de la planta por reducir el volumen de exploración radical, siendo mayor el problema cuando hay deficiencia del agua.

El pH óptimo se encuentra entre los límites neutrales a ligeramente ácidos, pH 6 a 7. Sin embargo, en Colombia se encuentra creciendo bien en suelos con pH que varía entre 5 y 7.5.

La región de la Orinoquia colombiana presenta condiciones edafoclimáticas aptas para la producción de papaya y ubicación estratégica con respecto a otras regiones productoras del país. La subregión con mayor aptitud para el cultivo de papaya es el piedemonte llanero por presentar mayor fertilidad y buen drenaje, también se puede sembrar en suelos clase IV (oxisoles) en paisajes de terraza alta, siempre y cuando se suministren los nutrientes requeridos por el cultivo, se corrija la acidez del suelo y se neutralice el aluminio con la aplicación de cal dolomita.

## **BIBLIOGRAFIA**

- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA 1991. Informe Anual de Actividades. (Mecanografiado). Programa de Frutales, C.I. La Libertad. 40 p.
- ROMAN H., C.A. 1996. Limitaciones y ventajas de los suelos de los Llanos Orientales para el establecimiento de frutales. En: Ecuatoriales, Revista de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 26 (1).
- RUGGIERO, C. 1988. 2º Simposio Brasileiro sobre a Cultura de mamoeiro. Jaboticabal 25 a 28, Janeiro - 248 p.
- SAAVEDRA, R. Y CASTELLANOS, V.H. 1987. Reconocimiento y evaluación de problemas limitantes en el cultivo de la papaya. Departamento del Meta (Lejanías). Informe, 1986, ICA, Mimeografiado. 13, p. 6, anexos.
- SNYMAN, C. and NEL, A. 1985. Pruning of papaw trees. Information Bulletin Citrus and Subtropical Fruit Research Institute. No. 160 (1-2) 4. South Africa.
- TORRES, M., R. 1977. Papaya. En: Frutales. Manual de Asistencia Técnica No. 4 Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, Colombia.

**Capítulo 4**  
**ESTABLECIMIENTO**

Laura V. Arango W.  
Carlos A. Roman H.

## PROPAGACION

La papaya se propaga comercialmente por semilla, aunque para fines científicos se puede hacer propagación vegetativa. La semilla se extrae de frutos bien maduros y debe lavarse muy bien después de dos días de fermentación, suprimiendo el arilo para favorecer la germinación.

La siembra directa de la semilla en el campo no es recomendable por los elevados costos representados por la mayor cantidad de semilla y por el uso de mano de obra. Además, la planta de papaya es poco competitiva con las malezas. Una libra de semilla contiene aproximadamente 35.000 semillas. Para sembrar una hectárea de una variedad dioica, se requieren 200 gramos de semilla.

## VIVERO

La siembra de la semilla se realiza directamente en bolsas de polietileno negras de 20 x 14 cm, calibre 1. En el piedemonte del Meta, los semilleros se establecen en enero-febrero para transplantar en marzo-abril al inicio de las lluvias. Los mejores resultados se obtienen cuando el transplante se hace seis semanas después de la germinación.

La preparación del suelo para el vivero depende de sus características físicas. Si es con suelo arcilloso o pesado, es conveniente agregar materia orgánica descompuesta hasta completar el 20% total de la mezcla y arena de río o cascarilla de arroz en proporciones iguales. La anterior mezcla no es necesaria para suelos sueltos. No es conveniente adicionar abono químico a la mezcla ya que las raíces de las plantas quedan en contacto directo con el abono y pueden quemarse.

Como medida preventiva de las pudriciones radicales, causadas por hongos en el semillero, es necesario desinfectar la mezcla de suelo a utilizar. Existen en el mercado productos fumigantes que pueden ser usados con buenos resultados.

Es conveniente agrupar las bolsas en un sitio adecuado para tal fin, dejando calles entre ellas para facilitar las labores de siembra, limpieza y riego. En el cultivo de las variedades *dióicas*, es decir que presentan flores masculinas y femeninas en plantas separadas, como la variedad **Catira 1**, se debe sembrar mínimo cuatro semillas por bolsa. La profundidad a la cual se siembra la semilla debe ser máximo de un centímetro.

El riego se debe realizar diariamente sin encharcar el suelo. Las plantas están listas para sembrarlas en el sitio definitivo entre 40 y 50 días después de germinada la semilla, época en la cual deben medir entre 15 y 20 cm de altura, dependiendo de las condiciones de clima, especialmente temperatura.

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

Para su mayor adaptación al sitio definitivo, es conveniente exponerlas a pleno sol 15 días antes del trasplante y regar profusamente.

### **PREPARACION DEL TERRENO**

El sistema radical de la papaya es blando y succulento, razón por la cual el suelo debe estar bien mullido y suelto. En terrenos inclinados, se puede practicar la labranza mínima preparando únicamente el sitio que ocupará la planta, haciendo hoyos de 30 x 30 x 30 que garanticen el normal desarrollo de las raíces de la planta.

En terrenos muy compactados por el paso permanente de maquinaria ó con presencia de capas duras, es indispensable subsolar. Dos cortes profundos de arado y un pase de rastrojo son suficientes para suelos con textura francos sin capas impermeables.

Si la topografía lo exige, hay que realizar las obras de conservación de suelo, captación de sobrantes de riego y drenajes suficientes tanto de capacidad como en número. El manejo de las aguas de lluvia y/o riego debe ser preciso, puesto que los hongos, habitantes naturales del suelo, atacan las raíces de las plantas y producen elevadas pérdidas económicas. En suelos pesados es necesario la construcción de caballones de 30 cm de altura, como medida preventiva a las pudriciones radicales.

### **DISTANCIA DE SIEMBRA**

La siembra en el sitio definitivo se hace actualmente en los Llanos Orientales en cuadro, a 2 x 2 m con lo cual se obtiene una población de 2.500 plantas por hectárea. Aunque este número de plantas es aceptable, la distribución no permite mecanizar adecuadamente el cultivo.

Para facilitar la mecanización sin sacrificar producción, se recomienda sembrar líneas de plantas a 3 metros de distancia en líneas o surcos separadas a 2 metros. Con estas distancias se establecen aproximadamente 1.666 plantas por hectárea.

### **TRANSPLANTE**

Después del ahoyado, es conveniente separar la tierra extraída del hueco, dejando para su uso la más superficial. Dependiendo del contenido de materia orgánica del suelo se puede mezclar la tierra con gallinaza bien descompuesta en proporción de dos partes de tierra por una de gallinaza.

Al realizar el transplante se eliminan las bolsas. Todas las plantas contenidas en una bolsa se siembran en un mismo hueco, de manera que el cuello de las raíces quede más alto que el nivel del suelo, pues ésta es la parte más susceptible a enfermedades favorecidas por la alta humedad. Se deben apartar algunas plantas para reemplazar las muertas.

### RALEO

Cuando se inicia la floración en las variedades dióicas, normalmente aparecen 50% de plantas machos y 50% de plantas hembras. De las plantas machos se elimina el 90% dejando aproximadamente un macho por cada 10 hembras.

Para las variedades dióicas al momento de raleo se debe tener en cuenta:

- ✓ El árbol hembra presenta flores solitarias y grandes, sostenidas por pedúnculos muy cortos.
- ✓ El árbol macho presenta las flores en ramillete, sostenidas por pedúnculos muy largos.
- ✓ Si todas las plantas del sitio son hembras se eliminan las más débiles y se deja la más vigorosa y de menor altura de floración.
- ✓ Si en el sitio hay plantas machos y hembras se cortan los machos y se deja la mejor hembra seleccionada por vigor y menor altura de floración.
- ✓ Si en el sitio todas las plantas son machos, elimine las plantas sobrantes dejando el mejor macho por vigor y altura de floración.

En las variedades hermafroditas no se hace raleo porque no hay plantas machos. Si éstas aparecen es debido a que la semilla esta "mezclada".

### BIBLIOGRAFIA

- ARANGO, L; VARON de A. F y HERNANDEZ, A. 1994. El cultivo de la papaya. En: Revista ASIAVA No. 50. Cali, Colombia.
- ARANGO, L. 1996. Recomendaciones para el establecimiento de un semillero de papaya. Módulo Instruccional. CORPOICA-SAGYDE. Casanare, Colombia. 6 p.
- HERNANDEZ, F. y MEDINA U., V.M. 1985. Efecto de la sarcotesta de la semilla y del color y tamaño de la bolsa en la germinación y crecimiento del papayo. Horticultura Mexicana. 1(1): 63-72.
- TORRES, M., R. 1977. Papaya. En: Frutales. Manual de Asistencia Técnica No. 4 Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Bogotá, Colombia.

## ESTABLECIMIENTO



*Preparación suelo vivero*



*Vivero establecido*



*Planta lista para trasplante*



*Trazado y ahoyado*



*Retiro de la bolsa*



*Planta sembrada*

**Capítulo 5**  
**NUTRICION Y FERTILIZACION**

Carmen Rosa Salamanca  
Carlos Alberto Roman Hoyos

## ***DETERMINACIÓN DE LAS NECESIDADES DE FERTILIZACIÓN***

El cultivo de la papaya presenta un desarrollo rápido y constante acompañado de una floración precoz, continua y paralela al desarrollo de los frutos, por lo cual requiere de un suministro alto de agua y nutrientes durante todo el ciclo. Dentro de los factores que pueden modificar la producción agrícola están el uso de fertilizantes asociado a la irrigación como principal medio para aumentar la productividad del cultivo.

La papaya responde muy bien a la fertilización y a la incorporación de materia orgánica. La aplicación de fertilizantes debe hacerse fraccionada y la fórmula del fertilizante a aplicar debe ser completa, obviamente teniendo en cuenta el análisis de suelo y en lo posible, el análisis de tejido de los pecíolos de las hojas que acaban de completar su desarrollo.

Los métodos más usados para determinar el estado nutricional del cultivo y las necesidades de fertilización son el análisis foliar y de pecíolos, el diagnóstico visual en el campo y finalmente, el análisis de suelo. Estos elementos agregados al análisis químico del suelo en forma ideal disponiendo de experimentos de fertilización en campo, constituyen el mejor conjunto de elementos para obtener el óptimo rendimiento como resultado de la fertilización.

### ***ANÁLISIS QUÍMICO DEL SUELO***

El análisis químico del suelo es utilizado en el cultivo de papaya desde antes de la siembra para determinar principalmente los suministros de cal dolomita, fósforo y yeso y demás, macro y micronutrientes de acuerdo con los requerimientos del cultivo.

### ***DIAGNÓSTICO FOLIAR***

El análisis foliar es una herramienta de diagnóstico que se refiere al análisis cuantitativo de macro o micronutrientes en la planta o en parte de ella. Se asume que la concentración de nutrientes en la planta está directamente relacionada con la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo.

Este método consiste en hacer una comparación entre una planta que presenta deficiencia con una planta normal. Una planta normal es aquella que presenta todos los nutrientes en las cantidades y relaciones adecuadas para el óptimo crecimiento y producción en todas las épocas de desarrollo del cultivo.

Para fines de diagnóstico del estado nutricional del cultivo de papaya, por lo general, se analiza el pecíolo de la hoja joven totalmente expandida que soporta la flor más

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

próxima a abrir, órgano que refleja la condición de nutrición de la planta. En la tabla 6 se observan los niveles de nutrientes en el pecíolo de la hoja de papaya.

Tabla 5. Niveles de nutrientes en el pecíolo de la hoja de papaya<sup>1</sup>

Elemento	Unidad	Concentración adecuada	Crítica
N	%	1.3 - 2.5	
P	%	0.2 - 0.4	
K	%	3.0 - 6.0	
S	%	0.3 - 0.8	
C	%	1.0 - 2.5	1.5
Mg	%	0.5 - 1.5	
Na	%	<0.20	
Cl	%	<4.0	
Cu	mg/kg	4 - 10	
Zn	mg/kg	10 - 30	
Mn	mg/kg	25 - 150	
Fe	mg/kg	20 - 80	
B	mg/kg	20 - 50	17

Fuente: Chapman et-al (1980). Queensland consolidated Fertilizer Ltda. (1983)

<sup>1</sup> Pecíolo de la hoja joven totalmente expandida que soporta la flor más próxima a abrir.

### DIAGNÓSTICO VISUAL

Los síntomas de deficiencia, exceso o desbalance de nutrientes son a menudo difíciles de identificar debido a que diferentes factores puede causar síntomas similares.

Un síntoma inicial de deficiencia se manifiesta en los órganos más viejos para los elementos de mayor movilidad dentro de la planta (N, P, K y Mg). En cuanto a los elementos de menor movilidad los síntomas se inician en los órganos más nuevos (S, B, Fe, Mn, Zn y Cu).

Los síntomas de deficiencia nutricional de la papaya se presentan en la tabla 5, basados en el trabajo de Cibes y Castambide (1978) los cuales indujeron las deficiencias en solución nutritiva durante 6 meses.

La deficiencia de boro es la más frecuente entre todos los elementos menores pues afecta el crecimiento de la planta y el desarrollo de las raíces. El fruto aparece deforme y cubierto de protuberancias, lo cual afecta la calidad. La deficiencia de boro es uno de los problemas que se observan más frecuentemente en los cultivos de papaya y ocurre también en Lejanías (Meta) donde ocasiona pérdidas considerables. Estos se describen a continuación:

- ∞ Los síntomas de deficiencia de boro se inician desde el estado de plántula, presentando ésta un desarrollo lento y falta de vigor. Posteriormente, se deforma el meristemo apical, suspendiéndose el crecimiento.

- ∞ Cuando se inicia la floración y fructificación, ésta es pobre porque ocurre una gran pérdida de flores.
- ∞ Cuando los frutos se forman en la fase inicial, éstos presentan secreción espontánea de látex, el cual es lechoso y luego se torna marrón. En la fase final del desarrollo de los frutos, la superficie de éstos se vuelve rugosa o llena de protuberancias.

**Tabla 6. Síntomas de deficiencia nutricional según elementos en papa ya**

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

Fuente: Malavolta, 1980.

<sup>1/</sup> Organos más viejos son afectados primero.

<sup>2/</sup> Organos más jóvenes son afectados primero

### EXIGENCIAS NUTRICIONALES

Para la evaluación de las exigencias nutricionales es importante determinar las cantidades extraídas por la raíz y la parte aérea y las exportadas a flores y frutos, también las épocas de mayor demanda de nutrientes (marcha de absorción).

### EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

La extracción y exportación de macro y micronutrientes fue estudiada por Cunha y Haag (1980) para la papaya en condiciones de campo en el primer año de producción, con una población de 1.650 plantas/ha, una producción de materia seca de la parte aérea de 3.7 ton./ha. Los resultados obtenidos se presentan en la tabla 8 adaptada por Malavolta (1980).

Tabla 7. Extracción y exportación de nutrientes en el cultivo de la papaya

Elemento	Parte aérea cantidad/ha	Fruta fresca gramos/tonelada
N	110.1 kg.	1.770
P	10.4 kg.	200
K	103.6 kg	2.120
Ca	40.9 kg.	350
Mg	17.0 kg.	180
S	12.0 kg.	200
B	122.4 g.	0.989
Cu	33.0 g.	0.330
Fe	329.2 g.	3.364
Mn	246.0 g	1.847
Mo	0.2 g.	0.008
Zn	131.5 g.	1.385

Fuente: Cunha y Hag (1980) adaptado por Malavolta (1980).

Al analizar estos datos se observa que :

- El nitrógeno (N) y el potasio (K) son los elementos más requeridos.
- Las cantidades de fósforo (P), magnesio (Mg) y azufre (S) son similares.
- Las flores y frutos representan entre el 20 y 30% del total de nutrientes extraídos del suelo.

La extracción de nitrógeno (N) del cultivo de papaya es relativamente alta, por lo tanto exige altas dosis de fertilizantes para obtener una alta producción de frutos de buena calidad, como también para obtener plantas con resistencia al ataque de plagas o variaciones de clima. El fruto presenta dos períodos de mayor desarrollo: primero, durante los tres meses posteriores a la abertura de la flor y segundo, durante los treinta días anteriores a la cosecha, debido en gran parte a la mayor acumulación de agua en los tejidos.

Los dos elementos mayores que más consume la papaya son en su orden, el potasio (K) y el nitrógeno (N), y en bastante menor cantidad, en orden descendente, el calcio (Ca), el fósforo (P), el azufre (S) y por último el magnesio (Mg) (9). Los elementos menores de mayor consumo son en su orden, el hierro (Fe), el manganeso (Mn) y el zinc (Zn), pero el más limitantes es el boro. En relación a la exportación de macro y micronutrientes se verifica que el orden decreciente es:  $K > N > Ca \geq P \geq S \geq Mg$ ;  $Cl > Fe > Mn > Zn \geq B > Cu > Mo$ .

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

La interacción entre nutrientes o relación, que más afecta la producción y calidad de la papaya es la relación N/K. Una relación N/K elevada puede provocar excesivo crecimiento vegetativo y menor producción, frutos más distanciados y de menor calidad, sin sabor y con aspecto acuoso. Ruggiero (1988), Awada y Long (1971) encontraron una alta relación entre el contenido de potasio, el rendimiento y el contenido de azúcares del fruto.

### APLICACIONES PRACTICAS

La producción de papaya requiere de altas cantidades de nutrientes durante todo el desarrollo del cultivo, distribuidos en dosis por mes y por planta y calculada con base en la siguiente fórmula: **fertilización = (a - b) x f**; en donde:

**a** = cantidad de nutrientes extraída por la planta para formar su raíz y parte aérea.

**b** = cantidad de nutrientes suministrada por el suelo

**f** = factor de eficiencia > 1.0 para compensar las pérdidas de nutrientes por lixiviación, erosión, volatilización, o fijación en el caso del fósforo.

Para los macronutrientes principales el índice de aprovechamiento (eficiencia) medio en condiciones tropicales es el siguiente: N = 60%; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 30%; K<sub>2</sub>O = 70%

Con base en el análisis de suelos promedio de 15 fincas de la zona de Lejanías, tabla 8, y considerando las observaciones y experimentos de fertilización en campo realizados en la región, se presenta un plan de fertilización que puede ser aplicado en condiciones similares de fertilidad de suelos. Es importante señalar que este plan debe tomarse como una guía general, pues los niveles de aplicación de productos deben ajustarse en función de los resultados del análisis químico del suelo ó de las plantas.

Tabla 8. Analisis de suelo promedio de 15 fincas en Lejanías (Meta)

	Unidad	Características
Textura		Franco
pH		5.6
Materia Orgánica	%	4.8
Fósforo (P)	ppm	38
Aluminio (Al)	meq/100g de suelo	0.4
Calcio (Ca)	meq/100g de suelo	7.57
Magnesio (Mg)	meq/100g de suelo	0.63
Potasio (K)	meq/100g de suelo	0.17
Sodio (Na.)	meq/100g de suelo	0.03
Hierro (Fe)	ppm	112
Boro (B)	ppm	0.39
Cobre (Cu)	ppm	3.3
Manganeso (Mn)	ppm	14.1
Zinc (Zn)		1.3

Fuente: Laboratorio de Suelos, C.I. La Libertad

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Teniendo en cuenta los análisis de suelos para este caso, tabla 9, se recomienda aplicar e incorporar en las líneas de siembra 100 g de cal dolomita y 50.0 g de roca fosfórica parcialmente acidulada y posteriormente iniciar la fertilización por planta con una mezcla bien homogénea de los siguientes productos:

**Tabla 9. Productos y dosis recomendados por planta**

Fertilizante	g/planta
Urea	25
Cloruro de potasio	30
Superfosfato triple	12.5
Sulfato de magnesio	12.5
Bórax	5
Sulfato de zinc	5
Sulfato de cobre	2
Fior de azufre	8
Total	100

Para evitar daños a las plantas la anterior mezcla de fertilizantes debe repartirse en cantidades mensuales, que aumentan gradualmente desde 25 hasta 100 g por planta, iniciando en el transplante como se aprecia en la tabla 10.

**Tabla 10. Forma de aplicación de fertilizantes**

Aplicación	Cantidad	Distribución en banda circular (BC)
1o al transplante (T)	25	BC de 10 a 10 cm del tronco
2o 30 días después de T	50	BC de 10 a 20 cm del tronco
3o 60 días después de T	75	BC de 15 a 30 cm del tronco
4o 90 días después de T	100	BC de 20 a 50 cm del tronco
5o En adelante, cada 30 días	100	BC de 20 a 50 cm del tronco

En resumen, un cultivo de papaya en las condiciones del piedemonte debe recibir durante su vida útil aproximadamente entre 2.5 y 3 toneladas de un fertilizante completo por hectárea.

## ENMIENDAS

El efecto de la cal se expresa en el aumento de la disponibilidad de los nutrientes, disminución de la toxicidad del aluminio y manganeso, en el aumento de la actividad microbiana y aporte de calcio y magnesio como nutrientes, lo cual se refleja en el aumento de peso de las raíces, tallo y hojas, aumento de la tasa de crecimiento, en el diámetro del tallo y en una mayor producción.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Ensayos de campo realizados en Hawaii, confirman que una producción óptima de papaya se obtiene cuando el pH del suelo está entre 5.5 y 6.7. En cuanto a la recomendación de cal se han logrado excelentes resultados a nivel del Piedemonte llanero usando la fórmula sugerida por Raij (1981) citado por Vitti, et al (1988) para elevar la saturación de las bases y teniendo en cuenta el análisis químico del suelo:

$$\text{CAL Ton/Ha} = \text{CIC (SB2 - SB1) / PRNT}$$

$\text{CIC} = \text{H}^+ + \text{Al}^{3+} + \text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+}$  (meq/100 g. de suelo)

$\text{SB1}$  (% saturación de bases del suelo) =  $\text{K}^+ + \text{Mg}^{2+} + \text{Ca}^{2+} / \text{CIC} \times 100$

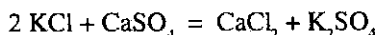
$\text{SB2}$  (% saturación de bases adecuado para papaya) = 70-80%

$\text{PRNT}$  (% relativo de neutralización de la cal dolomita) = 90%

El encalamiento se debe realizar dos o tres meses antes de la siembra, comprobar el tipo y calidad de la cal y preferir la cal dolomita (MGO > 12%).

El uso del yeso puede tener tres fines principales :

- **Acondicionador del subsuelo:** cuando el suelo presenta barreras químicas para el desarrollo de las raíces o el subsuelo presenta bajos niveles de calcio ( $\text{Ca} < 0.3$  meq/100g), o toxicidad de aluminio ( $\text{Al} > 0.5$  meq/100g) o más de 20-40% de saturación de aluminio. el cálculo del yeso siempre está asociado a la cantidad de cal aplicada, se sugiere sustituir no más del 25% de la cal por yeso agrícola.
- **Fuente de calcio:** en suelos con pH adecuado pero con relación  $\text{Ca/mg} < 3.0$  se puede usar yeso agrícola para aumentar la relación.
- **Fuente de azufre:** Vitti y Malavolta (1988) afirman que de acuerdo con los requerimientos nutricionales las cantidades de S extraídas por la papaya son similares a los de P y Mg. El azufre desempeña funciones que determinan aumento en la producción y calidad del fruto, específicamente participa en la composición química de la papaina (enzima proteolítica). Además, se recomienda usar yeso agrícola como fuente de SQ para atenuar el efecto negativo del Cl, aplicado al fertilizar con KCl y que puede deteriorar la calidad del fruto. La reacción entre el yeso ( $\text{SO}_4\text{Ca}$ ) y el KCl es la siguiente:



## ABONOS ORGANICOS

El empleo de materiales de origen natural provenientes de fuentes orgánicas proporcionan beneficios al suelo por los efectos en las propiedades químicas como fuente de nutrientes, aumento de la capacidad catiónica, quelatación de los micronutrientes ; en las propiedades físicas por el aumento de la retención de agua, mejora la estructura del suelo y en las propiedades biológicas por aumento en la población microbiana.

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

En suelos con bajo contenido de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico, pobres en fósforo y micronutrientes se recomienda la utilización de la fertilización orgánica, principalmente con gallinaza. Se recomienda la aplicación de gallinaza al momento de preparar el suelo, distribuirla sobre la superficie del terreno e incorporarla. En Colombia la dosis de 2 kg. de gallinaza por planta al momento de la siembra ha dado buenos resultados.

Las aplicaciones de materia orgánica se hacen incorporándola en bandas de 1 m de ancho en los surcos de siembra. Normalmente se aplica entre 5 y 20 t/ha, de acuerdo al contenido inicial de materia orgánica del suelo a sembrar. En las condiciones de suelos del piedemonte Llanero y específicamente de la zona papayera de Lejanías, no sería necesario aplicar materia orgánica.

### **BIBLIOGRAFIA**

- AVILAN, L. 1985. Fertilización. En: Manual de Fructicultura. Venezuela. p. 629-640.
- CHAPMAN, K.R.; GLENIE, J.D.; AQUILIZAN, F.A. y PAXTON, B.F. 1978. Boron deficiency in papaws. Queensland Journal. Nov. - Dic. p. 31-34.
- HAAG, H. 1986. Nutrição Cargill, Campinas. p. 192.
- MENDEZ P., R. 1994. Establecimiento de un huerto comercial de papaya. En: Primer Seminario Taller «El cultivo de la papaya» Memorias. CORPOICA - COMITE FRUTI HORTICOLA DE CORDOVA. Montevía, Colombia. p. 132-135.
- MALAVOLTA, E. 1980. Exigencias nutricionais do mamoeiro. En: Simposio brasileiro a cultura do mamoeiro, 1o Jaboticabal FCAV. p.103-126.
- SALAZAR, R. 1993. El cultivo de la papaya. En: Curso de frutas tropicales. Convenio ICA-DRI. Villavicencio. p. 251-290.
- TORRES, R. 1977. Papaya. En: Manual de Asistencia Técnica No. 4 Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. p. 251-290.
- VITTI, G.C; MALAVOLTA, E.; DO BRASIL SOBR.; M.O.C. e MARIN, S.L.D. 1988. Nutrição do mamoeiro. En: MAMAQ. Simposio brasileiro sobre a cultura do mamoeiro 2º. FCAV. UNESP. Jaboticabal - Sao Paulo. p. 121-159.

Capítulo 6  
**RIEGOS Y DRENAJES**

Edgar F. Almanza M.

### EL RIEGO

La papaya es un cultivo exigente en agua. En la planta y en el fruto está presente en un porcentaje cercano al 90%, por lo tanto se le debe dotar de un constante suministro para su normal crecimiento y producción.

Se considera que la papaya produce bien en condiciones de altas lluvias. Se ha estimado que precipitaciones entre 1500 y 3000 mm al año son suficientes para un desarrollo normal del cultivo. Sin embargo, más importante que la cantidad es su distribución durante el período de crecimiento y producción del cultivo.

Desde el punto de vista técnico, el riego es necesario para cualquier cultivo o zona cuando el requerimiento de agua del cultivo no es llenado por el suministro hídrico natural. En términos generales, cuando la humedad almacenada en el suelo se agota por tasas altas de evapotranspiración debidas a condiciones aeroenergéticas favorables y al estado de desarrollo del cultivo.

#### CONDICIONES DE SUELO

Los productores tecnificados utilizan como herramienta útil de trabajo los análisis químicos de suelos que se realizan en muchos laboratorios especializados del país. Sin embargo, son pocos los que utilizan los análisis físicos del suelo con los mismos fines.

El conocimiento de las características físicas permite calcular la capacidad de almacenamiento de agua del suelo y los rangos de disponibilidad para la planta. Así mismo, la velocidad con que es capaz de penetrar el agua en el suelo. Este parámetro condiciona el tipo de riego a implementar. La textura, la densidad real, la densidad aparente, las curvas de retención de humedad y la infiltración son algunos de los parámetros a considerar cuando se planea el establecimiento de un sistema de riego.

A modo de ilustración se presenta en la tabla 11, las características físicas relevantes de un suelo del Proyecto de Riego Aguazarca en el municipio del Dorado- Meta.

#### CONDICIONES DE CLIMA

Las necesidades de agua de una planta dependen de la energía en la atmósfera o sea la luminosidad, el viento, humedad relativa y temperatura; de la energía del agua en el suelo y del tipo de cultivo.

Los factores atmosféricos dependen del clima de una región. La temperatura y la humedad relativa afectan al uso consuntivo, la primera en forma directamente proporcional y la

Tabla 11. Características físicas de un suelo del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia.

Lugar	Textura	D. Real (gr/cm <sup>3</sup> =cm <sup>3</sup> )	A. Aparent E (gr/cm <sup>3</sup> )	C. de C. % Hw	P.M.P % Hw	T, B, Infiltración (cm/hora)
El Dorado						
0-20	Franca	2.7	1.302	33.38	28.76	.339 Moderada
20 -40	Franca	2.7	1.443	26.54	21.60	

segunda inversamente proporcional; el viento favorece la evaporación y la luminosidad influye en el fotoperíodo de la planta, alterando por lo mismo los valores del Uso Consuntivo (U.C) en función de su intensidad, calidad y duración.

Toda el agua que las plantas utilizan proviene del suelo y ésta a su vez, proviene del agua que evaporada por la energía solar, se encuentra en la atmósfera bajo forma de vapor y vuelve al suelo en forma de hidrometeoros.

La evapotranspiración o uso consuntivo es un fenómeno dependiente en buena parte de las condiciones atmosféricas (radiación, viento, humedad relativa) del suelo (dotación de agua, exposición, color, etc.) y de la vegetación (extensión, y morfología de la superficie foliar, tipo de aparato radicular).

De estas tres series de factores, la primera es ciertamente la más importante y ello ha llevado a la definición internacional de evaporación potencial (ETP) dada en Wageningen en 1975 en los siguientes términos: " es el agua evaporada durante una estación ( o un período de meses o semanas) de un suelo cubierto por una vegetación densa, baja, homogénea, en plena actividad de desarrollo, con un suministro óptimo de agua, que cubre completamente el terreno y de notable extensión". Esta última condición es indispensable para evitar el llamado "efecto de oasis" que se da cuando una superficie evapotranspirante relativamente pequeña (por ejemplo un oasis en el desierto) está circundada por terreno desnudo por lo cual recibe de estas zonas adyacentes aportes suplementarios de calor transportado por el viento.

Los Llanos Orientales de Colombia se caracterizan por tener una distribución de lluvias tipo monomodal; es decir, se presenta un largo período lluvioso que generalmente comienza en abril y termina en noviembre, alternado con una época de intensa sequía lo que ocasiona que la producción en la zona sea de temporal con muy escaso uso de los recursos productivos durante la época seca.

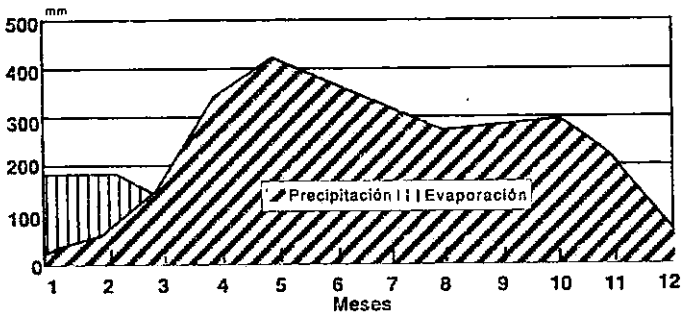
Durante la época de lluvias es importante mantener el suelo en buenas condiciones de drenaje superficial e interno por la susceptibilidad del cultivo de papaya a pudriciones radiculares. En mayo y junio se pueden tener más de 20 días mensuales con lluvias por lo que esta recomendación es de capital importancia atenderla debidamente.

La época seca se caracteriza por la ausencia de lluvias, cielos despejados con alta radiación, vientos moderados secos, altas temperaturas y elevadas tasas de evaporación lo que

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**  
ocasiona que los productores de especies agrícolas perennes y semipereñes de interés económico tengan la necesidad de recurrir al riego.

En la figura 2 se presenta la distribución típica de las lluvias en el Piedemonte Llanero generada con la información de 25 años de registros en el C.I. La Libertad. Adicionalmente, se ha colocado en la misma escala la evaporación mensual de Tanque Evaporímetro Tipo A para conformar un elemental balance hídrico de la zona. En el mes de febrero se presenta la máxima tasa evaporativa con valor medio multianual de 6.5 mm/día

**Figura 2. Información Meteorológica Promedio Mensual**  
C.I. La Libertad - Vilavicencio - Meta



Fuente: CORPOICA Informe Anual Regional 8

### **CONDICIONES DE LA PLANTA**

La edad de la planta caracteriza su demanda hídrica. Plantas jóvenes requieren una mayor disponibilidad de agua en el suelo en comparación con plantas adultas que tienen un mayor desarrollo radicular y una menor tasa de crecimiento.

En general, las condiciones de la planta de interés para el riego tienen que ver con las necesidades reales de agua para cumplir óptimamente con sus funciones metabólicas.

En el mundo se han desarrollado varios y novedosos métodos para determinar y estimar el uso del agua por las plantas. Antes de informar sobre estos procedimientos es necesario explicar algo sobre los factores que lo afectan, a fin de tener un mejor criterio al escoger el método para llegar a conocerlo.

Las plantas hacen uso del agua almacenada en el suelo hasta la profundidad de penetración de sus raíces, denominada profundidad efectiva, la cual es función de la especie, la estratificación del perfil del suelo y la profundidad del nivel freático.

Las plantas han sido clasificadas según la profundidad de raíces en:

- De raíz superficial,  $p < 60$  cm
- De raíz media,  $p = 60 - 120$  cm
- De raíz profunda,  $p > 120$  cm

En el caso específico del cultivo de la papaya en un estudio hecho por Inforzato y Carvalho

y citado por Lima y Meirelles, se observó que el sistema radicular de este cultivo es pivotante, desarrollándose en un suelo podzólico hasta 1,6 m a los cuatro meses de edad y de 3 a 4 m a los doce meses. Se encontró que la profundidad efectiva del sistema radicular ( 80% de las raíces activas) está localizada en los primeros 0.30 m desde la superficie del suelo.

En relación con la influencia del esfuerzo de humedad del suelo en el uso de agua por la planta, se puede decir que a mayor tensión de humedad del suelo es menor el U.C. o sea que son inversamente proporcionales.

Las necesidades hídricas del cultivo también están influenciadas por la etapa del ciclo vegetativo, la superficie de transpiración que presentan las hojas, el desarrollo radicular y en general, los diferentes factores fisiológicos y morfológicos de los que dependen la transpiración y absorción del agua.

También es de mencionarse que en forma indirecta la calidad del agua afecta al U.C debido a que si contiene sales, altera los valores del esfuerzo de humedad del suelo por el incremento en el valor de la presión osmótica.

### **MEDICIONES Y CALCULOS**

La ETP depende preferencialmente de las condiciones atmosféricas siendo en cambio poco influida por la especie vegetal, al menos desde el momento en que la cobertura está bien desarrollada.

La evapotranspiración se determina por alguno o algunos de los siguientes métodos:

- Mediciones directas. Utilizando lisímetros, parcelas y balances de humedad.
- Métodos indirectos como las fórmulas empíricas, las fórmulas racionales y los evaporímetros.

Entre los métodos directos se destaca el uso de los lisímetros que sirven de patrón de referencia para los indirectos.

De los métodos indirectos, se destaca el uso de las fórmulas racionales, especialmente la de Penman, Penman Monteith, Penman y el tanque evaporímetro tipo A.

La ecuación de Penman combinada es racional por basarse en principios físicos y por lo tanto su aplicación es universal; su desarrollo puede ser consultado en bibliografía sobre el tema.

El tanque evaporímetro es el método más satisfactorio para medir la evapotranspiración en campo, siendo el tanque tipo A el más utilizado, tal como lo recomienda la FAO y la OMM. Al comparar la evapotranspiración medida en lisímetros y otros métodos, se obtuvieron los siguientes coeficientes de correlación:

Tanque tipo A	0.977
Penman	0.790
Thornwaite	0.720
Blanney - Criddle	0.590

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

La anterior información, unida a su simplicidad lo hacen muy adecuado para la planificación y la operación del riego.

La *ETP*, se puede obtener de la evaporación de tanque, a partir de la siguiente relación:

$$ETP = K_t \times EV$$

Siendo el coeficiente de tanque, valor que depende de las condiciones de viento y humedad relativa prevalecientes, con un valor medio de 0.7.

De igual manera, la *ETR* se obtiene de *ETP* a partir de:

$$ETR = K_c \times ETP$$

Donde  $K_c$  = Coeficiente de cultivo, valor que depende de la especie y el estado de desarrollo del cultivo.

Para efectos de planeación del riego, de la información de tanque evaporímetro se selecciona el mes de máxima evaporación promedio y se determina la evaporación máxima diaria  $E_{V_{MAX}}$ , la cual sirve de parámetro de diseño.

Rojas, H. comenta al respecto, "muchos investigadores de todo el mundo han encontrado una alta correlación entre la *ETP* y la evaporación del tanque clase A, y, teniendo en cuenta la similitud de los resultados, parece seguro suponer que, para todos los propósitos prácticos, la relación entre *ETP/EV* varía entre 0.6 y 0.8".

La evapotranspiración real de un cultivo depende de muchos factores, entre ellos los de clima que en cierto modo están representados en *ETP*, y los de suelo, planta, manejo agronómico que se encuentran involucrados en coeficientes empíricos, llamados "Coeficientes de cultivo ( $K_c$ )", y que son característicos de cada especie y de su estado de desarrollo. En general  $K_c$  es pequeño en los estados iniciales y finales del desarrollo y aumentan en el máximo desarrollo vegetativo, así la relación existente entre *ETR* y *ETP* será:

$$ETR = K_c \times ETP$$

Como  $ETP = K_t \times EV$  entonces se tiene que:  $ETR = K_c \times K_t \times EV$

En el pasado, el programa Manejo de Aguas del ICA y actualmente, el Programa Manejo Integrado de Suelos y Aguas de CORPOICA realiza en los Centros de Investigación experimentos de campo en riego en donde se han obtenido algunos coeficientes  $K$  para riego por goteo utilizando relaciones predeterminadas entre *ETR* y  $E_v$  o coeficiente  $K$ . El coeficiente así obtenido equivale a un coeficiente global  $K = K_t \times K_c$ .

De cuanto se ha dicho anteriormente resulta evidente que la *ETR* constituye una medida del poder evaporante de la atmósfera en determinado momento o período. Puede considerarse como la "demanda" de agua impuesta por el ambiente a la vegetación. Frente a esta demanda se sitúa la "oferta" de agua a la atmósfera por la vegetación, oferta que iguala a la demanda sólo en caso de cobertura completa del suelo y de abundantes disponibilidades hídricas siendo, en caso contrario, inferior.

La evapotranspiración real (ETR) está constituida por el agua realmente perdida por una superficie a consecuencia de la evaporación y de la transpiración.

ETR es, como máximo, igual a ETP pero con frecuencia es inferior. En efecto, en el caso de que el agua fante, el suelo ve grandemente disminuida su capacidad evaporante porque el frente húmedo se va retirando a capas inferiores donde la evaporación se realiza con mucha menos intensidad; por su parte los vegetales, si el agua no es suficiente y el poder evaporante de la atmósfera es grande, reaccionan con un mecanismo de defensa muy eficaz frente a los desequilibrios hídricos demasiado fuertes: cierran los estomas. Con ello reducen la ETP pero también limitan los intercambios de  $\text{CO}_2$  que, evidentemente, resulta perjudicial para la fotosíntesis y la asimilación. Por consiguiente, la máxima actividad asimiladora de un vegetal se da cuando  $\text{ETR}=\text{ETP}$ ; cuando ETR es menor la fotosíntesis se aminora.

### **RESULTADOS DE INVESTIGACION**

A continuación se presentan algunos resultados de investigaciones realizadas en el C. I. La Libertad por el autor en el Programa Frutales del ICA y más recientemente, en el Programa Manejo Integrado de Suelos y Aguas de CORPOICA.

1°. Durante el primer ciclo de investigaciones se evaluaron 14 materiales genéticos de papaya por adaptación al medio y por su respuesta al riego en la época seca. De estos, 12 eran dioicos y los otros dos de tipo hermafrodita. Los materiales evaluados así como los resultados en rendimientos encontrados se presentan el Tabla No. 12.

Como puede apreciarse el incremento en la producción para el material ICA C - 143 fue de 69.79 toneladas lo que representa un incremento del 337% debido al uso del agua. Este material posteriormente ha sido seleccionado como variedad con el nombre de Catira. Obsérvese para la papaya regional la magnífica respuesta al riego.

Con la aplicación de riego en la época seca se logró incrementar la producción en todos los materiales evaluados.

Durante la época seca se utilizó el riego aplicándose el agua de acuerdo con la medida de tensión de humedad en el suelo a 20 cm de profundidad. La lectura de 70 centibares en el tensiómetro indicó un agotamiento del 25% del agua aprovechable en el suelo por la planta y el límite para iniciar el riego. Este límite corresponde a una lámina de 11.25 mm (según los resultados del análisis físico del suelo), que fue la suministrada en cada riego.

Para el mismo período se calculó la evapotranspiración del cultivo por medio del modelo aeroenergético de Penman y el paradigma desarrollado por la FAO con base en el modelo USDA Tanque A. El resultado de este cálculo fue de 326.33 mm.

En la práctica, al restablecer la humedad del suelo con base en la lectura del tensiómetro se encontró que el total de agua de riego consumida por el cultivo fue de 326.25 mm distribuida en 29 riegos ( 8 en diciembre, 7 en enero, 8 en febrero y 6 en marzo).

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

**Tabla 12. Rendimiento de 14 materiales de papaya bajo condiciones de riego y de secano.**

Material	Rendimiento Riego t/ha	Rendimiento Secano t/ha
ICA C-135	58.30	39.6
ICA C-136	45.04	13.34
ICA C-137	74.44	35.26
ICA C-138	43.17	25.77
ICA C-139	66.89	21.95
ICA C-140	71.81	11.79
ICA C-141	65.37	26.17
ICA C-142	47.29	24.32
ICA C-143	90.46	20.67
ICA C-144	57.64	27.34
ICA C-145	67.28	27.75
ICA C-165	41.12	37.29
Regional	76.81	12.47
Hawaiana	57.32	34.95

Fuente: Almansa, E. Informe Anual de Actividades Programa Frutales ICA. 1992.

Se utilizaron goteros tipo microtubo con dotaciones de agua de 3 litros por hora, tiempo de riego de cuatro horas y gotero individual por planta. (alta frecuencia-bajo volumen).

2°. En el segundo ciclo de investigaciones se abordó la evaluación técnica y económica de tres sistemas de riego complementario (aspersión, goteo y surcos).

El material genético utilizado fue la variedad Catira que mostró en evaluaciones anteriores magnífica adaptación, rendimiento y calidad. Se utilizó una densidad de siembra de 5.000 plantas por hectárea con un sistema de siembra de doble surco con calles de 3 metros y con una distancia entre plantas e hileras de plantas, de 1 metro. Esta misma densidad se utilizó en todos los experimentos que involucraron el riego.

El riego se aplicó nuevamente durante la época seca con base en las lecturas de tensiómetro y el mismo límite de agotamiento del suelo.

No se observó influencia del sistema de riego en el acortamiento o alargamiento del período para entrar a cosecha. La cosecha se mantuvo durante 16 meses.

El rendimiento promedio encontrado fue para la totalidad de los tratamientos de 120.7 t/ha. El sistema de riego por surcos dio un rendimiento de 129.6 t/ha, goteo 118.2 t/ha y aspersión subfoliar 114.3 t/ha. La prueba de Tukey no dio diferencias significativas al nivel del 5%.

Durante los 16 meses de cosecha se presentaron dos períodos secos. El primer período seco fue más marcado y prolongado. En total se hicieron 45 riegos, 29 en el primer período y 16 en el segundo. La lámina de riego total aplicada durante las épocas secas fue de 506 mm correspondiendo 326 mm al primer período y 180 mm al segundo período.

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

Se confirmó que para la producción económica de la papaya en los suelos del Piedemonte Llanero (clase IV) es indispensable el riego.

Aunque no hubo diferencias significativas entre los sistemas de riego, se observó una tendencia a aumentar la producción en el riego por surcos. Se encontró que una buena práctica es la de utilizar un intervalo de riego de 4 días.

Se demostró que con la utilización del riego se disminuye el costo por unidad de producción en un 100%.

El tipo de sistema de riego a emplear depende básicamente de la cantidad de agua disponible en la finca y de su costo. Si se tiene suficiente agua superficial y es posible su utilización por gravedad, el máximo retorno económico a la práctica de riego lo genera el sistema de riego por surcos, que aunque emplea mayor mano de obra y es de menor eficiencia no requiere de inversiones costosas. Por otra parte, cuando se tiene una dotación limitada de agua, ya sea de fuente superficial y de pozo profundo, en que es necesario suministrar energía para su utilización, los sistemas de riego localizado de alta eficiencia y uniformidad son los más recomendables.

Se confirmó la potencialidad de la variedad Catira para ser cultivada bajo riego y con adecuadas prácticas de manejo en suelos de Clase IV de la Orinoquia Bien Drenada.

La técnica del riego se debe adoptar después de tener solucionados los demás factores del proceso productivo tales como preparación del suelo, fertilización, aplicación de enmiendas y correctivos, utilización de variedades mejoradas etc.

En el caso específico del cultivo de la papaya se puede optar por dar una dotación de agua al suelo cuando la lectura del tensiómetro ubicado a 20 cm de profundidad del suelo marque 50 centíbaros. También se puede optar por regar el cultivo con base en lectura diaria del tanque de evaporación A, correlacionándola con un factor  $K = 0.75$ .

En definitiva, la forma correcta de aplicación de agua al cultivo es la sumatoria de numerosos factores propios de cada región, lo que implica la realización de estudios generalmente detallados, para llegar a obtener los mejores resultados procurando optimizar la relación beneficio - costo.

Las investigaciones realizadas demostraron plenamente el beneficio económico del riego en el cultivo de la papaya variedad ICA C-143, actualmente variedad Catira 1, cuando se siembra en suelos Clase IV del Piedemonte Llanero.

## **EL DRENAJE**

La fuente principal de agua para las plantas es la precipitación. La lluvia que cae sobre el suelo penetra en él a una tasa que depende de sus propiedades físicas. Si la cantidad de lluvia caída es superior a la infiltración del suelo, se produce un escurrimiento superficial y el agua de exceso se drena en ríos y cauces naturales. El agua que penetra en el suelo llena el depósito de reserva de la tierra y cuando ésta se llena a plena capacidad el exceso se drena a las capas acuíferas inferiores que son estratos de arena o arcilla que pueden contener cantidades importantes de agua recuperable.

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

Por otra parte, la planta solo puede aprovechar el agua del suelo cuando tiene a su disposición suficiente cantidad de aire. Es decir, existe una condición de equilibrio óptimo en la cual parte de los poros del suelo contienen agua en forma disponible para la planta, y otros poros, los más grandes, contiene el aire para la respiración radicular. Cuando todos los poros del suelo están ocupados por agua y no hay aire, se presentan los problemas de drenaje.

El drenaje de los campos sirve para evacuar los excesos de agua de la zona de absorción, con el fin de evitar la saturación del suelo.

Un drenaje adecuado de las tierras es importante porque el crecimiento de los cultivos se afecta seriamente por la continua saturación en partes de la zona radicular, así como por el agua encharcada en la superficie.

Una de las características de las zonas húmedas y subhúmedas es la de presentar una precipitación mayor que la evaporación. En las tierras planas como es el caso de los Llanos Orientales, este hecho hace que los suelos se mantengan, durante gran parte del año, en condiciones de altos contenidos de humedad, favoreciendo encharcamientos y situaciones variables de exceso de agua superficial. Se ha observado al realizar el balance hídrico que debido a las condiciones climáticas del Piedemonte de la Orinoquia colombiana es necesario, para mantener una adecuada humedad del suelo, realizar prácticas de drenaje y evacuación de los excesos de precipitación.

### **EFECTO DEL EXCESO DE AGUA EN LOS CULTIVOS**

Los suelos deficientemente drenados disminuyen la producción de los suelos de diversos modos a saber :

- Por evaporación, que resta calor al suelo, disminuyendo la temperatura del mismo. También el suelo anegado reclama para calentarse más calor que el que necesita un suelo seco, debido al alto calor específico del agua en comparación con el del suelo.
- La saturación o el encharcamiento de la superficie pone un alto a la circulación de aire en el suelo e impide la actividad bacteriana.
- Se favorecen determinados parásitos y enfermedades de las plantas.
- Un elevada capa freática limita la penetración de raíces.
- La estructura del suelo resultada afectada desfavorablemente.
- Los puntos anegados presentes en el campo alargan las faenas de cultivo o impiden el tratamiento uniforme.

### **LOS PROBLEMAS DE DRENAJE**

Los problemas típicos de drenaje se han dividido en problemas superficiales y problemas internos. En la realidad los suelos inundados pueden incluir excesos de agua tanto superficial como del subsuelo y la solución deberá tomar en cuenta su interdependencia.

#### ***Drenaje superficial***

Las superficies planas y casi planas están sujetas a agua estancada, debido a :

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

1. Superficie desigual del suelo con bolsones o crestas que impiden o retrasan el escurrimiento natural (Los suelos poco permeables aumentan el problema).
2. Canales o zanjas evacuadoras de baja capacidad dentro de la zona, que eliminan el agua tan lentamente que el alto nivel del caudal de los canales hace que haya encharcamientos en la tierra durante períodos capaces de causar daños.
3. Condiciones de desagüe que mantienen la superficie del agua por encima del nivel del suelo, tales como alturas elevadas de agua en lagos o estanques.

Las fuentes de agua superficial son la lluvia, el escurrimiento, filtraciones de tierras continuas más altas, o el derrame de los cauces de corrientes de agua.

Pueden necesitarse sistemas de drenaje superficial tanto en extensiones húmedas como de riego. Por lo general, el drenaje de superficie es parte integrante del sistema de riego de los suelos con permeabilidad lenta o en lugares donde existan índices elevados de precipitación.

### ***Drenaje interno***

Estos tienen diferentes causas. Las tierras planas tienden a estar deficientemente drenadas, en particular cuando la permeabilidad del subsuelo es baja. Sin embargo, hay muchas extensiones de tierras anegadas en las que no existe ninguna relación manifiesta entre la superficie de filtración, o un alto nivel de aguas freáticas y la topografía del lugar. Los altos niveles de la capa freática pueden darse en lugares con permeabilidad rápida o lenta del suelo, en clima húmedo o árido, y en tierras planas o en pendiente. Por este motivo es conveniente clasificar los problemas de drenaje del subsuelo por la fuente del agua excesiva del suelo y por la forma en que se mueve en, y a través de la extensión problema.

La finalidad del drenaje interno es que la capa freática descienda hasta un punto en que no estorbe el crecimiento y desarrollo de las plantas. La profundidad mínima a la que debe mantenerse la capa freática varía de acuerdo con las necesidades del cultivo y con el suelo, pero uno de los principales factores para la altura del nivel de las aguas freáticas consiste en regular la salinidad y la alcalinidad del suelo y del agua del subsuelo. Este es un motivo capital para las diferencias existentes entre el drenaje del subsuelo en climas húmedos y en climas áridos.

En los climas húmedos, la profundidad de los drenes es generalmente de 90 a 150 cm. El agua es relativamente pura y, por lo general, hay un exceso natural de agua respecto a las necesidades de las plantas y un movimiento neto descendente del agua del subsuelo.

### ***NECESIDADES DE DRENAJE DETERMINADAS POR LOS CULTIVOS***

Los distintos cultivos tienen tolerancias ampliamente discrepantes respecto al exceso de agua, tanto por lo que se refiere a cantidad como a tiempo. La necesidad de drenaje se basa en :

- La duración y frecuencia máximas del encharcamiento superficial.
- La profundidad mínima de la capa freática.
- La proporción mínima en que se tiene que hacer bajar la capa freática.

## **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

Algunas guías generales indican los criterios de drenaje que reclaman las diferentes combinaciones de suelo y cultivo.

La papaya es un cultivo exigente desde el punto de vista de riego y drenaje. La planta, con base en su desarrollo radicular y en las necesidades de sostén de la columna de frutos, requiere un drenaje tal que le permita un desarrollo normal del 100% de sus raíces para una buena nutrición y un debido anclaje.

La necesidad de drenaje slo se puede establecer con base en la sensibilidad del cultivo a los excesos de humedad y a las condiciones climáticas y de suelos locales. El cultivo plantea las exigencias de drenaje, el suelo interpone sus limitaciones de acuerdo con sus características propias y el hombre decide la conveniencia o no de instalar el sistema.

### **SOLUCIONES AL PROBLEMA DE DRENAJE**

En forma general, se recomienda para el manejo de los suelos con problemas de excesiva humedad considerar los siguientes aspectos :

- Nivelación de tierras para evitar la variación del microrelieve, o bien diseñar terrazas con desagüe superficial.
- Desarrollar cultivos que se adapten a las condiciones de exceso de humedad.
- Construir canales de desvío para cambiar la dirección de los escurrimientos superficiales que se concentran en varias zonas y encauzarlos hacia salidas naturales o artificiales bien protegidas.
- Establecer un sistema de drenaje para eliminar los excedentes de agua si las condiciones del terreno lo permiten; en caso contrario, instalar un sistema de bombeo para promover el saneamiento del terreno.

### **BENEFICIOS DE UN BUEN DRENAJE**

Si alguna o varias de las prácticas antes mencionadas se efectúan con éxito, los beneficios esperados de un sistema eficiente de drenaje son los siguientes:

- Los suelos húmedos generalmente son más fértiles, el drenaje permite usarlos en una agricultura productiva.
- Los suelos adecuadamente drenados conservan mejor el calor y una temperatura adecuada. Se necesita 5 veces más calor para elevar la temperatura en 1° centígrado en suelos pobremente drenados que la requerida para suelos secos.
- El drenaje aumenta la cantidad de oxígeno en el suelo; a menudo, una deficiencia de oxígeno produce una reducción química en el Fe y Mn que pueden ser tóxicos en el desarrollo de las plantas.
- El drenaje ayuda a disminuir las pérdidas de nitrógeno del suelo causados por la denitrificación.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

- Con buenas condiciones de drenaje se aumenta el contenido de proteína cruda en la planta; el % de K, Cl y Mg en las plantas también aumenta.
- Los suelos drenados están libres de ciertas enfermedades fungosas.
- La estructura del suelo se mejora con el drenaje ; el humedecimiento y secado, el mayor desarrollo de raíces, la actividad de lombrices y el desarrollo acelerado de bacterias y hongos ayudan en la formación de una estructura deseable en el suelo.
- El terreno drenado se adapta mejor a una mayor variedad de cultivos.
- El drenaje permite una penetración más profunda de raíces ; esto aumenta la cantidad de nutrimentos aprovechables para el desarrollo de las plantas, lo que resulta en un mayor rendimiento del cultivo, el enraizamiento más profundo también hace a las plantas más resistentes a la sequía.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el país los adelantos técnicos y la aplicación de soluciones teóricas que impliquen estudios previos, solo llegan a un número muy limitado de agricultores, no solo por su costo sino por la incertidumbre de sus resultados. En los aspectos de drenaje puede ser más crítico este planteamiento, pues es más difícil para el agricultor reconocer los beneficios de esta técnica y generalmente prefieren plantear soluciones temporales, sangrías o zanjeos superficiales. Por ello, es importante plantear una metodología de campo sencilla, lógica y aplicable a cualquier situación.

Estas soluciones prácticas deben partir del conocimiento detallado del terreno y del perfil del suelo, de las condiciones climáticas y de la variación del nivel de la capa freática. Por otra parte, debe conocerse los requerimientos del cultivo. Esta información es escasa y generalmente determinada para zonas templadas.

En el caso específico de la papaya, según Campos-Araujo (1988), se ha encontrado que el máximo tiempo de inundación que soporta el cultivo es de 48 horas. Así mismo, Bonciarelli, comenta que los valores más comúnmente aceptados para la profundidad de la capa freática en frutales es de 0.80 a 1.30 m.

Debe tenerse en cuenta para las condiciones del Piedemonte Llanero las intensas y frecuentes lluvias que se suceden generalmente en los meses de mayo y junio, así mismo, las limitaciones de tipo químico que pueden ser un impedimento al crecimiento radicular y por lo tanto afectar la profundidad de diseño de los drenajes para controlar el nivel freático.

Se ha encontrado en las épocas de máximas precipitaciones en suelos no drenados del Piedemonte Llanero alta incidencia de los hongos *Phytophthora palmivora* y *Pythium aphanidermatum* que ocasionan pudriciones radiculares, enfermedades estas de difícil control. Por último, se recomienda antes de iniciar la explotación de un cultivo de papaya resolver los problemas técnicos relacionados con el drenaje, el riego y los sistemas de siembra. Solucionado estos aspectos se augura el éxito de la empresa.

**BIBLIOGRAFIA**

- ALMANZA, E. 1996. Balance Hídrico. En: Aspectos Básicos del Riego. Manual Técnico. Convenio CORPOICA-INAT N° 174. Ibagué, Colombia.
- ALMANZA, E. 1996. Relaciones agua, planta, clima. En: Riego por aspersion. Seminario Taller. INAT Regional 6 Villavicencio, Colombia.
- AVELLA, A. 1994. Solucione sus problemas de drenaje. HIMAT - FENALCE. Espinel, Colombia.
- BELALCAZAR, S. 1991. El cultivo del plátano en el trópico. Manual de Asistencia técnica No. 50. ICA, CIID, INIBAP y Comité Departamental de Cafeteros del Quindío. Cali, Colombia.
- BRONCIARELLI, F. 1978. Agronomía. Editorial Academia. León, España.
- CALDERON, E. 1989. Fruticultura General, El esfuerzo del hombre. Editorial Limusa. México.
- CONDE, L. 1979. Proyecto de drenaje superficial. Memorándum Técnico No. 385. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México. México.
- CORPORACION COLOMBIA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. 1995. Informe Anual Programa Nacional Manejo Integrado de Suelos y Aguas. Santafé de Bogotá..
- CAMPOS, A. 1994. Relaciones agua - suelo - planta. En: Curso de microirrigación. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá D.C.
- CASTEL, J. 1987. Evapotranspiration and irrigation efficiency of mature orchards in Valencia, Spain. J. Irrigation and Drainage System. 3: 205-217.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA. 1972. Principios del avenamiento o drenaje. Servicio de Conservación de Suelos. Manual No. 8. Editorial Diana. México.
- DOORENBOS, J. 1988. y PRUITT, W. Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio sobre Riego y Drenaje No. 24. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. Roma.
- GRASSI, C. 1975. Estimación de los usos consuntivos de agua y requerimientos de riego con fines de formulación de proyectos. Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras CIDIAT. Mérida, Venezuela.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO, ICA. 1990. Informe Anual de Actividades. Programa Frutales. C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- , 1991. Informe Anual de Actividades. Programa Frutales. C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- , 1992. Informe Anual de Actividades. Programa Frutales. C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- , 1992. Informe Anual Programa Satélite Frutícola. Villavicencio, Meta. 1992.
- , 1993. Informe Anual de Actividades. Programa Frutales. C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- SRAELSEN, O. et al. 1973. Principios y aplicaciones del riego. Tercera edición. 1973.
- PALACIOS, E. 1978. Cuánto, cuándo y cómo regar. Memorándum Técnico No. 195. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos de México. México D.F.
- PIZARRO, F. 1978 Drenaje Agrícola y Recuperación de Suelos Salinos. Editora Agrícola Española S.A. Madrid, España.
- SEP - TRILLAS. 1985. Riego y Drenaje. Manuales para educación Agropecuaria. Editorial Trillas. México. p. 100.
- ROJAS, H. 1988. Consideraciones sobre la relación agua - suelo - planta en riego por goteo. En: Curso taller de riego por goteo. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. Santafé de Bogotá, Colombia.

**Capítulo 7**  
**MANEJO DE MALEZAS**

Jaime H. Bernal

## MALEZAS EN EL CULTIVO

Las malezas son plantas tan indeseables en los huertos de papaya como en cualquier otra plantación de frutales, ya que estas pueden causar reducción en los rendimientos por causa de su competencia. Además, las malezas se apropian de los fertilizantes aplicados al cultivo y son hospederas de plagas y enfermedades tales como virosis en el caso de las plantas de la familia cucurbitacea así como de los vectores de los virus, causando graves problemas en el cultivo\*. Por otro lado, las raíces de las plantas de papaya, por su naturaleza superficial y blandas, no están en capacidad de competir con las malezas y con frecuencia se ven raíces de papaya perforadas por raíces de plantas invasoras con los consecuentes problemas que implican la destrucción de tejidos subterráneos. Cuando el cultivo está joven es más sensible a sufrir daño por las malezas y es en esta época cuando las preocupaciones deben ser mayores. La zona circundante al cuello de la raíz debe permanecer bien aireada y libre de malezas.

Las malezas, de acuerdo a la forma de sus hojas, se agrupan en malezas de hojas angostas (gramíneas, cyperaceas y commelinaceas) y de hojas anchas (dicotiledoneas). En los sistemas de producción de papaya en el Piedemonte Llanero las arvenses de hojas angostas más comunes son la caminadora (*Rottboellia cochinchinensis*), falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*), liendre puerco (*Echinochloa colonum*), guarda rocío (*Digitaria Sanguinalis*), pata de gallina (*Eleusine indica*), Brachiaria (*Brachiaria sp*), argentina (*Cynodon dactylon*), cadillo (*Cenchrus echinatus*) y piñita (*Murdania nudiflora*). Las malezas dicotiledoneas más frecuentes son las escobas (*Sida spp*), hierba socialista (*Emilia sonchifolia*), bledo (*Amaranthus dubius*), dormideras (*Mimosa spp*), cadillo (*Bidens pilosa*), batatillas (*Ipomoea spp*), verdolaga (*Portulaca oleracea*), , chilinchil (*Cassia tora*), atarraya (*Kalstroemia máxima*) y botoncillos pertenecientes a diferentes especies.

## MANEJO INTEGRADO DE MALEZAS

Por manejo integrado de malezas se entiende la aplicación de una serie de practicas, mediante las cuales se limita el desarrollo e infestación de las malezas, hasta lograr que no causen pérdidas económicas. Comprende todos aquellos métodos utilizados para reducir al mínimo la interferencia que las malezas ejerzan en el cultivo y sus efectos en la calidad del producto cosechado. La importancia del manejo integrado de malezas radica en que mejora el equilibrio del agroecosistema, hace sostenible la producción del cultivo en lugares determinados, evita la adaptación de las malezas dentro del sistema de producción y disminuye el consumo de herbicidas con lo cual se reduce los costos y se contribuye en la preservación del medio ambiente

Existen varios métodos para el manejo de las malezas. La selección del método para aplicar depende de varios factores, tales como el agroecosistema en que se desarrolla el

cultivo, la topografía del área, la composición botánica de la población de malezas, la variedad utilizada y los costos. Los cuatro métodos que se emplean e interrelacionan dentro del concepto del manejo integrado de malezas son el cultural, físico, biológico, y químico.

### **CONTROL CULTURAL**

El control cultural incluye todas aquellas prácticas agronómicas que favorecen al cultivo y minimizan la interferencia de las malezas con el cultivo. Su éxito consiste en establecer una plantación vigorosa que compita efectivamente en los estados iniciales de crecimiento con las malezas.

Dentro de las prácticas culturales utilizadas en el cultivo de la papaya se tiene información principalmente en rotación de cultivos y en el manejo de coberturas.

Las coberturas de diferente índole, como películas de polietileno, cascarilla de arroz, tamo de pastos ó papel de aluminio, sobre la zona de la gotera de la planta, constituyen un aspecto poco conocido y con grandes posibilidades para un control rentable de las malezas. Las coberturas provenientes de tamos de pastos impiden la entrada de luz al suelo afectando la germinación y desarrollo de las malezas; además, algunas especies de pastos pueden liberar sustancias tóxicas que inhiben la germinación de las semillas de las malezas. Estas coberturas ofrecen ventajas adicionales como las de minimizar la erosión, conservar la humedad y reducir la variación de temperatura en el suelo. Las coberturas son utilizadas en las zonas productoras de papaya de Santander del Sur y en los Llanos Orientales. Estudios realizados en CORPOICA reportaron una baja incidencia de malezas hasta por un periodo de 6 meses con el uso de la cascarilla de arroz. En Hawaii, el uso de coberturas es muy utilizado logrando excelentes resultados.

### **CONTROL FISICO O MECANICO**

El control físico o mecánico busca manejar un problema ya establecido, en contraste con el cultural que pregona la prevención del mismo. Hay varias prácticas de control que se basan en la eliminación de las malezas, bien sea a mano o con implementos mecánicos. Muchos de estos métodos implican movimiento de suelo para restringir el desarrollo de las malezas, cubriendolas, cortandolas o exponiendolas a la acción desecante del sol, o por agotamiento de las reservas nutritivas al suprimir continuamente el área fotosintética. Dentro del control físico existen algunas prácticas que deben tenerse en cuenta tales como:

- Preparación del suelo.
- Desyerba manual.

El sobrelaboreo del suelo el cual se constituyó como un arma eficaz para controlar malezas, en la actualidad se tiene en tela de juicio como consecuencia de los daños graves que ha ocasionado en la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola.

Las prácticas de labranza reducida o labranza cero junto con un adecuado manejo de los residuos de cosecha (paja), o coberturas bien establecidas, constituyen un método impor-

tante para el control de las malas hierbas que se propagan por semilla. Mediante este método se disminuye la penetración de la luz y se previene así la germinación y el desarrollo de las malezas.

La desyerba con implementos manuales se realiza en la zona de plateo con guadañas y machetes. Esta forma de controlar las malezas no perjudica a las plantas si se ejecuta de manera superficial, sin profundizar mucho en el corte del suelo y sin tocar la base del tronco. De lo contrario, se pueden provocar heridas a las plantas las cuales sirven de entrada a diferentes patógenos que ocasionan enfermedades en las plantas y finalmente su muerte. Se utiliza la desyerba con implementos manuales en zonas o en lugares infestados por malezas tolerantes o resistentes a los productos químicos, en zonas con facilidades de mano de obra, bajo costo de mano de obra y áreas agrícolas con lotes reducidos. En regiones donde ocurren lluvias abundantes durante el tiempo de desarrollo del cultivo, el método de desyerba con implementos manuales resulta costoso, pues las malezas con la alta humedad, rebrotan.

### CONTROL BIOLÓGICO

Se considera control biológico desde el punto de vista ecológico "la acción de parásitos depredadores o de agentes patógenos que mantienen la densidad de población de otro organismo en un promedio más bajo del que existiera en su ausencia" La FAO, consciente de los alcances de este método de control, ha relacionado que "el control biológico de las malezas con agentes patógenos de plantas actualmente es factible desde el punto de vista biológico y técnico.

Los métodos de control biológico más comunes son la introducción de insectos o patógenos que atacan las malezas en sus centros de origen y el uso de bioherbicidas en los cuales el organismo controlador de una determinada maleza es liberado masivamente. Estos métodos de control han sido utilizados exitosamente para el manejo de malezas en huertos frutícolas en los países desarrollados como Estados Unidos y Europa.

En la actualidad existe información disponible para iniciar programas de control biológico sobre las siguientes especies de malezas: *Portulaca oleracea*, *Mimosa pigra*, *Mimosa invisa*, *Bidens pilosa*, *Amaranthus spinosus*, *Eleusine indica*, y *Ageratum conyzoides*.

### CONTROL QUÍMICO

Es el método más usado para controlar las malas hierbas en las plantaciones mediante el uso de sustancias químicas que destruyen las malezas sin afectar el cultivo.

Es importante tener en cuenta que el control químico es una herramienta más en el manejo de las malezas, es un complemento a las prácticas culturales, se le considera como el último eslabón del manejo integral de las malezas y su empleo debe estar sujeto al costo en comparación con los beneficios que aporta.

El control químico debe presentar ciertas **ventajas** sobre los demás métodos de control

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

tales como la economía, seguridad y eficiencia y disponer de numerosos herbicidas con alta capacidad selectiva. En el cultivo de la papaya, no existen herbicidas selectivos, por lo que se usan principalmente productos dirigidos hacia la maleza sin que lleguen a tocar la planta.

Dentro de las **desventajas** que puede presentar el control químico se enumeran las siguientes: altos costos, requiere un equipo especial y personal capacitado, es difícil a menudo obtener una buena calibración de equipos en condiciones de finca, desplazan mano de obra, pueden ser tóxicos y contaminar el medio ambiente y su uso prolongado puede incrementar la presencia de biotipos resistentes al herbicida entre la población de malezas.

En el control químico de las malezas existen tres puntos que son básicos para lograr mayor eficiencia: la época de aplicación, la selección y dosis de los herbicidas y el método de aplicación

De acuerdo al tiempo de aplicación los herbicidas se pueden aplicar así:

- ∞ Herbicida de presembrado
- ∞ Herbicidas preemergentes
- Herbicidas posemigrantes

### Herbicidas en presembrado

Los herbicidas en presembrado están constituidos por herbicidas de amplio espectro y baja residualidad utilizados para el manejo de las malezas antes del establecimiento del huerto. En la actualidad se consiguen en el mercado productos de acción sistémica como el Glifosato, el cual puede ser translocado desde la hoja hasta la raíz controlando eficientemente especies de malezas que se propagan por estolones y rizomas como el pasto *Brachiaria*, o por bulbos como el coquito (*Cyperus rotundus*). También se encuentran productos de acción de contacto los cuales secan las partes de las plantas que son alcanzadas por el producto, como es el caso del Paraquat y el Glufosinato de amonio.

### Herbicidas preemergentes

Los preemergentes deben ser aplicados inmediatamente después de la siembra y antes de la germinación de las malezas; algunos herbicidas preemergentes cuando se aplican durante la germinación del cultivo pueden causar fitotoxicidad. Ejemplo: Diuron, herbicida que es absorbido por las raíces de las plantas de malezas en crecimiento afectando su emergencia.

### Herbicidas posemigrantes

Estos herbicidas se aplican luego de la emergencia del cultivo y las malezas y cuando, tanto el cultivo como las malezas a controlar tengan una altura ideal. En papaya estos productos son utilizados en forma dirigida con el objeto de que no lleguen a tocar la planta, aplicaciones de Paraquat que llegan a la base del tallo ocasionan lesiones que son utilizadas por los patógenos como sitios de entrada. Este producto debe ser aplicado con pantalla y en horas de cero viento debido a la deriva. Los herbicidas a base de Glufosinato

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

de amonio realizan la misma labor del Paraquat y ocasionan menos daños a la base del tallo. Estos dos productos son de amplio espectro, no penetran por la raíz y son rápidamente degradados en el suelo. Los herbicidas Paraquat y Diquat, de carácter alcalino, son fuertemente absorbidos por los coloides del suelo y se inactivan de tal manera que no pueden pasar a la solución del suelo.

En la tabla 13 se citan algunos productos y dosis comerciales recomendados para el control de malezas en el cultivo de la papaya.

**Tabla 13. Herbicidas, dosis y época de aplicación para el control de las malezas en papaya.**

Nombre Comercial (generico)	Epoca y Forma de Aplicación	Dosis
Gramoxone (Paraquat) Posemergente (dirigido) 1-2 (l/ha)	Presiembra, 2-3 (l/ha)	
Finnale (Glufosinato de amonio) Posemergente (dirigido) 2 (l/ha)	Presiembra 2-3 (l/ha)	
Round-up (Glifosato) Posemergente (dirigido) 2-3 (l/ha)	Presiembra 3-4 (l/ha)	
Karmex (Diurón)	Pre o Posemergente	0.5-1 (kg/ha)

### Factores que afectan la eficacia de los herbicidas

La conjunción de aspectos químicos y físicos relacionados con el producto y su correcta aplicación determinan su eficacia biológica y por ende, su rentabilidad. El resultado de un tratamiento con un herbicida recomendado, depende en alto grado de la cobertura, dada por el número de gotas por unidad de área, obtenida en la aplicación. La cobertura ( $\text{No. gotas/cm}^2 = \text{cm}^2$ ) y la concentración de la mezcla son factores de gran importancia, además de las condiciones climáticas que imperen durante e inmediatamente después de la aplicación.

Una lluvia luego de aplicar un herbicida puede lavar gran parte del producto depositado en el follaje y así disminuir su eficiencia; pero una lluvia que no cause ni inundación, ni escorrentía en un lote, puede aumentar la eficiencia de un herbicida preemergente al hacerlo más soluble, aunque si la lluvia es muy fuerte y causa inundación, el herbicida se solubiliza tanto que se pueden afectar las plántulas del cultivo o las semillas en proceso de germinación.

Cuando las malezas se desarrollan en condiciones de óptima humedad en el suelo, con radiación solar y humedad relativa alta, son más susceptibles a los herbicidas aplicados al follaje; pero cuando ellas crecen durante períodos secos y de vientos fuertes, tienden a presentar mayor resistencia, su cutícula se vuelve áspera y adquiere mayor espesor, y en las especies pubescentes, la densidad de la pubescencia aumenta.

## **BIBLIOGRAFIA**

- AMARAL, A.A. y GOMEZ. 1982. EMBRAPA-UEPAE de Pelotas C.P. 96, 100 Pelotas R.S. Brasil. UEPAE de Pelotas e convenio EMBRAPA. UEPAE XIV Congreso Brasileiro de Herbicidas e Ervas Daninhas e VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de malezas. 2-6 de Agosto de 1982. Resumos. Campinas. Sao Paulo. Brasil. P.20.
- ARROZ. 1989. Vol. 38(363). Bogotá, Colombia p, 2-52.
- AVILA, R. L. y RENGIFO, C. A. 1986. Riego y malezas. En: El lechero.
- BERNAL, J. H. 1997. Manejo integrado de las malezas en el sistema de producción de cultivos anuales. Información técnica, CORPOICA Regional 8. Villavicencio, No 9. 8 p.
- BERNAL, J.H. 1998. Manejo integrado de las malezas en el cultivo de la piña. En: Curso actualización en el cultivo de la piña. Memorias curso, CORPOICA-SENA, Villavicencio 25 y 26 de Septiembre. pp. 59-66.
- COLON, v. c. 1984. Química de malezas en arroz de riego. En: Boletín de reseñas. Arroz. Habana, Cuba. No.11. pp. 28-29.
- CORPOICA. Secretaría de Agricultura y del Medio Ambiente del Guaviare y Plante. 1995. Actualización de los cultivos de arroz, algodón y maíz. Memorias curso.
- FEDERACION NACIONAL DE ALGODONEROS, 1980. Malezas. En: Bases Técnicas para el cultivo del algodón. Bogotá, Colombia. P. 213-258.
- FISHER, A. 1991 Manejo integrado de malezas: implicaciones ambientales, predicción de pérdida, agronomía y plagas. Mimeografiado. Programa de Arroz. Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. Cali, Colombia.
- PAVON, H. 1981. Algunos Aspectos biológicos de la maleza falsa caminadora (*Ischaemum rugosum*) en los Llanos Orientales. Revista Comalfi. Bogotá Vol. (3,4) : Agricultura Tropical de 445-459 pp.
- PAVON, H. 1990. Principios para el manejo de las malezas en el cultivo del arroz, En: Revista Comalfi. Vol XVII. (1) : 28 : 36.
- WATERHOUSE, D.F. 1994. Biological control of weeds: Southeast Asian Prospects. Australian Centre for International Agricultural Research – ACIAR. Canberra, Australia.

**Capítulo 8**  
**ENFERMEDADES Y SU MANEJO**

Vicente E. Rey V.

## INTRODUCCION

Existen varias enfermedades en esta especie que afectan tanto a las plantas como a los frutos, y que pueden causar serias pérdidas en la producción. Bajo las condiciones de las zonas productoras en el departamento del Meta se ha encontrado que la principal enfermedad es la mancha anular de la papaya, seguida de la antracnosis y de la pudrición de raíces y del pie; se presentan otras afecciones como la mancha por *Asperisporium*, el oidio y el ataque por nemátodos, que actualmente se consideran como de orden menor, pero que pueden, bajo ciertas circunstancias, incidir negativamente sobre el cultivo.

## MANCHA ANULAR

Aunque hay varias enfermedades de origen viral que afectan a la planta de papaya, esta enfermedad, causada por el virus de la mancha anular de la papaya (PRSV-p = papaya ringspot virus, cepa papaya), es el principal limitante a nivel mundial para la producción de este frutal por los diferentes efectos que tiene tanto sobre la planta como en el producto.

El virus es estable hasta por ocho horas en savia de planta infectada y se inactiva después de exponerla a 54° - 56°C por 10 minutos; solamente afecta plantas de las familias Caricaceae, Cucurbitaceae y, a nivel experimental, algunas especies de Chenopodiaceae. Está relacionado con otro virus que solamente infecta plantas de la familia Cucurbitaceae, denominado como la cepa de la sandía (PRSV-w = papaya ringspot virus, cepa sandía).

Hay un único reporte proveniente de Filipinas sobre la transmisión de la enfermedad a través de la semilla de papaya; aunque el porcentaje de plántulas infectadas en esta investigación fue de sólo el 0.15%, el carácter explosivo de la enfermedad haría que el material enfermo llevado a campo originara una epidemia. En los estudios realizados en el Centro de Investigaciones "La Libertad" en Villavicencio, no se detectó la presencia ni de síntomas propios de la enfermedad ni de reacciones serológicas positivas por la técnica ELISA, en 1786 plántulas provenientes de semilla de frutos con síntomas de la afección de la variedad 'Melona'.

El virus se puede transmitir mecánicamente mediante roce de material enfermo y material sano; en efecto, otros estudios efectuados en el Centro de Investigaciones "La Libertad" mostraron que se obtiene un 5% de transmisión de la enfermedad cuando se presentan heridas en las plantas. Este valor fue igual cuando se utilizó como fuente de inóculo material de una variedad con síntomas muy evidentes de infección 'Maradol' que cuando la fuente del virus provino de una variedad considerada como tolerante, con síntomas relativamente suaves de la enfermedad ('Catira 1'), lo que corrobora la afirmación de que las variedades tolerantes acumulan una cantidad de virus igual o superior a las variedades catalogadas como susceptibles.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Sin embargo, el principal método de disseminación reportado es a través de los insectos denominados áfidos o pulgones; en las zonas de producción de Lejanías, Villavicencio, Vistahermosa, Medellín del Ariari, El Castillo y El Dorado (departamento del Meta) se han encontrado sobre plantas de papaya varias especies de estos hexápodos, pero la predominante en todas las localidades mencionadas es *Aphis gossypii*. Para lograr transmitir la enfermedad, el áfido se debe alimentar de una planta enferma durante un período de tiempo tan breve como 30 segundos, y este insecto queda inmediatamente habilitado para contaminar, a través de su alimentación, una planta sana. El virus no permanece mucho tiempo en el vector y no pasa de un insecto que lo haya adquirido a su descendencia; en otras palabras, se trata de un virus no persistente y no transovárico en el vector. Esta es la razón por la cual las diversas medidas que se han estudiado para controlar la enfermedad a través del manejo del vector (como por ejemplo, aplicación de insecticidas, láminas reflectoras de luz, etc.) no han tenido ningún éxito.

Por medio de monitoreos y pruebas realizados en municipios productores del piedemonte del Meta, se logró determinar la presencia del virus de la mancha anular de la papaya en la maleza Cucurbitácea conocida como "hierba de culebra" o "meloncillo" (*Momordica charantia*). Las plantas de la maleza reaccionaron positivamente en la prueba ELISA y se encontró respuesta serológica en una planta ubicada a aproximadamente 1.5 km de una plantación afectada. Los estudios preliminares de identificación de la cepa viral presente en *M. charantia* parecen indicar que se trata de la que afecta a la papaya; es muy probable que dicha maleza haya jugado y esté desempeñando un papel clave en la reinfección del cultivo después de no sembrarlo durante algún tiempo, puesto que, además, se ha encontrado a *A. gossypii* alimentándose de esta planta en condiciones naturales.

Los síntomas se comienzan a observar alrededor de 25 días después de la inoculación, en forma de clorosis de las nervaduras de las hojas, aparición de mosaicos foliares y posterior aparición de estrías longitudinales aceitosas en los pecíolos de las hojas y de forma irregular en el tallo de la planta. Las hojas pueden presentar deformaciones en forma de vejigas y reducción del área.

Típicamente, se observan puntos aceitosos en el fruto, que evolucionan a círculos concéntricos, de donde se toma el nombre de la enfermedad; es posible observar una menor cantidad de estos síntomas en la parte del fruto que queda contra el tallo de la planta. En campo se pueden observar plantas que presentan síntomas en los frutos pero no en el follaje y viceversa.

Los efectos sobre la producción se manifiestan en forma de una disminución del peso y del número de frutos por planta y sobre la calidad del fruto se nota como una reducción en el contenido de azúcares, por lo que el fruto es insípido y el aroma es poco o nulo; la vida productiva de la planta se reduce de tal forma que de ser perenne se convierte en anual o raramente bianual. La sintomatología descrita se ha encontrado en todas las zonas productoras de los Llanos Orientales. Las medidas de manejo de esta enfermedad deben estar encaminadas a integrar diversas prácticas como:

- La protección del cultivo contra la presencia en él de áfidos. Esto es necesario tenerlo en cuenta desde el mismo semillero, con por ejemplo su encerramiento con gasa o

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

malla antiáfido, pues desde ese momento las plántulas están expuestas a la alimentación por dichos insectos, como se ha observado a nivel de campo.

- La eliminación de plantas infectadas y su remoción del cultivo, teniendo el cuidado de no rozar las demás plantas con la eliminada.
- El control de malezas debe ser una práctica constante, pues allí se albergan los vectores.
- Es necesario eliminar todo cultivo y planta aislada que estén afectados, puesto que representan una fuente de inóculo para el resto de las plantaciones.
- Aunque las investigaciones llevadas a cabo en el C.I. "La Libertad" mostraron que no hubo transmisión por corte de tejido enfermo seguido por heridas infringidas en tejido de plántulas sanas, como prevención, se debe evitar la utilización de herramientas empleadas en plantas enfermas para realizar labores en plantas sanas.
- Por tratarse de un virus no persistente, las prácticas de control químico de los áfidos vectores son ineficientes.
- Debe evitarse la presencia de plantas Cucurbitáceas, como ahuyama y sandía o patilla, en o cerca de la plantación de papaya, tal vez, inclusive, en la zona.
- Siembra de variedades tolerantes; en la actualidad se cuenta con la variedad Catira-1, que ha mostrado cierta tolerancia a la enfermedad, siempre y cuando se realicen las prácticas agronómicas corrientes para el cultivo.

En Taiwan se ha estudiado un enfoque de manejo mediante la protección cruzada, en la cual se inoculan en plántulas sanas razas atenuadas del virus, con el fin de minimizar el efecto de la posterior infección con las razas agresivas. Otra estrategia de control se ha efectuado en EEUU, a través de la introducción en papaya del gen del virus responsable de la producción de su envoltura proteínica (cápside); estas plantas, llamadas "transgénicas", presentaron protección contra las razas existentes en Hawaii, pero susceptibilidad a las razas presentes en otras zonas de producción del mundo. Sin embargo, en una investigación comparativa, las plantas protegidas mediante cepas atenuadas del virus y las plantas transgénicas mostraron un comportamiento muy similar de reacción frente a los diversos aislamientos del virus utilizados. Con todo, la mejor forma de control de la enfermedad se conseguirá a través de la eliminación de las fuentes de inóculo primario presentes en una determinada región.

## ANTRACNOSIS

Su agente causal es un hongo imperfecto del género *Colletotrichum*; esta enfermedad ataca diferentes cultivos y se puede considerar como endémica en la región. Su principal efecto se da a nivel del fruto en postcosecha; por lo tanto es un problema que se lleva al consumidor.

En el follaje de las plantas se pueden observar manchas pequeñas acuosas, de forma irregular que con el paso del tiempo se toman de unos tres milímetros de largo y de color café claro; se puede presentar coalescencia de lesiones, que pueden cubrir un área considerable de la hoja. Después de cierto tiempo, las lesiones toman un color blanco o gris claro en el centro; estas lesiones pueden desprenderse del resto del tejido foliar. En esta zona decolorada es posible observar las estructuras reproductivas del patógeno.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Sin embargo, los síntomas más evidentes se presentan sobre los frutos, en donde se observan manchas acuosas que posteriormente se hunden y toman un color negro y luego rosado, proveniente de las conidias del hongo. Las lesiones pueden ser de tamaño relativamente grande y es posible encontrar varias áreas afectadas en un mismo fruto, que pueden o no estar juntas. La pulpa toma un sabor amargo.

Para el manejo de esta enfermedad se debe promover la ventilación del cultivo mediante prácticas como la disminución del número de plantas que se siembran, la eliminación de la humedad excesiva del suelo, con lo que se evita el aumento de la humedad relativa; las hojas viejas y frutos afectados deben ser retirados de las plantas y del cultivo; se debe cosechar el fruto en el momento justo, según la variedad; las aplicaciones preventivas de fungicidas se han recomendado como una medida para controlar el problema, así como también el tratamiento de la fruta con agua caliente (49°C durante 20 minutos precedido de un tratamiento a 42°C por 30 minutos, con posterior aplicación de fungicidas).

Los productos que se reportan efectivos para el control de la enfermedad son clorotalonil (cada 14 días), mancozeb (cada 14 a 21 días), maneb (cada 14 a 21 días), maneb + zinc (cada 14 a 21 días) y en poscosecha tiabendazol, con buen comportamiento de iprodione. En Colombia no se ha registrado ninguno de estos productos para su utilización en el control de la antracnosis de la papaya.

### PUDRICION DE RAICES

Este problema está asociado a la presencia de los hongos *Phytophthora* y *Pythium*. En los aislamientos que se han hecho a partir de plantas enfermas en el C.I. "La Libertad" aparece siempre en primer lugar *Phytophthora* y posteriormente se encuentra, también, *Pythium*. Sin embargo, las medidas de manejo del problema son válidas para los dos microorganismos.

En vivero, se encuentran plántulas con síntomas de deficiencia de agua en algunas hojas; en el tallo se encuentran lesiones en forma de manchas acuosas, que evolucionan con relativa rapidez y producen una lesión seca de color grisáceo; se puede observar a simple vista una especie de vello muy fino, casi translúcido, que corresponde a las estructuras de reproducción de *Phytophthora*. En dos a cuatro días la plántula se dobla por la parte afectada y muere, dependiendo del sitio de la lesión.

En campo la planta presenta los síntomas de deficiencia de nutrientes y de carencia de agua, debido al daño que sufre el sistema radicular, en donde se observa una pudrición húmeda de los tejidos; las plantas afectadas pierden anclaje y pueden ser fácilmente derribadas por el viento.

La estrategia de manejo de este problema es preventiva, al sembrar en lotes que no presenten encharcamiento o al mejorar el drenaje del lote escogido. En el Centro de Investigaciones "La Libertad" ha sido satisfactoria la aplicación de fosetil-Al en dosis de 2.0 g de producto comercial/litro de agua dirigida a la base de las plantas vecinas a la afectada para el

control efectivo de la enfermedad; no obstante, se debe mencionar que este producto puede seleccionar razas resistentes de los microorganismos al ingrediente activo, razón por la cual se debe utilizar con precaución; además, no está registrado en Colombia para utilización en papaya.

### **MANCHA DE ASPERISPORIUM**

La sintomatología de esta enfermedad se observa en forma de unas manchas redondas de color negro oscuro, de unos tres a cuatro milímetros de diámetro, en el envés de las hojas, generalmente las más viejas. Se ha observado esta misma sintomatología sobre frutos donde puede llegar a causar fuertes infecciones.

Sin embargo, no se le considera como una enfermedad que deba ser controlada bajo condiciones normales del cultivo, por lo que no se recomiendan medidas de manejo específicas, diferentes de las que tienen que ver con el cuidado agronómico de la plantación.

### **NEMATODOS**

Los nematodos son muy pequeños microorganismos similares a lombrices que pueden alimentarse de materia en descomposición, de otros microorganismos o de plantas. Tienen, por lo general, un tamaño tal que hace muy difícil observarlos a simple vista.

Los síntomas asociados con este problema se manifiestan a nivel de las raíces, donde se observa la formación de agallas o formaciones redondas pequeñas, de aproximadamente un milímetro de diámetro. Se presume que el agente causal de esta afección sea *Meloidogyne* sp; esta sintomatología se ha encontrado con cierta frecuencia en la zona de Lejanías, Meta.

Aunque no se ha evaluado el efecto de este microorganismo sobre la planta de papaya en condiciones de los Llanos Orientales, es un asunto que puede convertirse en problema de cierta magnitud.

### **OIDIUM**

Se presenta en forma de decoloraciones amarillas por el haz de las hojas, donde se puede encontrar una forma algodonosa blanca no densa, que corresponde a las estructuras reproductivas asexuales del patógeno, el hongo imperfecto *Oidium* sp.

La afección por este microorganismo sólo se ha observado a nivel de invernadero, bajo condiciones ambientales diferentes a las que se tienen en la región de los Llanos Orientales. En caso de ser necesario, la aplicación de fungicidas azufrados es suficiente para controlarla.

BIBLIOGRAFIA

- ACHICANOY, H. 1995. Manejo integrado de la mancha anular del papayo. En: Fitopatología Colombiana 19: 67-71.
- BAYOT, R.G.; VILLEGAS, V.N.; MAGDALITA, P.M.; JOVELLANA, M.D.; ESPINO, T.M. y EXCONDE, S.B. 1990. Seed transmissibility of papaya ringspot virus. Philipp. J. Crop Sci. 15: 107-111.
- BRUNT, A.A.; CRABTREE, K.; DALLWITZ, M.J.; GIBBS, A.J.; WATSON, L. y ZURCHER, E.J. (eds.). 1996 onwards. Plant Virus Online: Descriptions and List from the VIDE Database. Version: 16th. January 1997. URL=<http://biology.anu.edu.au/groups/nes/vide/>
- EDITORIAL PLUM. 1997. Diccionario de especialidades agroquímicas. 7a edición. Santafé de Bogotá, Colombia. 633 p.
- FITCH, M.M.M.; MANSARDT, R.M.; GONZALEZ, D.; SLIGHTOM, J.L. SANFORD, J.C. 1992. Virus resistant papaya plants derived from tissues bombarded with the coat protein gene of papaya ringspot virus. Biotechnology 10:1466-1472.
- GONSALVES, D. y GARNSEY, S. 1989. Cross-protection techniques for control of plant virus diseases in the tropics. Plant Disease 37:592-597.
- KHURANA, S.M.P. 1970. Effect of virus diseases on the latex and sugar contents of papaya fruits. Journal of Horticultural Science 45:295-297.
- MAGDALITA, P.; BAYOT, R. y VILLEGAS, V. 1990. *Diplocyclos palmatus* L. Jeffrey: a new weed host of papaya ringspot virus. Philipp. J. Crop Sci. 15: 163-168.
- NAMBA, R. y KAWANISHI, C.Y. 1966. Transmission of papaya mosaic virus by the green peach aphid. Journal of Economic Entomology 59:669-671.
- NISHIJIMA, W. 1988. Tratamentos pós-colheita para mamão. En: Ruggiero, C. (ed.) Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, p. 347 - 359. Jaboticabal, Brasil, FCAV - UNESP.
- , 1988. Doenças fúngicas do mamão e seu controle. En: Ruggiero, C. (ed.) Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, p. 333-345. Jaboticabal, Brasil, FCAV - UNESP.
- PURCIFUL, D.E. 1972. Papaya ringspot virus. C.M.I./A.A.B. Descriptions of plant viruses No. 84. 4p.
- REZENDE, J.A.M. y ACOSTA, A.S. 1993. Doenças de vírus e micoplasma de mamoeiro. Summa Phytopathologica 19:73-79.
- SANCHEZ, C. y MARTINEZ, G. 1976. Reconocimiento del virus de la mancha anular de la papaya (*Carica papaya* L.) en Colombia. Revista ICA 11:205-220.
- 1977. Identificación de plantas hospedantes del virus de la mancha anular de la papaya. Fitopatología Colombiana 6:112-121.
- TELIZ, D.; MORA, G.; NIETO, D.; GONSALVES, D.; GARCIA, E.; MATHEIS, L y AVILA, C. 1991. La mancha anular del papayo en México. Revista Mexicana de Fitopatología 9:64-68.
- TENNANT, P.F.; GONSALVES, C.; LING, K.S.; FITCH, M.; MANSARDT, R.; SLIGHTOM, J.L. Y GONSALVES, D. 1994. Differential protection against papaya ringspot virus isolates in coat protein gene transgenic papaya and classically cross-protected papaya. Phytopathology 84:1359-1366.
- TEXAS PLANT DISEASE HANDBOOK. URL=<http://cygnus.tamu.edu/Textlab/tpdh.html>.
- UNIVERSITY OF CALIFORNIA FRUIT & NUT CROP. Index. URL=<http://pom44.ucdavis.edu/crops.html>.
- UNIVERSITY OF HAWAII DEVELOPED TECHNOLOGIES - Papaya cultivate with genetically engineered resistance to papaya ringspot virus. URL=<http://www.mic.hawaii.edu/ottded/dev-tech/agriculture/papaya.html>.
- VARON, F y AGUILERA, E. 1983. Insectos involucrados en la transmisión de la mancha anular de la papaya (PRV). Ascolfi Informa 16:36-37.
- WANG, H.L., YEH, S-D., CHIU, R-J. y GONSALVES, D. 1987. Effectiveness of cross protection by mild mutants of virus for control of ringspot disease of papaya in Taiwan. Plant Disease 71:491-497.
- YEH, S.D., GONSALVES, D., WANG, H.L., NAMBA, R. Y CHIU, R.J. 1988. Control of papaya ringspot virus by cross protection. Plant Disease 72:375-380.
- y GONSALVES, D. 1984. Evaluation of induced mutants of papaya ringspot virus control by cross protection. Phytopathology 74:1086-1091.

## ENFERMEDADES



*Síntomas iniciales en hojas de mancha anular*



*Síntomas de mancha anular en tallos y pecíolos*



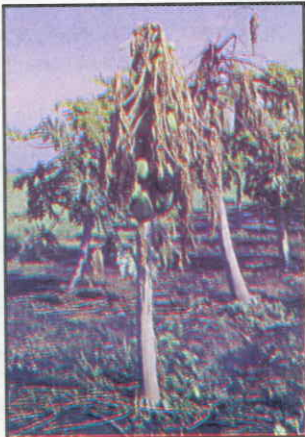
*Deformación foliar causada por mancha anular*



*Síntomas de mancha anular en frutos*



*Síntomas de pudrición de raíces en plantulas*



*Pudrición de raíces en plantas adultas*



*Síntomas de antracnosis en frutos*



*Síntomas de mancha en fruto por *Asperisporium**

**Capítulo 9**  
**MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS**

Guillermo A. León M.

INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

## INTRODUCCION

En las zonas productoras de papaya de los Llanos Orientales se pueden presentar diversas especies de insectos dañinos y ácaros que pueden afectar los cultivos; la plaga de mayor frecuencia e importancia, es el ácaro blanco tropical *Polyphagotarsonemus latus*. En algunas zonas el gusano cachón *Erinnis ello* puede llegar a causar daños de importancia cuando no se efectúan prácticas de prevención y manejo, lo cual obliga a los agricultores a realizar aplicaciones de productos químicos para su control. Otros insectos dañinos que se presentan en todas las zonas donde se cultiva papaya son los áfidos o pulgones que aunque no causan daños físicos o mecánicos al cultivo, su importancia radica en que son transmisores de enfermedades como el virus de la mancha anular de la papaya.

Recientemente se detectó la presencia de la mosca de la papaya *Toxotripa curvicauda* afectando frutos en plantaciones del Piedemonte llanero en el Departamento de Arauca. Esta plaga, considerada cuarentenaria y de gran importancia económica por el tipo de daño que causa a la fruta, es nueva en la región y representa una seria amenaza para los cultivos de papaya de todo el piedemonte llanero, puesto que se puede diseminar hacia el departamento del Meta en donde aún no ha sido registrada.

Entre las plagas secundarias se pueden mencionar diversas especies de insectos como los trips *Heliethrips haemorrhoidalis*, las moscas blancas *Bemisia* spp., *Trialeurodes* sp, algunos saltahojas o loritos verdes como *Empoasca kraemeri* y varias especies de escamas que normalmente no causan daños de importancia para el cultivo y por ello no es necesario efectuar prácticas generalizadas de control químico en los lotes de siembra. Esporádicamente en algunos lotes, se pueden presentar ataques de hormigas como las arrieras *Atta* sp. y *Acromyrmex* sp.. A continuación se describen las plagas más frecuentes e importantes para el cultivo de la papaya en los Llanos Orientales y recomendaciones que deben ser tenidas en cuenta para su manejo.

## ACAROS

Los ácaros son plagas secundarias del cultivo de la papaya con excepción del ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus*. Este ácaro se encuentra ampliamente distribuido en Colombia y se ha registrado causando daños económicos en cultivos como algodón, tomate, papa, pimentón y cítricos, entre otros. En las plantaciones de papaya de los Llanos Orientales se presenta con alta frecuencia y causa graves daños al afectar los cogollos, produciendo entorchamiento y acartonamiento de las hojas jóvenes. En ataques severos destruye la yema terminal, causa defoliación total y produce detención en el crecimiento de las plantas.

El ácaro blanco *P. latus*, es traslúcido, de color blanco aperlado a amarillento claro, con una banda color blanca longitudinal característica de la especie; su tamaño aproximado es

### **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

de 0.1 mm, por lo cual se requiere de una lupa para poder observarlo. Los adultos tienen ocho patas, viven en colonias en las depresiones de las hojas nuevas y cuando sus poblaciones se incrementan es posible hallarlos en las hojas nuevas o sobre los pecíolos de las hojas de la papaya. Una hembra vive cerca de 15 días y puede colocar alrededor de 40 huevos, lo cual favorece el incremento de las poblaciones en períodos cortos de tiempo, especialmente cuando las condiciones climáticas son cálidas y húmedas.

Para prevenir ataques de este ácaro es necesario mantener el cultivo y sus alrededores libres de maleza. En cultivos de papaya sembrados con variedades dióicas como la Catira 1 u otros cultivos donde se practique raleo de plantas, se recomienda eliminar las plantas que estén afectadas por el ácaro al momento de efectuar el raleo.

Generalmente el ataque de la plaga se presenta en focos, por tanto es necesario localizar y demarcar los focos para efectuar posteriormente fumigaciones dirigidas hacia las plantas atacadas y sus alrededores. Algunos de los productos más recomendados para el control de este ácaro son Azufre (5 cc/litro), Tetradifon (4 cc/litro) o Abamectina (0.75 ml/litro), los cuales deben ser aplicados en rotación, para evitar desarrollo de resistencia al control. Las aplicaciones deben ser repetidas semanalmente hasta lograr el control total de los focos, lo cual se manifiesta con el rebrote y producción de hojas nuevas en las plantas afectadas. Los productos naturales como los extractos vegetales oleosos y los extractos de plantas pueden ser utilizados con éxito, si son aplicados oportunamente y se efectúa un cubrimiento total de las plantas, dirigiendo la aspersion principalmente hacia los sitios donde se establece la plaga como son el envés de las hojas y los cogollos.

### **AFIDOS O PULGONES**

Las especies *Myzus persicae*, *Aphis gossypii* y *Aphis citricola* son los áfidos más frecuentes y de mayor importancia para los cultivos de papaya en los Llanos orientales por ser transmisores de enfermedades virales.

Los áfidos son insectos chupadores de aproximadamente 2mm. de longitud con o sin alas. Generalmente los individuos que no tienen alas son más numerosos, pero los áfidos que poseen alas son más dañinos para los cultivos de papaya porque se dispersan con mayor facilidad y tienen mayor probabilidad de transmitir el virus de la mancha anular (PRV-p).

En las regiones tropicales, los áfidos se reproducen por partenogénesis o sea que las hembras producen descendencia sin necesidad de aparearse con los machos. Los estudios señalan que las especies presentes en papaya tienen una duración para el estado ninfal entre 10 a 20 días, los adultos viven alrededor de 30 días y las hembras pueden originar en promedio 60 individuos durante su etapa reproductiva. Generalmente forman colonias y viven en el envés de las hojas, en los cogollos o en las flores de muchas plantas o malezas de hoja ancha y gramíneas. En los cultivos de papaya, se sitúan en el envés de las hojas cogollos o frutos y generalmente no se establecen en colonias, puesto que prefieren alimentarse por corto tiempo y pasar de una planta a otra con relativa frecuencia.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

El principal transmisor del virus (PRV-p) en los Llanos Orientales es el áfido *Myzus persicae* llamado pulgón verde, el cual de acuerdo a los estudios de detección, se encuentra distribuido en todas las zonas productoras de papaya del Piedemonte del Meta. Se ha registrado en los municipios de Lejanías, Mesetas, San Juan de Arama, El Dorado, Cubarral, El Castillo, Pompeya, Santa Rosa, Restrepo y Villavicencio. También se han registrado otros áfidos de menor importancia como el pulgón del algodón *Aphis gossypii* y el pulgón de los cítricos *A. Citricola* que causan leves daños a las plantas y transmiten la enfermedad en proporciones inferiores a las alcanzadas en las pruebas de transmisión por el *M. persicae*.

El manejo de los áfidos en las plantaciones de papaya debe ser preventivo. Esta plaga puede ser detectada y monitoreada mediante el uso de trampas de color amarillo con pegante para atrapar insectos. Dichas trampas son superficies planas de madera, plástico o acrílico color amarillo, de 30 x 50 cm. que pueden ser colocadas sobre estacas a 1.5 mt. de altura, dentro y alrededor del cultivo en cantidades de tres a cinco trampas por hectárea. Las trampas, al ser revisadas periódicamente cada 8 o 15 días, permiten conocer las épocas de mayor incremento de las poblaciones de áfidos para tomar decisiones de control.

Cuando las capturas superan los 10 áfidos por trampa por semana, significa que los niveles poblacionales de áfidos son altos dentro y alrededor del cultivo. El control químico, aunque es una práctica poco recomendable, puesto que los áfidos rara vez forman colonias en las plantas de papaya, se puede realizar mediante aplicaciones dirigidas a las malezas dentro y alrededor del cultivo localizando y fumigando directamente los focos de áfidos.

Una de las prácticas más recomendadas para disminuir la población de áfidos es mantener libre de malezas el lote y sus alrededores, puesto que los áfidos viven y se reproducen en gran cantidad de malezas, especialmente las de hoja ancha como Batatilla (*Pomoea* sp.), Bledo (*Amaranthus* sp.), Tripa de pollo (*Euphorbia* sp.), Diente de león (*Emilia* sp.), Verdolaga (*Portulaca oleracea*), Escobo (*Sida* sp.), Yerba de culebra o meloncillo (*Momordica charantia*), entre otras.

Entre más limpio de malezas se encuentre el cultivo y sus inmediaciones, menor será la probabilidad de tener áfidos en el cultivo y así mismo habrá menos plantas afectadas por virus. Plantas como la patilla, melón, pepino o ahuyama además de ser hospederas del virus de la mancha anular (PRV-p) son también hospederas de los áfidos y otras plantas cultivadas como el tomate, maíz o algodón hospedan áfidos que pueden adquirir la enfermedad y transmitirla a los cultivos de papaya.

## GUSANO CACHON

Los gusanos cachones *Erinnyis ello* y *E. Alope* se pueden presentar causando graves defoliaciones en semilleros e incluso en plantaciones establecidas cuando no se efectúan revisiones periódicas al cultivo y se permite la diseminación de la plaga dentro de la plantación. El daño que causan estas larvas es el consumo de las hojas y en ataques severos puede causar defoliación total.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Los adultos son polillas grandes de color pardo, con rayas transversales amarillas en su abdomen; son muy activas durante la noche. Miden de 4 a 5 cm. de longitud y tienen una envergadura alar de 8 a 9 cm. Tienen una duración promedio de nueve días, aunque algunos autores indican que pueden vivir hasta 25 días. Cada hembra puede depositar entre 20 y 70 huevos pero algunos investigadores reseñan más de 400 huevos por hembra en condiciones de laboratorio. En cultivos de yuca, el CIAT reporta hasta 1.800 huevos por hembra.

Los huevos son redondos, de color cremoso recién colocados y pasan por coloraciones amarillas y verde claro a medida que se van desarrollando. La duración de los huevos puede variar entre 3 y 10 días; tienen un tamaño de 1.5mm de diámetro y se observan a simple vista sobre el haz o el envés de las hojas; se encuentran en forma individual o a veces en pequeños grupos pero no agregados. Las larvas, varían mucho de color pasando por verde, marrón, amarillo o negro y presentan como característica un filamento en forma de "cacho" sobre su parte posterior; viven entre 2 a 3 semanas y totalmente desarrolladas alcanzan tamaños mayores a los 12 cm. Las pupas generalmente permanecen en el suelo durante 10 a 20 días.

El control del gusano cachón debe ser preventivo. Plantas hospederas como la yuca no deben sembrarse cerca de los cultivos de papaya porque atraen la plaga y favorecen su establecimiento y diseminación. El control biológico del gusano cachón se realiza tan pronto como se observen las polillas o sus huevos dentro de la plantación. Se recomienda efectuar liberaciones de la avispa *Trichogramma* en dosis de 50 pulgadas por hectárea por semana.

Se ha registrado gran cantidad de enemigos que controlan naturalmente la plaga como *Telenomus* sp. y *Trichogramma* sp., parásitos de huevos que alcanzan controles naturales entre el 50 y 90% de huevos del cachón. Además las larvas de la plaga son controladas por una amplia gama de enemigos naturales entre los cuales se destacan parásitos como *Apanteles congregatus*, *Apanteles* sp., muchos insectos predadores como *Chrysopa* sp., avispas *Polistes* sp., varias especies de cucarrones de las familias Coccinelidae y Carabidae, varios chinches como *Zelus* sp., *Podisus* sp. y gran cantidad de aves que se alimentan de insectos. Por la presencia de este amplio control natural de la plaga, el uso de insecticidas carbamatos, fosforados o piretroides de amplio espectro y de acción sistémica o por contacto, no es recomendable bajo el punto de vista técnico para el control químico del gusano cachón en papaya.

El control de las larvas puede hacerse mediante recolecciones manuales y únicamente se debe efectuar control químico cuando se observen grandes cantidades de gusanos y no sea posible la recolección manual. Los insecticidas recomendados para el control químico son selectivos y entre ellos se destacan los biológicos como el *Bacillus thuringiensis* y los inhibidores de síntesis de quitina como Diflubenzurón, Clorfluazurón, Hexaflumurón o Teflubenzurón.

Otra práctica recomendable, eficiente y económica es recolectar los gusanos muertos o que se encuentren enfermos en el campo y licuarlos en agua. El extracto obtenido contendrá partículas del virus *Erinnyes*, el cual al ser diluido en agua y asperjado con bomba de espalda hacia el follaje, controla los gusanos de esta plaga hasta en un 100%.

## MOSCA DE LA PAPAYA

Por ser una plaga de orden cuarentenario en varios países, la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda* es considerada como el principal insecto plaga para el cultivo en todas las áreas tropicales y subtropicales de América donde se cultiva papaya y su importancia es aún mayor cuando se intensifican las posibilidades de comercialización internacional de esta fruta.

Cada hembra puede producir 100 o más huevos que deposita en grupos de aproximadamente 10 huevos dentro de los frutos inmaduros. Usualmente los huevos son colocados en frutos verdes que miden entre 6 a 9 cm. de longitud, pero pueden ser colocados en frutos más pequeños o grandes. Los huevos son color amarillo translúcido, alargados, aproximadamente de 2.5 mm y se localizan hacia la cavidad central del fruto cerca a las semillas; tienen una duración promedio de 12 días. Las larvas son blancas, cilíndricas y alargadas, pasan por tres instares y alcanzan a medir hasta 1.5 cm de longitud; se alimentan de las semillas en crecimiento y de las partes internas del fruto durante 15 a 17 días; cuando completan su desarrollo, las larvas construyen una galería a través de la pulpa para salir del fruto y caer al suelo en donde empupan. Las pupas permanecen durante 2 a 6 semanas en el suelo dependiendo de las condiciones ambientales y posteriormente emerge una mosca que continuará el ciclo.

Los adultos de la mosca de la papaya se pueden confundir fácilmente con avispas, debido a su tamaño, coloración, hábitos y forma de volar. Los adultos miden de 8.5 a 13.5 mm de longitud y tienen una coloración predominantemente amarilla con líneas negras transversales en su abdomen. Las hembras son un poco más alargadas que los machos y presentan al final de su abdomen un largo y curvado aparato ovipositor en forma de aguijón, que puede medir de 9 a 14 mm, con el cual coloca sus huevos dentro de los frutos. Los frutos afectados por la mosca de la papaya *Toxotrypana curvicauda*, se maduran prematuramente y caen al suelo. Cuando la plaga se establece en una zona, los daños registrados varían, pero con frecuencia se reportan pérdidas de la producción entre 30 y 50% causadas por esta mosca.

La prevención es el método más eficaz de control de la plaga. Una práctica recomendable es la detección y monitoreo de las moscas adultas; para ello se emplean trampas plásticas o de vidrio tipo Mc.Phail, cargadas con proteína hidrolizada de maíz como atrayente. Se pueden utilizar de una a dos trampas por hectárea. Las trampas deben ser revisadas, limpiadas y cambiadas de atrayente cada semana. En caso de encontrar adultos de la mosca *T. curvicauda* dentro de las trampas, se debe realizar control químico con cebos envenenados.

Los cebos envenenados no se aplican en todas las plantas del cultivo; son una mezcla de agua, insecticida (Malathion o fenthion 75 cc de ingrediente activo/ 100 lt de agua) y proteína hidrolizada o melaza (1000 cc/ 100 lt). Deben ser asperjados con un adherente sobre las hojas de las plantas cada cinco surcos y en los bordes de la plantación.

La recolección de frutos caídos y su destrucción o enterrado es necesaria para evitar que

las larvas presentes dentro de los mismos se desarrollen y se transformen en adultos. A pesar de la importancia de la plaga, se han realizado muy pocos estudios sobre control biológico en nuestro país. México y Costa Rica investigan con *Doryctobracon toxotrypanae*, una avispa con buen potencial para ser utilizada como control biológico de la plaga.

Teniendo en cuenta que la mosca de la papaya *T. curvicauda* es una plaga cuarentenaria y que por ello existen restricciones para la comercialización internacional de la fruta, es necesario considerar tratamientos poscosecha de la fruta con miras a su exportación. Existen varias técnicas de tratamiento de frutos como la irradiación y los tratamientos con calor; estos últimos más económicos y aplicables en nuestro medio. Las últimas investigaciones muestran que frutos infestados pueden ser tratados con aire caliente forzado a 48°C durante 30 a 210 minutos, encontrando a los 60 minutos de exposición al tratamiento 97% de mortalidad de los estados inmaduros de la mosca dentro de los frutos.

### TRIPS, SALTAHOJAS, ESCAMAS Y MOSCAS BLANCAS

Estas plagas se consideran secundarias y por lo general no causan daños económicos o severos en los cultivos de papaya. Para evitar incrementos de sus poblaciones, es necesario evitar el uso indiscriminado de insecticidas en la plantación, efectuar un manejo racional de las plagas principales y mantener el cultivo libre de malezas.

Los trips son pequeños insectos de tamaño aproximado a 1mm. Poseen aparato bucal chupador, adaptado para extraer los contenidos de las células vegetales y producen heridas en los frutos que al cicatrizar se desmejoran su presentación. Generalmente no son plaga de importancia económica, pero esporádicamente en épocas de baja precipitación las poblaciones se incrementan y pueden deteriorar la calidad de los frutos.

En papaya, se registran varias especies como *Thrips palmi*, *Heliothrips* spp., *Selenothrips* spp. y *Frankiniella* spp. En estas especies, el desarrollo de huevo a adulto se cumple entre 30 y 45 días, pero se acorta en un poco más de dos semanas en climas cálidos y con poca disponibilidad de alimento. La duración de los huevos puede variar entre 10 y 15 días; las ninfas pasan por 3 estados con 10 a 15 días de duración y los adultos viven aproximadamente 15 días.

Los daños son causados por las ninfas y los adultos de la plaga al alimentarse de los tejidos y las células. Prefieren alimentarse de rebrotes de la planta y frutos pequeños, aunque también se alimentan en frutos con estados de desarrollo avanzado. Los frutos afectados adquieren un aspecto corchoso en su base y se presentan cicatrices o raspaduras como costras en la epidermis del fruto sobre los sitios de alimentación de la plaga que desmejoran su calidad.

Los principales enemigos naturales son los ácaros predadores de la familia Fitoseidae, entre los cuales se destaca por su frecuencia *Amblyseius* sp. y *Euseius* sp. También existen trips predadores que contribuyen a disminuir los niveles poblacionales de la plaga y es frecuente el chinche predator *Orius* sp., de la familia Anthocoridae.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE

Si las condiciones de calidad para el mercado de la fruta lo establecen, en caso de ser necesario emplear control químico, se deben utilizar únicamente productos selectivos como los aceites agrícolas, sales de potasio o extractos de plantas con pegantes y jabones.

Los saltahojas o loritos verdes *Empoasca spp.*, algunas escamas como *Saissetia sp.*, *Coccus sp.*, *Ceroplastes sp.* y moscas blancas como *Bemisia tabaci*, *Aleurocanthus sp.* o *Trialeurodes spp.*, son insectos que se presentan esporádicamente en los cultivos de papaya y generalmente no causan daños de importancia a los cultivos, por lo tanto no requieren control químico.

Este tipo de insectos ocasionalmente afectan a las plantas al chupar la savia de las hojas, pecíolos tallos o frutos. Cuando las poblaciones de estos insectos se presentan, generalmente se concentran en focos y afectan las plantas menos vigorosas o con problemas de crecimiento. Las plantas afectadas, por consiguiente disminuyen su desarrollo y producción, sus hojas pierden capacidad fotosintética, se pueden deformar, se secan prematuramente y caen al suelo.

El control natural de estos insectos chupadores es muy abundante y está representado por varias especies de avispas parasitoides de moscas blancas y escamas, así como gran número de insectos predadores y algunos hongos entomopatógenos que mantienen las poblaciones de estos insectos dañinos bajo control en cultivos con condiciones agronómicas aceptables. En caso de presentarse brotes de estas plagas secundarias se recomienda efectuar controles localizados en los sitios de aparición, aplicando soluciones jabonosas, y extractos o aceites vegetales.

### HORMIGAS

El cultivo de la papaya puede ser atacado por varias especies de hormigas cortadoras o arrieras, entre las que se destacan varias del género *Atta sp.* y *Acromyrmex sp.*, que se caracterizan por efectuar cortes semicirculares en las hojas hasta defoliar completamente las plantas atacadas y por su habilidad para cultivar hongos sobre las partes de las plantas que cortan y transportan hasta sus hormigueros. Este tipo de hormigas puede causar daños a los cultivos de papaya, especialmente en estados iniciales de desarrollo al consumir el follaje de las plantas pequeñas y algunas especies logran trozar totalmente los tallos y ramas durante los primeros días después del trasplante, pero su efecto sobre la producción aún no se ha determinado, pues las plantas de papaya luego de una defoliación total se logran recuperar eficientemente.

En los Llanos orientales, algunas especies como *Acromyrmex lundii* y *Atta landolti* pueden alcanzar altas densidades y formar alrededor de 500 colonias por hectárea en praderas de pastos mejorados. Los nidos de *Atta spp.* son muy visibles y se reconocen por los grandes montones de suelo depositados alrededor de las entradas del hormiguero. Los de *Acromyrmex spp.* son mucho más pequeños y se caracterizan por la formación de un pequeño tubo en la entrada del hormiguero que sobresale del terreno en donde se encuentra y se dirige hacia el interior.

### **EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

El control recomendado para las hormigas arrieras se basa en la localización y ubicación de los hormigueros y los caminos que las hormigas construyen dentro y alrededor del cultivo. La fumigación de los hormigueros y caminos con insecticidas en polvo y el uso de cebos tóxicos son prácticas recomendables y la mayoría de las veces complementarias para lograr el control de las hormigas arrieras.

El control químico debe ser utilizado en forma técnica, lo cual implica la aplicación dirigida desde la boca de los hormigueros hacia su interior, buscando que el insecticida penetre hasta las cámaras del hormiguero. Las dimensiones de los hormigueros de algunas hormigas arrieras del género *Atta*, pueden alcanzar tamaños descomunales, lo cual disminuye la eficacia del control químico por medio de la insuflación de insecticidas en el interior de los hormigueros. Por ejemplo, los nidos de *Atta laevigata* alcanzan profundidades de 7m y tienen alrededor de 8.000 cámaras en su interior, por lo cual se requiere de métodos complementarios para lograr un control total.

Los cebos tóxicos son ampliamente utilizados para el control de hormigas por ser prácticos, eficientes y económicos. El sustrato atrayente más empleado como cebo es la pulpa de naranja deshidratada y los insecticidas utilizados para este tipo de productos son la sulfloramida, el fipronil y el clorpirifos. Estos actúan por ingestión, son inodoros, no repelen a las hormigas y son letales en bajas concentraciones. Actualmente, los cebos comerciales son formulados en forma de pequeñas pastillas o "pellets" que deben ser colocados cerca de los caminos o los nidos de las hormigas para que ellas los transporten y los distribuyan en el interior de su hormiguero. Una vez el producto se encuentra dentro del hormiguero, las obreras se contaminan y en el caso de las arrieras, el insecticida se incorpora al crecimiento del hongo de la colonia, produciendo mortalidad en porcentajes que superan el 90%.

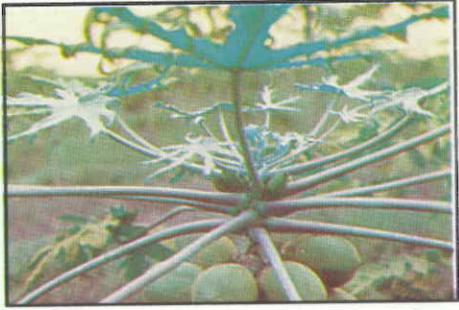
BIBLIOGRAFIA

- AVILAN, R. L. y RENGIFO, A. C. 1986. El lechoso. 1a Edición. Ed. América. Caracas, Venezuela. 64 p.
- BORDEAUX, H.B. 1963. Biological aspects of some phitophagous mites. Ann. Rev. Ent., 8: 137-154.
- DAVID, M. S. 1988. Toxicida de insecticidas acaricidas e fungicidas ao mamoeiro. Solo. En: Ruggiero, C. (ed.) Mamao. Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, p. 219-228. Jaboticabal, Brasil, FCAV-UNESP.
- DORESTE, E.S. 1988. Acarología. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. IICA. San José de Costa Rica. 410 p.
- GOULD, W.P. 1998. Mortality of *Toxotripa curvicauda* (Diptera:Tephritidae) in papayas exposed to forced hot air. Florida Entomologist Vol.79 no.3. pag 407.
- LANE, S. H. 1998. Papaya Fruit Fly. *Toxotripa curvicauda* Gerstaecker ( Diptera: Tephritidae). University of Florida. Publication number EENY-21. January 1998.
- LEITE DE O.C.A. 1988. Acaros do mamoeiro. En: Ruggiero, C. (ed.) Mamao. Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, p. 197-205. Jaboticabal, Brasil, FCAV-UNESP.
- MORALES, G.F. 1986. Transmisión de virus de plantas por insectos. En: Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología (2) : 2-22.
- MARTINEZ, L.G. 1989. Los áfidos como vectores de virus de plantas. En: Miscelánea Sociedad Colombiana de Entomología (5) : 16-23.
- NAMBA, R.; HIGA, S.Y. 1981. Papaya mosaic transmission as affected by the duration of acquisition probe of the green peach aphid *Mysus persicae*. Proc. Hawaiian Entomol. Soc. 13(3) : 431-433.
- NAMBA, R. 1988. Informacoes pertinentes a afinidade virus-vetor para o controle das doencas de virus do mamoeiro. En: Ruggiero, C. (ed.) Mamao. Simpósio Brasileiro sobre a Cultura do Mamoeiro, p. 253-280. Jaboticabal, Brasil, FCAV-UNESP
- OLIVEIRA, C.A.L. de; MAGALHAES, P.M. ; RUGGIERO, C. 1981. Efeitos fitotoxicos em mamoeiro (*Carica papaya* L.) de produtos eficientes no controle do ácaro branco *Poliphagotarsonemus latus*. Proc. Of the Tropical Region. Am. Soc. Jor. Hort. Sci. 25: 305-309.
- TORRES, R.M.; GIACOMETTI, D.C. 1966. Virosis de la papaya (*Carica papaya* L.) en el Valle del Cauca. Agricultura Tropical. (22): 27-38.
- WANG, H.L. 1981. Aphid transmission of papaya ringspot virus in Taiwan. Plant Protec. Bull. Taiwan. (23): 229-233.

# PLAGAS



*Daño de ácaro blanco en plántulas*



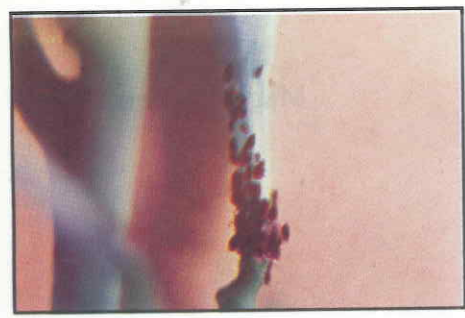
*Daño de ácaro blanco en plantas adultas*



*Gusano Cachón*



*Larva de cachón parasitada*



*Afidos*



*Daño de trips*

## **Capítulo 10**

# **COSECHA Y POSCOSECHA**

Magnolia Ariza Nieto

### IMPORTANCIA DE LA CALIDAD

La calidad de un fruto percedero, antes de ser recolectado, depende de un número extenso de factores ambientales, genéticos y agronómicos durante su crecimiento. Las regiones tropicales, con calor húmedo, ofrecen las condiciones más favorables para el crecimiento de plantas de papaya, donde es posible lograr frutas de óptima calidad. Sin embargo, este clima también favorece el desarrollo de hongos. Los suelos ácidos y los períodos de sequía reducen la resistencia natural de las plantas frente a enfermedades que afectan no solamente la productividad de un cultivo sino también la calidad.

Desde el punto de vista genético, la interacción de una serie de factores de calidad como la apariencia, uniformidad en tamaño y color, contenido de sólidos solubles totales, pH, % acidez, textura, firmeza, coloración, sabor, aroma y tamaño son determinantes para la selección de una variedad. En la tabla 14 se observan las características fisicoquímicas desde el punto de vista calidad de postcosecha tenidas en cuenta para la selección de líneas de papaya. El material ICA C-143 posteriormente en el año 1997 se convierte en la variedad CATIRA 1.

**Tabla 14. Caracterización fisicoquímica de líneas de papaya\*.**

Material	Peso (g)	Long. (cm)	Diam. Exter.	Diam. Inter.	Grosor pulpa	# Brix	pH	Acidez (%)	I.M. Brix/% (Acidez)	Hum. (%)	Dens. ad.	Pulpa (%)	Casc. (%)	Semilla (%)
ICA C-135	900	18.0	12.5	6.5	3.0	10.0	5	0.3019	33	84	1.0266	55	26	19
ICA C-136	850	14.5	12.0	7.0	2.5	14.2	5	0.2656	53	89	1.0456	63	24	13
ICA C-137	1000	145	13.0	7.0	3.0	13.4	5	0.2803	48	87	1.0426	58	27	15
ICA C-138	1050	15.5	13.0	9.0	2.0	17.0	5	0.1088	156	86	1.0544	58	25	17
ICA C-139	1000	17.0	12.5	6.5	3.0	15.4	5	0.1126	137	86	1.0498	68	22	10
ICA C-140	1000	15.0	11.5	5.5	3.0	13.5	5	0.2287	59	85	1.0428	64	22	14
ICA C-141	1450	15.0	14.0	9.0	2.5	19.0	5	0.1958	97	87	1.0602	68	22	10
ICA C-142	750	16.0	10.0	5.0	2.5	11.0	5	0.1280	86	86	1.0300	62	23	15
ICA C-143	1050	18.0	12.0	6.0	3.0	14.0	5	0.0608	230	89	1.0450	68	20	12
ICA C-144	750	17.0	12.0	7.0	2.5	16.0	5	0.1856	86	88	1.0509	67	21	12
ICA C-145	1078	16.0	11.5	5.5	3.0	10.2	5	0.1100	93	86	1.0288	68	22	10
ICA C-165	500	10.0	11.0	5.0	3.0	10.5	5	0.2074	51	86	1.0300	76	15	9
Tocaimera														
CI La Liber.	1730	26.0	17.0	10.0	3.5	15.0	5	0.2044	73	89	1.0470	66	29	5
Hawaiana CI														
La Libertad	520	14.0	9.5	4.8	2.5	14.5	5	0.1000	145	86	1.0450	62	21	19
Tocaimera														
Lejanias	3750	30.0	23.0	15.0	4.0	14.0	4	0.1536	91	90	11.045	82	15	3

Fuente: Almansa, E. y Ariza, M. 1993. Informe Anual de Actividades. Programa Frutales, Laboratorio de Calidad, ICA.

\* Promedio de 100 muestras analizadas. Período 1990 - 1995.

En un enfoque de cadena de producción se deben tener en cuenta para la selección de una variedad no solo sus condiciones agronómicas sobresalientes, sino también los requerimientos y preferencias del consumidor donde se va a dirigir el producto; aspecto que determina finalmente la aceptación de la fruta fresca o el producto para su transformación agroindustrial.

Es así, que se presentan diferencias notables entre una región y otra por las preferencias del consumidor en cuanto a color de la pulpa, forma y tamaño de la fruta. En Norte América y los países Europeos, grandes importadores de frutas frescas, los habitantes establecen sus hogares a edad madura, lo que implica que viven mucho tiempo como individuos independientes. Esta condición determina que los frutos de papaya para la comercialización deben ser del tamaño de una porción 250 gr., por eso la gran acogida de frutos de papaya de la variedad Solo ó Hawaiana. En la actualidad, en Colombia las familias son de uno o dos hijos lo que significa que una fruta para ser consumida por una familia de 3 o 4 integrantes debe ser de aproximadamente 1000 gr.

CORPOICA lanzó al mercado la variedad de papaya CATIRA 1, la cual presenta ventajas comparativas con respecto a las unidades sembradas tradicionalmente en la región. Desde el punto de vista de la calidad del fruto en poscosecha, posee una textura más firme y un patrón de maduración lento que permite mayor tiempo de vida útil, el contenido de azúcares en estado óptimo de maduración es de 14 °Brix donde desarrolla los aromas y sabores propios de esta en fruta tropical. El contenido de látex es menor que en las papayas tradicionalmente comercializadas y por lo tanto no requiere de rayado para la eliminación del sabor amargo que se presenta en la pulpa adherida a la cascara.

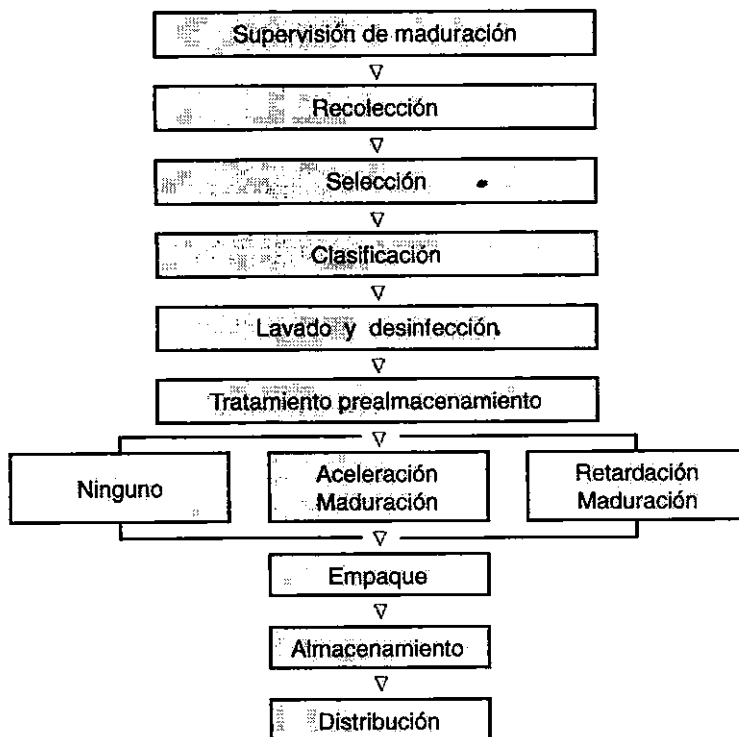
### MANEJO POSCOSECHA

Una vez se ha establecido el cultivo con variedades que producen frutos de óptima calidad y acorde a las exigencias del mercado, se debe tratar de conservar esa calidad hasta que el producto llegue a su destino final. La "poscosecha" es el período transcurrido desde que el fruto es retirado de la planta hasta que es consumido. Las frutas de óptima calidad que llegan a madurez fisiológica y son recolectadas deben mantener esa calidad durante su período de poscosecha ya que ésta puede alterarse durante los procesos de acondicionamiento de la fruta malogrando finalmente sus características físicas, químicas y sensoriales.

En los Llanos Orientales de Colombia, la producción de papaya es oficio de los pequeños productores los cuales no cuentan con los medios económicos y conocimientos necesarios para implementar prácticas adecuadas de manejo de la fruta una vez cosechada. Además, la infraestructura para el almacenamiento y la distribución de frutas es limitada. Como producto de ensayos y observaciones en la región se ha establecido un modelo, Figura 1, fácilmente aplicable en el manejo poscosecha de papaya en la región.

En este esquema, el manejo poscosecha se inicia con la determinación de los índices de maduración y se termina con la distribución de los frutos.

Figura 3. Modelo para el manejo poscosecha de papaya



### MADURACION

La papaya es un fruto tropical climatérico, que sirve de modelo para estudiar los mecanismos mediante los cuales los frutos alcanzan el máximo desarrollo de sabor, aroma y textura propia de cada especie. El estado óptimo de recolección se denomina «Madurez fisiológica», cuando el fruto alcanza su máximo desarrollo físico, comienzan a aparecer líneas amarillas desde el ápice hacia el pedúnculo sobre la cascara verde.

La «madurez de consumo» en los frutos climatéricos sólo se logra cuando el fruto ha sido retirado de la planta; si la cosecha se realiza tarde se observa que los frutos se tornan completamente amarillos, también se ha notado que cuando la cascara está amarilla en el momento de la recolección, el contenido de Sólidos Solubles Totales que se desarrolla en los frutos es menor, que cuando los frutos se llevan a maduración después de la recolección.

En los frutos climatéricos los procesos metabólicos que permiten que un fruto en madurez fisiológica llegue a madurez de consumo se inician con el etileno endógeno producido por la fruta, que es un proceso natural y propio de las frutas. El etileno es una hormona gaseosa que inicia los procesos de maduración. En la maduración están involucradas enzimas

responsables de la hidrólisis de estructuras primarias y secundarias en la pared celular. El resultado de dicha hidrólisis da como resultado oligosacáridos que imparten las características propias de textura y sabor en los frutos. Una vez rota la pared celular los líquidos intra y extra celulares son liberados dando origen a los jugos propios de la fruta y sus sabores característicos, pero una sobremaduración de los frutos produce el sabor desagradable.

### ***Índices de maduración***

Las papayas son generalmente cosechadas cuando se presentan cambios en la coloración de la piel de verde oscuro a verde claro y comienzan a aparecer líneas amarillas sobre la cascara.

Para exportación generalmente se cosecha cuando el 25% del fruto presenta una coloración amarilla para mercados locales entre el 50 al 75% de coloración amarilla, dependiendo de la variedad.

A medida que las papayas maduran, el color de la pulpa cambia de amarillo pálido a amarillo intenso o amarillo naranja dependiendo de la variedad. Se requiere un mínimo de 11°Brix para su comercialización en el mercado de exportación.

Los frutos verde claro o verde amarillo sin líneas presentan diferentes patrones de maduración y generalmente no llegan a los contenidos de azúcares que determinan el sabor característico de estas frutas, las cuales generalmente son el producto de plantas con problemas agronómicos, ya sean nutricionales, fisiológicos, estrés de condiciones ambientales o problemas fitosanitarios.

### **RECOLECCION**

La cosecha comienza a los 9 meses de hecho el semillero o 7 meses después del trasplante. Cuando el mercado es lejano, la fruta se cosecha inmediatamente inicia el cambio de color y aparecen las primeras líneas. La fruta tiene tan buen sabor como si se dejara madurar en la planta y tarda varios días antes de volverse blanda. La cosecha debe hacerse con la frecuencia que se requiera para lograr homogeneidad en los despachos. Teóricamente, una planta de papaya exigida al máximo con riego y fertilización debe producir un fruto cada 3 o 4 días, según las unidades de calor proporcionadas por el clima donde se hace el cultivo.

Las labores de cosecha son un factor determinante en el tiempo de vida de las frutas. Los frutos se retiran de la planta por torsión y son colocados en una carretilla con protección de espuma o papel, luego en un lugar fresco, cerrado y a la sombra, se recomienda limpiar, desinfectar y reducir la temperatura interna, después se determina el tratamiento poscosecha más adecuado de acuerdo al destino, que puede ser: mercados locales, mercados especializados, plantas de procesamiento, bodegas de almacenamiento o acondicionamiento para exportación. De acuerdo con las condiciones exigidas por el comprador se pueden manipular los factores que determinan el período de maduración.

El personal encargado de cosechar debe entrenarse y concientizarse de la importancia de realizar una recolección cuidadosa y en el estado de maduración adecuado. Los frutos

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**  
continúan vivos después de la recolección y como tales deben tratarse, protegiéndolos de daños físicos y dándoles el espacio necesario para que dispongan del Q necesario para continuar su proceso de maduración, por eso debe colocarse una sola capa de frutas por canastilla. Estas recomendaciones sencillas permiten que los frutos durante el periodo de almacenamiento conserven su calidad.

### **SELECCION**

Se refiere a la separación de los frutos completamente sanos, sin daños por microorganismos, insectos, roedores o maltrato físico óptimos para la comercialización.

### **CLASIFICACION**

Corresponde al agrupamiento de frutos por tamaño o por estado de maduración. Teniendo presente que la papaya es una fruta perecedera, su manejo debe ser cuidadoso para evitar lesiones. La cáscara que es el empaque natural del fruto cumple la función de proteger la pulpa interior y mantener en equilibrio las condiciones internas y externas.

### **LAVADO**

Una vez las frutas llegan a las casas de campo deben ser lavadas por inmersión en agua potable. Se recomienda un lavado con agua potable para eliminar impureza del campo y bajar la temperatura. Está comprobado que esta labor minimiza los daños en poscosecha. Con el ánimo de determinar el efecto del lavado sobre la calidad de las frutas, se hicieron ensayos lavando las frutas después de la recolección y se observaron beneficios sorprendentes que demuestran la efectividad de éste procedimiento sobre el aumento de la vida útil de las frutas en poscosecha.

### **DESINFECCION**

Los frutos en el campo están expuestos a una serie de contaminantes propios de su hábitat. La planta imparte a los frutos una protección natural, la cual permite que esta carga microbiológica no dañe la cascara. Una vez los frutos son retirados de la planta comienza el período de poscosecha, está influenciado por el contacto de las frutas con las manos de los operarios encargados de la recolección, las canastillas y otros utensilios.

La desinfección de las frutas se recomienda cuando se detectan problemas sanitarios en los cultivos principalmente en la fase final de la producción y depende del destino que ellos tengan. En este caso, es conveniente lavar las frutas antes de empacarlas, con agua a temperatura ambiente, a la cual se agrega 1 g de hipoclorito de calcio por cada 20 litros de agua.

### **TRATAMIENTOS PREALMACENAMIENTO**

Cuando los frutos llegan a madurez fisiológica deben ser retirados del árbol, para permitir el desarrollo normal de los procesos de maduración los cuales implican cambios bioquímicos que ocurren a nivel celular y que son los responsables del desarrollo de los compuestos que determinan el sabor.

La papaya como fruto climatérico requiere de la hormona etileno que inicia una cadena de reacciones que finalmente llevan el fruto a la madurez de consumo. Conociendo los pasos

involucrados en éste ciclo y el efecto de las proteínas presentes en cada especie la maduración se puede manipular, ya sea atrasando o induciendo la aceleración de la misma.

Los conocimientos existentes respecto al manejo de los productos climatéricos permiten que una vez se ha decidido el destino final de los productos de la cosecha, el tiempo de vida útil de estos se pueda manipular. Se pueden utilizar aceleradores o retrazadores de la maduración de acuerdo con las necesidades del mercado.

### *Retardantes de maduración*

Los frutos tropicales que tienen como destino mercados distantes por lo general requieren de la aplicación de tratamientos o combinación de tratamientos que permitan retardar el proceso de maduración y aumentar el periodo de comercialización. Una alternativa para disminuir la velocidad de respiración y retardar la maduración es creando condiciones de atmósferas modificadas (alto CO<sub>2</sub> y bajo O<sub>2</sub>) y controlar los niveles de etileno. Otra de las alternativas la presenta la aplicación de ceras a los frutos con lo que se espera obtener lo siguiente:

- Retardar la difusión gaseosa hacia y desde el fruto.
- Reducir la biosíntesis y acción del etileno
- Mejorar la presentación del fruto
- Reducir la transpiración y pérdidas de peso
- Reducir la velocidad de respiración
- Aumentar la vida en almacenamiento.

Entre los retardantes de maduración, reportados para ser usados en frutos de cascara no comestible podemos citar:

- **Cera Tag33** : (Machteshim Beer Sheva- Israel), diluida 1 : 1 en agua desionizada.
- **Primafresh**: es la marca registrada (Jhonson) para la línea de emulsión de ceras naturales formuladas como alternativas a las ceras de base solvente y laca. Permite realzar cosméticamente los frutos y reducir la pérdida de peso. Se formula con materias primas que cumplen las normas establecidas por la Agencia de Drogas y Alimentos FDA de los Estados Unidos de Norte América, título 21, secciones 172 a 184, pertinentes a los aditivos directos a los alimentos.
- **Primafresh**: es formulado a base de emulsión acuosa de cera y resina natural, que una vez aplicada es inodora, incolora e insabora. Es un líquido de baja viscosidad, que seca en aproximadamente 60 segundos. Viene en varias presentaciones: Primafresh 31 para manzanas y peras Primafresh 60 naranjas, pomelos, mandarinas y limones.
- **Prolong**: es una mezcla cuidadosamente formulada de sustancias naturales comestibles de origen vegetal, no tóxico y biodegradable. Los compuestos activos son ésteres de sacarosa, mono y diglicéridos de ácidos grasos y carboximetilcelulosa. Ha sido aprobado por las autoridades competentes en materia de alimentos de la FDA en USA y ECC (E473, E4676) y el Comité de expertos de aditivos de alimentos de la FAO. Los fabricantes indican que se trata de una marca comercial pero de ingrediente activo similar a Semprefresh.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Es recomendado para usarse en mangos, aguacates, bananos, plátano, piñas, cítricos, peras, manzanas, tomates y espárragos.

**Semprefresh:** es una asociación de sucro ésteres de ácidos grasos. Se puede utilizar por inmersión o aspersión. Al recubrir el fruto se forma una película inodora, incolora, insabora e invisible que restringe la velocidad de difusión de gases y vapor de agua a través de la cutícula del fruto. El producto trabaja mejor a altas temperaturas y proporciona mayores beneficios cuando no es factible la refrigeración. Los ingredientes han sido aprobado por la FDA, la CEE, FAO, WHO y el ministerio Japonés de Salud y Bienestar. Es recomendable para ser usada en bananos, manzanas, ciruelas, naranjas, piñas, tomates y melones, plátano y aguacate.

### *Aceleradores de Maduración*

Generalmente se pretende atrasar los procesos de maduración para prolongar la vida útil de las frutas frescas, pero en algunas ocasiones por razones relativamente especiales se requiere que los frutos alcancen su madurez de consumo rápidamente, y en tales casos se podrían utilizar aceleradores de la maduración. Especialmente cuando la maduración se presenta de una manera lenta e irregular, se requiere de la aplicación de inductores de maduración, principalmente cuando el distribuidor requiere frutos con maduración homogénea. La variedad Catira 1 responde muy bien a los tratamientos de inmersión en solución de 100 ppm de etileno por 2 min, y luego almacenamiento ventilado a 20 - 25°C da como resultado frutos con maduración uniforme, cascara amarilla y reducción en la firmeza de la pulpa sin afectar el sabor.

### **ALMACENAMIENTO**

En los Llanos Orientales los frutos cosechados son utilizados para el mercado nacional; los frutos con o sin tratamiento poscosecha son envueltos en papel periódico, en guacales o canastillas y enviados a Bogotá para su comercialización. Las condiciones de almacenamiento no son estrictas ni reglamentarias.

El tiempo de los frutos en almacenamiento es muy corto, y la distribución y comercialización es rápida. Existen estudios sobre almacenamiento de papaya en condiciones controladas, como se relacionan a continuación:

#### *Condiciones óptimas de almacenamiento*

El almacenamiento debe hacerse entre 90 y 95% de humedad relativa y de acuerdo a su maduración la siguiente temperatura:

- 13°C para papaya en madurez fisiológica 25% amarilla
- 10°C para papaya parcialmente madura entre 25 y 50% amarilla
- 7°C para papaya madura más del 50% amarilla.

La temperatura de almacenamiento afecta la respiración y la producción de etileno, tabla 5.

Tabla 15. Comportamiento fisiológico de la papaya bajo diferentes temperaturas de almacenamiento.

Temperatura	Índice de respiración (ml CO <sub>2</sub> /Kg.hr <sup>1</sup> )	Índice de producción de Etileno (ml C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /Kg.hr <sup>1</sup> )
7	3 - 5	0.1 - 2
10	4 - 6	0.2 - 4
13	7 - 9	0.3 - 6
15	10 - 12	0.5 - 8
20	15 - 35	1 - 15

<sup>1</sup> Límite bajo para madurez fisiológica, límite alto para madurez de consumo.

### *Respuesta a la aplicación de Etileno*

El etileno estimula el proceso de maduración en frutos climatéricos, desencadenando una serie de reacciones endógenas que permiten la hidrólisis enzimática de estructuras celulares dando como resultado el desarrollo del sabor y textura característica. El etileno es una hormona gaseosa, que asociada con algunas proteínas catalíticas, conduce las frutas a sus niveles máximos de calidad y nutrición. Los cambios metabólicos están asociados con la producción de oligosacáridos, ácidos y estructuras propias y características que imparten el sabor y valor nutritivo propio de cada especie, afectando tanto la calidad interna como externa. La utilización de etileno en niveles adecuados no afecta negativamente el sabor de la fruta

Exposiciones de los frutos a 100 ppm de etileno en cámaras de atmósfera controlada 20 - 25 °C y con humedad relativa entre 90 y 95% por 24 a 48 horas, resulta en una maduración más rápida y homogénea, se observan cambios en la coloración, sabor y textura.

La inmersión en solución de etileno 100 ppm por un minuto y posterior almacenamiento a temperatura ambiente en condiciones de Villavicencio (Meta), presentaron resultado igualmente favorables. En los análisis realizados no se detectaron sabores residuales.

### *Respuesta a Atmósferas Controladas (Ac)*

Atmósfera Controlada óptima 3 a 5% O<sub>2</sub> y 5 a 8% de CO<sub>2</sub>. Los beneficios de las atmósferas controladas incluyen atraso en la maduración y retención de la firmeza.

Potencial de la vida en poscosecha a 13 °C 2 - 4 semanas en almacenamiento con aire y 3 a 5 semanas con atmósferas controladas dependiendo del cultivar y el estado de maduración inicial.

La exposición a niveles de oxígeno por debajo del 2% y/o niveles de CO<sub>2</sub> sobre el 8% deben ser evitados por el potencial en el desarrollo de sabores desagradables y maduración heterogénea.

### **EMPAQUE**

Las canastillas para transportar la fruta deben llenarse con una capa de fruta cuyo pedúnculo debe colocarse hacia abajo. La fruta se asegura en la canastilla con material inerte para evitar golpes.

## EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA

Las papayas pequeñas se pueden empacar en fundas individuales de espuma de polietileno con coberturas reticuladas y colocarlas luego en cajas de cartón rígido.

### DESORDENES FISICOS Y FISIOLÓGICOS

- **Daños en la piel:** Por desórdenes fisiológicos se presentan zonas verdes como islas en la cáscara, una vez la cáscara de la fruta está completamente amarilla y su calidad interior también ha llegado a su estado óptimo de desarrollo.
- **Daños por frío:** Los daños incluyen magulladuras, en la cascara parches amarillos y verdes, maduración heterogénea, zonas duras alrededor de la inserción del pedúnculo o puntos duros en la pulpa, zonas en la pulpa muy blandas y aguadas, un incremento en la susceptibilidad a los daños. En papayas en madurez fisiológica mantenidas por 4 días a 2°C, 6 días a 5°C, 10 días a 7.5°C, 14 días a 10°C se incrementó el daño por Alternaria. La susceptibilidad al daño por frío varía de acuerdo al cultivar y es mayor en papayas en madurez fisiológica que en papayas en madurez de consumo.
- **Daños por calor:** En almacenamiento la exposición de las papayas a altas temperaturas causan cambios no homogéneos en la coloración de las cascara, desarrollo anormal en la coloración, baja intensidad en la coloración, reblandecimiento anormal.

### DESORDENES PATOLÓGICOS

Los focos infecciosos de los hongos se encuentran en los mismos cultivos, y en especial sobre partes de las plantas que presentan necrosis. Por lo tanto, el control se basa primordialmente en la higiene del campo y en medidas especiales del cultivo, como la eliminación prematura de restos de plantas afectadas.

El establecimiento de hongos sobre las frutas está asociado con la disponibilidad de nutrientes disponibles para su desarrollo. Los microorganismos y las enzimas están estrechamente relacionados, las enzimas endógenas de los frutos acondicionan estructuras moleculares grandes de tal forma que los microorganismos los puedan utilizar. Las enzimas pectolíticas como la poligalacturonasa (PG), es una enzima responsable de la hidrólisis o rompimiento de las cadenas de ácido poligalacturónico o pectina, que se encuentran en todas las frutas y está involucrada en el proceso de maduración y senescencia. Existe la teoría de que cuando las enzimas degradan las estructuras de pectina a niveles de menos de cinco unidades, estos oligosacáridos pueden ser utilizados por los microorganismos como fuentes de carbono para su establecimiento, mientras que cuando la PG producen oligos de cinco o más unidades de ácido galacturónico, la planta recibe una señal para protegerse; impidiendo que los microorganismos logren su desarrollo. La senescencia es la etapa final en el ciclo de vida, todos los organismos vivos nacen, crecen y mueren.

En especial se presentan las siguientes enfermedades fungosas cuando las papayas ya han alcanzado su madurez fisiológica y están en el proceso de alcanzar la madurez de consumo. Estos hongos sólo se pueden desarrollar cuando las frutas presentan lesiones o han alcanzado la senescencia.

- **Antracnosis:** causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, es la causa mayor en las

perdidas poscosecha. La infección latente de papayas inmaduras se desarrolla a medida que los frutos se maduran, las lesiones aparecen como pequeñas placas de color café, superficiales, estas lesiones causan un reblandecimiento de la pulpa que llegan aproximadamente a 2,5 cm de diámetro. Se ha observado durante la maduración de papaya Catira, cuando no se maneja adecuadamente la poscosecha de estas frutas.

- **Pudrición negra de la inserción del pedúnculo:** causada por *Phoma caricae-papayae*, ataca la inserción del pedúnculo. Después de la cosecha las frutas afectadas presentan una coloración café oscuro o negra. Otra causa del daño se debe a *Lasiodiplodia theobromae*.
- **Pudrición por *Phomopsis*:** causada por *Phomopsis caricae-papayae* comienza en una herida de la piel cerca a la inserción del pedúnculo y puede desarrollarse rápidamente en la fruta madura, invade los tejidos reblandeciéndolos y dando una coloración un poco oscura.
- **Pudrición en la inserción del pedúnculo por *Phytophthora*:** causada por *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* comienza como áreas magulladas, seguidas de la aparición de un micelio blanco que se entrecruza.
- **Pudrición por *Alternaria*:** causado por *Alternaria alternata* se presenta después del daño por frío en papayas.
- **Mancha Negra:** causada por el hongo *Asperisporium caricae*, causa manchas circulares de 4 a 6 mm de diámetro, ligeramente hundidas de color negro las cuales no crecen, se observa normalmente en hojas viejas en el campo y ocasionalmente en frutos.

### TRATAMIENTOS TERMICOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS

- **Tratamiento con agua caliente:** uso escalonado de temperaturas: 30 min a 42°C, seguido de 3 minutos a 49°C, seguido de inmersión en agua fría por 20 minutos.
- **Tratamiento con vapor de agua:** la temperatura de las frutas es incrementada con vapor de agua a 44.4 °C hasta que el centro de la fruta alcanza la temperatura, este tratamiento se sostiene por 8.5 horas.
- **Tratamiento con aire caliente bajo presión:** inicialmente el tratamiento consiste en mantener los frutos por 2 horas a 43°C, seguido de 2 horas a 45°C, posteriormente 2 horas a 46.5°C y 2 horas a 49°C.
- **Tratamiento de alta temperatura corto tiempo:** requiere equipos generadores de calor muy eficientes donde se recomienda utilizar vapor a 121°C por 30 seg. seguido de un descenso rápido de la temperatura hasta alcanzar 12°C.

Cuando se aplican tratamientos térmicos para la eliminación de larvas de insectos hay que tener mucho cuidado con la temperatura y el tiempo empleados. Combinaciones excesivas de tiempo/temperatura ocasionan daños por calor; estos pueden ser minimizados haciendo un enfriamiento rápido de los frutos posterior al tratamiento térmico.

perdidas poscosecha. La infección latente de papayas inmaduras se desarrolla a medida que los frutos se maduran, las lesiones aparecen como pequeñas placas de color café, superficiales, estas lesiones causan un reblandecimiento de la pulpa que llegan aproximadamente a 2,5 cm de diámetro. Se ha observado durante la maduración de papaya Catira, cuando no se maneja adecuadamente la poscosecha de estas frutas.

- **Pudrición negra de la inserción del pedúnculo:** causada por *Phoma caricae-papayae*, ataca la inserción del pedúnculo. Después de la cosecha las frutas afectadas presentan una coloración café oscuro o negra. Otra causa del daño se debe a *Lasiodiplodia theobromae*.
- **Pudrición por Phomopsis:** causada por *Phomopsis caricae-papayae* comienza en una herida de la piel cerca a la inserción del pedúnculo y puede desarrollarse rápidamente en la fruta madura, invade los tejidos reblandeciéndolos y dando una coloración un poco oscura.
- **Pudrición en la inserción del pedúnculo por Phytophthora:** causada por *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* comienza como áreas magulladas, seguidas de la aparición de un micelio blanco que se entrecruza.
- **Pudrición por Alternaria:** causado por *Alternaria alternata* se presenta después del daño por frío en papayas.
- **Mancha Negra:** causada por el hongo *Asperisporium caricae*, causa manchas circulares de 4 a 6 mm de diámetro, ligeramente hundidas de color negro las cuales no crecen, se observa normalmente en hojas viejas en el campo y ocasionalmente en frutos.

### TRATAMIENTOS TERMICOS PARA EL CONTROL DE INSECTOS

- **Tratamiento con agua caliente:** uso escalonado de temperaturas: 30 min a 42°C, seguido de 3 minutos a 49°C, seguido de inmersión en agua fría por 20 minutos.
- **Tratamiento con vapor de agua:** la temperatura de las frutas es incrementada con vapor de agua a 44.4 °C hasta que el centro de la fruta alcanza la temperatura, este tratamiento se sostiene por 8.5 horas.
- **Tratamiento con aire caliente bajo presión:** inicialmente el tratamiento consiste en mantener los frutos por 2 horas a 43°C, seguido de 2 horas a 45°C, posteriormente 2 horas a 46.5°C y 2 horas a 49°C.
- **Tratamiento de alta temperatura corto tiempo:** requiere equipos generadores de calor muy eficientes donde se recomienda utilizar vapor a 121°C por 30 seg. seguido de un descenso rápido de la temperatura hasta alcanzar 12°C.

Cuando se aplican tratamientos térmicos para la eliminación de larvas de insectos hay que tener mucho cuidado con la temperatura y el tiempo empleados. Combinaciones excesivas de tiempo/temperatura ocasionan daños por calor; estos pueden ser minimizados haciendo un enfriamiento rápido de los frutos posterior al tratamiento térmico.

BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, A.M. and NISHIJIMA, W.T. 1987. Postharvest diseases of papaya. *Plant Disease* 71:681-686.
- BAKER, E. N. and KRENTH, J. 1987. The thiol proteases: structure and mechanism. In: *Biological macromolecules and assemblies*. F.A. JURNAK ad A. MCPHERSON. John Wiley & Sons. New York p. 314-368.
- CHAN, H.T., CONEY, H.M. and SAKAI, W.S. 1990. Distribution of the ethylene forms enzyme in ripening *Carica papaya*. In: *Trends in Food Processing. Proceedings of 7th World Congress of Food Science*, Singapore. A.H. Ghee, N. Lodge and O.K. Lian, Institute of Food Science and Tecnology, Singapore.
- CHAN, H.T., HIBBARD, K.L., GOO, T. and AKAMINE, E.K. 1979. Sugar composition of papaya during fruit development. *HortScience* 14: 140-141.
- CHAN, H.T., SANXTER, S. and COUEY, H.M. 1985. Electrolyte leakage and ethylene production induced by chilling injury of papayas. *HortScience* 20:1070-1072.
- CHAN, H.T. and TAM, S.Y.T. 1982. Partial separation and characterization of papaya endo and exopolgalacturonase. *Journal of Food Science* 47:1478-1483.
- Da SILVA, E.; LOURENCO, E.F. and NEVES, V.A. 1990. Soluble and bound perex-lases from papaya fruit. *Phytochemistry* 29: 1051-1056.
- De ARTIOLA, M.C.; de MADRID, M.C. and ROLZ, C. 1975. Algunos cambios físicos y químicos de la papaya durante su almacenamiento. *Proceedings of Tropical Region of the American Society of Horticultural Science* 19:97-109.
- De ARRIOLA, M.C., CALZADA, J.F. MENCHU, J.F., RUIZ, C. and GARCIA, R. 1980. Papaya. In: *Tropical and subtropical fruits*. S. Nagay and P.E. Shaw. AVI publishing inc. west, Conn, p. 316-340.
- HEIDLAS, J., LEHER, M., IDSTEIN, H. and SCHREIER, P. 1984. Free ad bound terpene compounds in papaya (*Carica papaya*, L.) fruit pulp. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 32:1020-1021.
- INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO. 1990. Informe Anual de Actividades, Programa de Frutales. C.I. La Libertad. Villavicencio, Colombia.
- LAZAN, H., MOHD. ALI, Z., LIANG, KS. and YEE, K.L. 1991. Polygalacturonase activity and variation in ripening of papaya fruit with tissue depth ad heat treatment. *Physiology Plantarum*, (in press).
- LOPEZ, M.E.; VATTUONE, M.A. and SAMPIETRO, A.R. 1988. Partial purification ad properties of invertase from *Carica papaya* L. fruits. *Phytochemistry* 27:3033-3081.
- MITCHEL, R.E.; CHAIKEN, I.M. and SMITH, E.L. 1970. The complete amino acid sequence of papin. *Journal of Biological Chemistry* 245:3485-3492.
- PAL, D.K. and SELVARAJ, Y., 1987. Biochemistry of papaya (*Carica papaya* L) fruit ripening changes in RNA, DNA, protein and enzymes of mitochondria carbohydrate, respiratory and phosphate metabolism. *Journal of Horticulture Science* 62:117-124.
- PAULL, R.E. and CHEN, N.J. 1983. Postharvest variation in cell wall-degrading enzymes of papaya (*Carica papaya* L.) during fruit ripening. *Plant Physiology* 72:382-385.
- SELVARAJ, Y; PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D. and LYER, C.P.A. 1982. Fruit set and the developmental pattern of fruits of five papaya varieties. *Indian Journal of Horticulture* 39:50-56.
- SELVARAJ, Y, PAL, D.K. SUBRAMANYAM, MD. and LYER, C.P.A. (1982b), Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. *Journal of Horticultural Science* 57:135-143.
- SOMNER, N.F. and MITCHELL, F.G. 1978. Relation of chilling temperatures to postharvest Alternia rot of papaya fruit. *Proceedings of Tropical Regions of America Society of Horticultural Science* 22:40-47.
- TAN, S.C. and LAM, P.F. 1985. Effect of gamma irradiation of PAL activity and phenol compounds in papaya (*Carica papaya* L.) and mango (*Mangifera indica* L.) fruits. *ASEAN Food Journal* 1:134-136.
- TAN, S.C. TEO, S.W. and ABD GHANI, A. (1982) Factors affecting fungal resistance in papaya fruit. *Sains Malaysian* 11:21-31
- TROMPSON, A.K. and LEE, G.R. 1971. Factors affecting the storage behavior of papaya fruit. *Journal of Horticultural Science* 46:511-516.
- ZHANG, L.X. and PAULL, R.E. 1990. Ripening behavior of papaya genotype. *HortScience* 25:454-455.

Capítulo 11  
**ESTRUCTURA DE COSTOS  
Y RENTABILIDAD**

Pedro Gómez B.  
Laura V. Arango W.

## ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA PRODUCCIÓN

Todo productor de papaya debe mantener en mente que su explotación es una empresa, y que como tal debe generar utilidades o excedente económico. Por ello, es fundamental que conozca exactamente cuánto le cuesta lo que produce, y si el precio que va a recibir por su producto le permite obtener un margen de ganancia "razonable".

El productor, en forma individual, no puede hacer mucho en el corto plazo para cambiar el precio de venta de la papaya que lleva al mercado, ya que el mercado es el encargado de fijar precios, tanto a nivel del productor como del consumidor. De modo que cualquier incremento en el margen de beneficio ó rentabilidad del capital invertido tendrá necesariamente que estar basado en una mayor eficiencia en la producción. La ampliación de la diferencia entre el precio de la papaya en el centro de acopio y su costo de producción en finca sólo será factible de alcanzar si se reduce este último.

Toda empresa para producción de papaya debe realizar un análisis económico de su estructura productiva, haciendo actualizaciones periódicas, de modo tal que esa información esté disponible en la oportunidad en que sea requerida para respaldar eventualmente la toma de decisiones que afectan el futuro financiero de la misma. Dicho análisis permitirá conocer si es rentable permanecer en la actividad, y de ser así, si se debe estructurar la empresa para manejar los costos de producción.

Si después de hacer un análisis de costos, el productor encuentra que el precio que está recibiendo es menor que lo que le cuesta producir la unidad del producto, él tendrá que encarar la toma de una decisión frente a éstas dos alternativas:

1. Producir en forma mas eficiente
2. Retirarse del negocio

Para estimar adecuadamente el costo de la producción, el productor debe contar con una información precisa sobre los activos que posee la empresa, sobre lo que produce, y sobre los rubros o servicios que se compran o utilizan, y por cuyo uso se incurre en gastos o desembolsos monetarios. Esto a su vez requiere que la empresa disponga de un sistema de registros e inventarios que permita obtener en forma relativamente fácil la información económico-financiera requerida.

El beneficio en la unidad de producción depende no sólo de los ingresos que la finca recibe, sino también de su estructura de costos de producción. Estos a su vez dependerán de la manera como el productor organice su operación con referencia a la variedad a seleccionar, la fertilización, el control de malezas, la cosecha y empaque, etc., lo que en términos de resultado físico vendrá expresado como una mayor o menor producción de papaya.

## METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS ECONÓMICO

A continuación se presenta una descripción del costo total de producción de una hectárea, discriminada en instalación, mantenimiento, cosecha, inversión y costos fijos.

Los costos de producción relacionados obedecen al manejo dado por CORPOICA en parcelas de agricultores con suelos clase I, bajo condiciones de riego y usando la variedad Catira 1, calculados para 20 meses con una población de 2500 plantas por hectárea y a precios de 1998. La mano de obra se calculó en jornales necesarios por labor, de manera que los costos se pueden calcular en cualquier año de acuerdo con el salario diario mínimo legal vigente. El precio al productor en mercado mayorista se calculó con base en el valor promedio por kilogramo de fruta en 1998.

En cuanto a los costos de vivero y siembra, tabla 16 el total corresponde a un valor de \$892.085, es decir, el 4.8% del costo total. En este renglón el mayor valor está representado en la mano de obra que equivale a 68 jornales, es decir \$680.000 a costos de 1988.

Para los aspectos de mantenimiento, tabla 17, se obtuvo un total de \$3.695.495 equivalente al 19.5% del costo total. El factor de mayor incidencia fue la fertilización, por un valor de \$2.025.000, le sigue en orden de importancia el control fitosanitario, el riego y las labores de limpieza. Dentro de los costos variables el renglón que representa el mayor valor de participación es el de la cosecha, tabla 18. Este costo equivale al 29% de los costos totales y teniendo en cuenta el valor promedio del flete desde Villavicencio hasta Bogotá. Los mayores costos de producción variables están constituidos por la cosecha, seguido del mantenimiento, la inversión, la siembra y el vivero.

El valor de la inversión que se tuvo en cuenta para el análisis corresponde a la depreciación de herramientas y equipo de riego durante 20 meses, calculada por el método de línea recta por un monto de \$2.916.858 que equivale al 15.8% del costo total, tabla 19.

Resumiendo los costos variables que corresponden a aquellos que están relacionados directamente con el volumen de papaya a producir, sumaron \$12.932.603 que corresponde al 70% de los costos totales.

La parte complementaria de los costos totales corresponde a los fijos que son aquellos en los que se incurre independientemente del volumen de papaya producida, es decir, su monto permanece constante a lo largo del período económico objeto de análisis, que para el caso que se estudia fue de \$5.561.019 (30% CT), conformado por asistencia técnica, administración, intereses, arrendamiento e imprevisos, tabla 20.

Conociendo el número de árboles por hectárea, la producción promedio (Kg por árbol) y los días del ciclo del cultivo, es relativamente fácil conocer cuál será la producción total de papaya durante el período. Multiplicando el precio recibido por el productor por el volumen del producto se podrá tener una idea del monto a que ascenderá el ingreso por venta de papaya.

### *EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA*

Para el caso de la variedad de papaya Catira 1, la producción de kilogramos por árbol equivale a 35 la cual es condicionada por el riego. Multiplicando por el precio de un kilo (\$600) se obtiene a \$21.000 de ingreso por árbol y esto llevado a kg por hectárea (78.750 kg/ha) se percibe un ingreso total por hectárea de \$47.250.000, tabla 21.

La empresa obtiene este flujo de ingresos porque ha realizado una inversión de capital y contratado factores de producción (trabajo, etc), es decir, la unidad de producción ha incurrido en una serie de gastos o desembolsos. A la sumatoria de esta serie de gastos se le conoce con el nombre de costo total de producción, que para el caso fue de \$18.493.622 por hectárea. Este valor al dividirlo por el total de la producción 78.750 kg, se obtiene finalmente el costo promedio de producción por kilogramo \$211/kg ó se divide por el total de árboles por hectárea (2.500) se obtiene el costo total por árbol de \$7.397.

El análisis económico de costos e ingresos para determinar indicadores de rentabilidad, parte de la medición de los rendimientos que equivalen a 35 kg por árbol y 78.750 kg por hectárea. Estos valores multiplicados por el precio del kilo (\$600), permite obtener un ingreso por árbol de 21.000 ó un ingreso total de \$47.250.000. Si a estas cifras se les descuenta los costos totales y los costos por árbol, se obtienen un margen bruto de ganancia total de \$2.875.378 y un ingreso neto por árbol de \$11.503 ó un ingreso neto por kg de \$329.

Con los anteriores márgenes de ganancia se obtiene un indicador de rentabilidad, relacionando los ingresos con los costos; por hectárea de 155%; es decir, que por cada peso invertido se recupera \$1.55 y rentabilidad por árbol y por kilo igual a 155%.

Esta rentabilidad obliga a hacer un análisis del costo de oportunidad. Este se entiende como el beneficio que el productor podría obtener si en lugar de usar sus recursos productivos en la operación de proyectos del cultivo de papaya, colocara este capital propio a plazo fijo en un banco comercial, ganando intereses. La suma de intereses devengados anualmente sería en este caso su costo de oportunidad. De esto se deduce que para poder hablar de un proyecto de papaya eficiente, la tasa de rentabilidad por el capital invertido tiene que ser superior a la tasa de interés más alta del mercado para que esa inversión se justifique desde el punto de vista financiero.

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

**Tabla 16. Costos de instalación por hectárea de papaya Piedemonte Llanero, 1998.**

Labor	Concepto	Cantidad	\$/Unidad	Total	% C.T.
<b>VIVERO</b>					
Construcción umbráculo	Jornales	4	1.000	40.000	
	Plástico (m)	30	100	3.000	
Preparación tierra	Jornales	3	10.000	30.000	
Acarreo tierra	Jornales	6	10.000	60.000	
	Gallinaza (ton)	1	70.000	70.000	
Tratamiento tierra	Jornales	6	10.000	60.000	
	Basamid (kg)	1	17.800	17.800	
Llenado de bolsas	Jornales	6	10.000	60.000	
	Bolsas	3.000	12	36.000	
Siembra	Jornales	2	10.000	20.000	
	Semilla (kg)	0.2	200.000	40.000	
Protección fitosanitaria	Jornales	1	10.000	10.000	
	Metalaxil (g)	10	28.5	285	
Fertilización-riego	Jornales	2	10.000	20.000	
<b>SUBTOTAL VIVERO</b>				<b>467.085</b>	<b>2.5</b>
<b>SIEMBRA</b>					
Limpieza lote	Jornales	4	10.000	40.000	
Enmiendas	Cal dolomita (ton)	0.5	90.000	45.000	
Trazado	Jornales	4	10.000	40.000	
Ahoyado y trasplante	Jornales	30	10.000	300.000	
<b>SUB-TOTAL SIEMBRA</b>				<b>425.000</b>	<b>2.3</b>

**Tabla 17. Costos de mantenimiento por hectárea de papaya Piedemonte Llanero, 1998.**

Labor	Concepto	Cantidad	\$/Unidad	Total	% C.T.
<b>MANTENIMIENTO</b>					
Raleo	Jornales	5	10.000	50.000	
Limpieza	Jornales	20	10.000	200.000	
	Paraquat (gl)	1	40.166	40.166	
	Glifosato (lt)	8	11641	93.128	
	<b>Subtotal</b>			<b>383.294</b>	<b>2.0</b>
Control fitosanitario	Jornales	20	10.000	20.000	
	Metalaxil (kg)	12	28.300	339.600	
	Fosetil-Al (kg)	1	38.000	38.000	
	Thedion (lt)	6	8.500	51.000	
	Avermectina (cc)	250	287,2	71.800	
	Antracol (kg)	24	5.700	136.800	
	<b>Subtotal</b>			<b>837.200</b>	<b>4.5</b>
Fertilización	Jornales	18	10.000	180.000	
	Urea (ton)	1.03	399.000	410.970	
	Cloruro de K (ton)	1.24	300.000	372.000	
	Superfosfato triple (kg)	516	413	213.108	
	Borax (kg)	206	1.054	217.124	
	Sulfato de Mg (kg)	516	232	119.712	
	Sulfato de Zinc (kg)	206	646	133.076	
	Sulfato de Cu (kg)	83	2.817	233.811	
	Flor de Azufre (kg)	330	440	145.200	
	<b>Subtotal</b>			<b>2.025.000</b>	<b>10.9</b>
Riego	Jornales	30	10.000	30.000	
	Instalación		25.000	15.000	
	<b>Subtotal</b>			<b>450.000</b>	<b>2.4</b>
<b>TOTAL MANTENIM.</b>				<b>3.695.495</b>	<b>20.0</b>

**EL CULTIVO DE LA PAPAYA EN LOS LLANOS ORIENTALES DE COLOMBIA**

**Tabla 18. Costos por hectárea de papaya en la cosecha. Piedemonte Llanero, 1998.**

Labor	Concepto	Cantidad	\$/Unidad	Total	% C.T.
COSECHA	Jornales	220	10.000	220.000	
	Canastillas	25	8.000	200.000	
	Fletes (ton)	78	3.900	3.071.250	
<b>TOTAL</b>				<b>5.471.250</b>	<b>29.6</b>

**Tabla 19. Costos de inversión por hectárea de papaya. Piedemonte Llanero, 1998.**

Labor	Concepto	Cantidad	\$/Unidad	Total	% C.T.
INVERSION					
Herramientas	Bomba de espalda	1	150.000	150.000	
Equipo de riego	Motobomba	1	950.000	950.000	
	Cabecal	1	1.869.000	1.869.000	
	Manguera y accesorios		5.781.573	5.781.573	
<b>TOTAL</b>				<b>8.750.573</b>	
Depreciación	Meses	20	145.843	2.916.858	15.8

**Tabla 20. Costos fijos por hectárea de papaya. Piedemonte Llanero, 1998.**

Labor	Concepto	Cantidad	\$/Unidad	Total	% C.T.
Asistencia técnica	Porcentaje de C.V.	2		259.013.75	258.652
Administración	Porcentaje de C.V.	5		647.534.38	646.630
Intereses	Porcentaje de C.V.	26		3.367.178.8	3.362.477
Alquiler de la tierra	Meses	20	12.500	250.000	
Imprevistos	Porcentaje de C.V.	10		1.295.068.8	1.293.260
<b>TOTAL</b>				<b>5.561.019</b>	<b>30</b>

**Tabla 21. Costos totales, ingresos y rentabilidad por hectárea. 1998.**

CONCEPTO					
<b>COSTOS VARIABLES</b>				<b>12.932.603</b>	
<b>COSTOS TOTALES</b>				<b>18.493.622</b>	<b>100.0</b>
Costo total por árbol				7.397	
Costo total por kilogramo				211	
<b>RENDIMIENTOS</b>					
Kg/árbol		35			
kg/ha (2.250 plantas hembras)		78.750			
<b>INGRESOS TOTALES</b>				<b>47.250.000</b>	
Ingreso/árbol				21.000	
Ingreso/kg				600	
<b>INGRESOS NETOS</b>				<b>28.756.378</b>	
Ingreso neto por árbol				11.503	
Ingreso neto por kilogramo				329	
<b>RENTABILIDAD POR HA</b>				<b>1.55</b>	<b>155.5</b>
<b>RENTABILIDAD POR ARBOL</b>				<b>1.55</b>	<b>155.5</b>
<b>RENTABILIDAD POR KILO</b>				<b>1.55</b>	<b>155.5</b>