

Modelo Productivo

para el cultivo de **mango** en el valle
del Alto Magdalena para el
departamento del Tolima

Modelo productivo para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena para el departamento del Tolima

Autores

Jairo García Lozano
Carlos Alberto Abaunza González
Jesús Elías Rivera Velasco

Mosquera, Colombia 2017

Modelo productivo para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena para el departamento del Tolima / Jairo García Lozano, Carlos Alberto Abaunza González y Jesús Elías Rivera Velasco. -- Mosquera (Colombia): Corpoica, 2017.

177 páginas: ilustraciones, datos numéricos

Incluye referencias bibliográficas

ISBN e-Book: 978-958-740-239-1

1. Mangífera índica 2. Propagación vegetativa 3. Condiciones atmosféricas 4. Control de enfermedades de plantas 5. Control de plagas 6. Indicadores de costos 7. Tolima (Colombia) I. Abaunza González, Carlos Alberto II. Rivera Velasco, Jesús Elías.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura Agropec

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

**Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria
Corpoica**

Centro de Investigación Nataima, kilómetro 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima. Código postal 733520, Colombia.

Centro de Investigación Caribia, corregimiento de Sevilla, municipio Zona Bananera, departamento del Magdalena, a 65 km al sur de la capital de Santa Marta. Código postal 478037, Colombia.

Esta publicación es el resultado del convenio de cooperación 0211 de 2012 (Contrato 1781) de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), financiado por la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol), el Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola (FNFH) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR).

Serie: Modelos productivos

Preparación editorial

Editorial Corpoica

editorial.corpoica@corpoica.org.co

Editora: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Alejandra Muñoz Suárez

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@corpoica.org.co

www.corpoica.org.co

Citación sugerida: García J, Abaunza CA, Rivera JE. Modelo productivo para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena para el departamento del Tolima. (2017). Mosquera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.

Cláusula de responsabilidad: Corpoica no es responsable de las opiniones e información recogidas en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación; igualmente, declaran que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros relativa a los derechos de autor u otros derechos que se hubieran vulnerado como resultado de su contribución.



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Introducción	13
Capítulo I	
Área geográfica y entorno ambiental	15
Oferta edafoclimática para el cultivo de mango en el departamento del Tolima	15
Suelos	15
Temperatura	19
Precipitación	21
Brillo solar	22
Vientos	23
Humedad relativa	24
Capítulo II	
Descripción botánica, taxonómica y clasificación	25
Botánica de la planta	25
Sistema radicular	25
Tronco	26
Hojas	27
Flores e inflorescencias	28
Frutos y semillas	29
Taxonomía y clasificación de la planta	29
Etapas de crecimiento de un cultivo de mango	30
Capítulo III	
Recurso genético y propagación	35
Oferta del recurso genético (selección de la variedad)	35
Variedades mejoradas de mango (variedades de mesa)	36
Material genético naturalizado regional (variedades criollas)	38
Propagación del material	42
Propagación sexual o por semilla	42
Propagación asexual	43
Propagación por injerto	44
Elección del portainjerto	44
Propagación <i>in vitro</i>	49
Embriogénesis somática	49
Capítulo IV	
Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo	50
Suelos	50
Temperatura	50

Precipitación.....	51
Humedad relativa	52
Vientos	52
Capítulo V	
Manejo del recurso suelo	53
Sustratos en vivero para un cultivo de mango	53
Preparación del terreno	59
Prácticas y obras para conservar el suelo e infiltrar el agua	60
Capítulo VI	
Sistemas de siembra.....	62
Distancias de siembra.....	62
Ahoyado y trasplante.....	66
Épocas de siembra	68
Capítulo VII	
Prácticas culturales	69
Podas	69
Poda de establecimiento y estructura inicial del árbol.....	71
Poda de formación.....	72
Poda de producción, poda de mantenimiento y poda sanitaria.....	73
Poda de aclareo de copa	74
Poda de brotes o desplumille	75
Poda de rejuvenecimiento y renovación de la copa	76
Poda de los raquis secos	76
Riego y drenaje	77
Estimación de las necesidades de riego	77
Requerimientos hídricos del mango	80
Métodos de riego en el cultivo.....	82
Tuberías a presión (riego por aspersión subarbóreo).....	82
Tubería a presión (microaspersión).....	83
Tubería a presión (goteo)	83
Monitoreo de humedad del suelo	85
Drenaje	87
Fertilización.....	88
Recomendaciones con enfoque hacia la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA).....	88
Corrección de suelos en presiembra.....	89
Fertilización en etapa de formación	89
Fertilización en producción	90

Fertilización orgánica	91
Análisis del suelo.....	92
Análisis foliar	94
Época de fertilización	94
Ubicación de los fertilizantes.....	95
Fuentes de fertilizantes	95
Manejo del pH del suelo	96
Niveles foliares apropiados de nutrientes para mango.....	97
Inducción floral	98
Uso de retardantes de crecimiento	101
Uso de madurantes de brotes	101
Rompimiento de la latencia de yemas	101
Manejo de arvenses.....	101
Capítulo VIII	
Manejo integrado de plagas y enfermedades.....	104
Enfermedades	106
Antracnosis	106
Malformación en el cultivo de mango (<i>Fusarium subglutinans</i>)	108
Secamiento o muerte regresiva de ramas y de tallos (<i>Lasiodiplodia</i> sp.)	109
Plagas.....	110
Moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae)	111
Escamas (Hemiptera: Coccoidea).....	117
Escamas protegidas (Diaspididae)	117
Escamas blandas (Coccidae).....	118
Cochinilla acanalada del mango (Monophlebidae).....	118
Trips, bichos de candela (Thysanoptera: Thripidae).....	119
Capítulo IX	
Cosecha	120
Maduración del mango.....	120
Procedimientos previos a la cosecha.....	122
Procedimientos de cosecha.....	122
Sólidos solubles totales (SST).....	124
Capítulo X	
Poscosecha	126
Lavado	126
Vida en estante	127
Encerado de frutos.....	128
Capítulo XI	

Transformación y valor agregado	130
Tratamiento térmico.....	131
Aditivos	131
Capítulo XII	
Mercadeo y comercialización del mango	132
Mercado nacional	132
Mango fresco verde.....	133
Mango para agroindustria	133
Mercado internacional.....	134
Exportaciones e importaciones de fruta fresca	134
Exportaciones e importaciones de mango transformado.....	136
Capítulo XIII	
Valoración de subproductos.....	139
Capítulo XIV	
Indicadores económicos	141
Rendimientos por hectárea.....	141
Costos de producción del modelo productivo	142
Perspectivas del desarrollo a escala regional	153
Los autores	157
Bibliografía	159
Anexos.....	167
Anexo 1. Normas Técnicas de Calidad NTC 5139-5140 para mangos criollos	167
Requisitos mínimos	167
Anexo 2. Norma Técnica Colombiana-NTC 5210 Variedades mejoradas.....	168
Producto	168
Anexo 3. Principales rubros y actividades para el establecimiento y manejo del cultivo de mango	171
Anexo 4. Biología floral.....	172
Descripción del grano de polen	174
Abreviaturas, siglas y acrónimos	175
Glosario de términos.....	177

Listado de figuras

Figura 1. Zona con potencial por su oferta edafoclimática para cultivo de mango en el Alto Magdalena tolimense.	16
Figura 2. Perfil típico de suelos, en el municipio de Espinal, Tolima.	18
Figura 3. Temperatura media anual para el departamento del Tolima.	20
Figura 4. Precipitación media multianual (mm) para el departamento del Tolima.	22
Figura 5. Brillo solar media multianual (horas) para el departamento del Tolima.	23
Figura 6. Humedad relativa media multianual (%) para el departamento del Tolima.	24
Figura 7. Sistema radicular del mango.	26
Figura 8. Hábito de crecimiento del árbol de mango.	26
Figura 9. Forma de la hoja del mango.	27
Figura 10. Forma del ápice de la hoja del árbol de mango criollo.	28
Figura 11. Formas de la base de la hoja del mango.	28
Figura 12. Etapas de crecimiento de un cultivo de mango.	30
Figura 13. Árbol juvenil de mango, luego de pocos meses de podado y árbol de mango en plena producción.	31
Figura 14. Variedades mango de mesa recomendados para el valle del Alto Magdalena tolimense.	36
Figura 15. Descripción fotográfica de frutos de variedades criollas o naturalizadas de mango en Colombia, referenciando las encontradas en el departamento del Tolima.	41
Figura 16. Diferentes embriones de una semilla de mango.	43
Figura 17. Injerto y portainjerto.	44
Figura 18. Brote vegetativo en mango.	46
Figura 19. Patrones en vivero de mango sembrados en bolsa de almácigo y corte a los 20 cm del patrón.	47
Figura 20. Proceso de injertación con injerto tipo bisel.	48
Figura 21. Sustratos con diferentes relaciones de mezclas.	54
Figura 22. Representación del contenido de agua en un sustrato ideal.	56
Figura 23. Materiales comúnmente utilizados en los viveros del departamento del Tolima. a. Tierra de sabana; b. Sustrato mezclado; c. Cascarilla de arroz.	58
Figura 24. Distancias y sistemas de siembra para el cultivo de mango. a. Sistema de siembra triangulado; b. Sistema de siembra rectangular.	63

Figura 25. Primera poda en mango.....	69
Figura 26. Formación inicial del árbol, el corte debe hacerse por debajo del nudo.	72
Figura 27. Poda de formación de copa.	72
Figura 28. Poda sanitaria, despunte de pedúnculos secos, ramas improductivas.	74
Figura 29. Poda de rejuvenecimiento y renovación de la copa.	76
Figura 30. Evapotranspiración del cultivo de referencia ETo (mm/año).....	78
Figura 31. Sistema de riego por microaspersores en mango. a. Línea secundaria; b. Línea principal; c. Microaspersor.....	83
Figura 32. Sistema de riego en mango por goteo.	84
Figura 33. Ejemplo de sistema de riego por goteo en mango.	85
Figura 34. Zona para toma de muestras de suelos.	93
Figura 35. Ubicación de fertilizantes.	95
Figura 36. Cambios en la fenología reproductiva del mango hilacha y Tommy Atkins, en la región del valle del Alto Magdalena. Desarrollo de la yema. a. Estado 1; b. Estado 2; c. Estado 3; d. Estado 4. Desarrollo del órgano floral. e. Estado 1; f. Estado 2; g. Estado 3; h. Estado 4. Desarrollo del fruto. i. Estado 1; j. Estado 2; k. Estado 3; l. Estado 4.....	100
Figura 37. Sintomatología de la antracnosis en frutos.	106
Figura 38. Malformación floral causada por el hongo <i>Fusarium moniliforme</i> var. <i>Subglutinans</i>	108
Figura 39. Síntomas de “muerte descendente” causada por el hongo <i>Lasiodiplodia theobromae</i>	110
Figura 40. Mosca de la fruta. a. <i>Anastrepha grandis</i> ; b. Patrón alar de <i>A. grandis</i>	111
Figura 41. Trampa McPhail para el cultivo de mango.....	113
Figura 42. Escamas blandas <i>Aulacaspis tubercularis</i> Newstead. a. Infestación en fruto; b. Escamas de machos hacia la derecha; c. Escama de hembras hacia la izquierda. Nótese la diferencia de forma y tamaño de las escamas del macho y la hembra.	117
Figura 43. <i>Crypticeria multicitricis</i> Kondo & Unruh. a. Adultos; b. Ninfas del tercer instar; c y d. Ramas de mango severamente infestada.....	118
Figura 44. Daño típico causado por trips (Thysanoptera) en fruto de mango.	119
Figura 45. Mangos Tommy y Yulima maduros. a. Frutos de mango Tommy Atkins maduro mostrando pelusa blanquecina como un signo de madurez;	

b. Mango Yulima cosechado en un punto cercano al 5 o madurez de consumo.	120
Figura 46. Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Tommy Atkins.	121
Figura 47. Procedimientos de cosecha. a. Varas con redes usadas en cosechas de frutas; b. Transporte de la fruta por pequeños productores.	124
Figura 48. Equipos para determinar calidad de la fruta. a. Refractómetro manual para determinar sólidos solubles; b. Penetrómetro manual para medición de la firmeza de pulpa de mango.	125
Figura 49. Mango seleccionado por estado de maduración.	126
Figura 50. Tanque de inmersión usado para el lavado inicial de diferentes frutas.	127
Figura 51. Exportaciones en volumen de mango provenientes de Colombia año 2015 y 2016.	136
Figura 52. Volumen de exportaciones de mango procesado provenientes de Colombia (2012).	137

Listado de tablas

Tabla 1. Propiedades químicas en un suelo de El Espinal (<i>Typic Haplustolls</i>). 17	17
Tabla 2. Muestreo de suelos característicos del municipio de El Espinal.....	19
Tabla 3. Criterios para seleccionar frutos de mango élite criollo	33
Tabla 4. Criterios para seleccionar frutos de mango élite de variedades mejoradas	33
Tabla 5. Principales características de las variedades de mango mejorado recomendadas para el Tolima	38
Tabla 6. Primera aproximación en caracterización de las variedades criollas de mangos en Colombia, referenciando las encontradas en el departamento del Tolima	39
Tabla 7. Recursos genéticos de mango en Colombia	42
Tabla 8. Especies y accesiones con algún tipo de evaluación en Corpoica	42
Tabla 9. Características deseables de las variedades criollas para ser introducidas en portainjerto	45
Tabla 10. Valores de las propiedades para un sustrato ideal.....	56
Tabla 11. Densidad aparente del sustrato a partir de las mezclas usadas por los viveristas del valle Alto Magdalena	59
Tabla 12. Coeficiente de consumo de agua Kc según la edad del cultivo de mango	79
Tabla 13. Capacidad de retención de humedad según la textura del suelo ...	86
Tabla 14. Tensión en centibares del suelo como indicativo para iniciar riego	87
Tabla 15. Fertilización en etapa de formación.....	89
Tabla 16. Fertilización en etapa de producción	90
Tabla 17. Contenido de elementos en hojas de mango	97
Tabla 18. Principales plagas y enfermedades de importancia económica para el cultivo del mango	104
Tabla 19. Agentes de control fitosanitario para mango	105
Tabla 20. Épocas de cosecha y fenología del mango nacional	121
Tabla 21. Condiciones óptimas de almacenamiento del mango	128
Tabla 22. Valor nutricional de 100 g de pulpa fresca de mango	130
Tabla 23. Exportaciones de mango en fresco provenientes de Colombia, años 2015 y 2016	135
Tabla 24. Exportaciones de jugo de mango, provenientes de Colombia.....	136
Tabla 25. Área, producción y rendimiento para los tres departamentos más productores de mango.....	141

Tabla 26. Costos de producción nacional de mango por tipo de productor (\$/ha)	142
Tabla 27. Costos de producción de una hectárea de mango según rubro y periodo. Municipio de El Espinal año 2016 (miles de pesos).....	144
Tabla 28. Evolución del área sembrada de mango por ha en el departamento del Tolima.....	149
Tabla 29. Evolución de la producción de mango por toneladas en el departamento del Tolima	151
Tabla 30. Evolución de los rendimientos de mango en el departamento del Tolima (t/ha)	153
Tabla 31. Acuerdo de competitividad de la cadena productiva del mango 2012-2023	156
Tabla 32. Descripción peso y calibre para mango. NTC 5139	167
Tabla 33. NTC para variedades mejoradas	169
Tabla 34. NTC para variedades mejoradas (tamaño, peso)	170

Introducción

El cultivo de mango en Colombia se encuentra a lo largo de dieciséis departamentos, siendo el Tolima uno de los principales productores. Esta especie, originaria de la India, está distribuida por todo el sudeste de Asia y el archipiélago malayo; se ha adaptado en diferentes pisos térmicos y nichos ecológicos. Se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1.650 m de altitud. Su adaptación es tal que se ha generado el llamado mango "criollo" o naturalizado colombiano, gracias a la polinización cruzada que ha dado origen a más de 200 ecotipos o subpoblaciones.

Tolima es un departamento frutícola por tradición, que cuenta con las condiciones adecuadas de clima y suelo para la siembra de diversos frutales, entre ellos el de mango. En efecto, el área tolimese constituye uno de los principales núcleos de producción de esta fruta en el país y representó, en 2012, el 23 % del área sembrada a escala nacional, con 5.071 ha y el 33,5 % de la producción con 77.231 t; en 2014 representó el 23,7 % del área sembrada con 5.539 ha y el 28,6 % de la producción con 77.231 t. La región del Alto Magdalena tolimese es una de las más productivas del país con rendimientos promedio de 13,9 t/ha (Agronet 2016).

La producción de mango en el Tolima se localiza principalmente en los municipios de El Espinal, Guamo, San Luis, Piedras y Coello.

En términos de generación de empleo, a escala nacional se calcula que, en el año 2012, el cultivo de mango generó 11.682 empleos, lo cual representa el 0,49 % de los generados por cultivos transitorios y permanentes del país (CCI 2010; STNCM 2012). Cabe señalar que el cultivo de mango en etapa productiva puede ocupar un promedio de hasta 108 jornales por hectárea en un año. En cuanto al Tolima, se estima que este cultivo genera en promedio 1.915 empleos anuales.

Este documento plantea un modelo productivo para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena, con el propósito de constituirse como una herramienta de consulta necesaria para que los técnicos y productores encuentren un instrumento de investigación, con miras a fortalecer el potencial productivo del

mango para el consumo fresco y para la agroindustria, y para mejorar la competitividad del cultivo en el Tolima.

Este documento se elaboró en el marco del convenio de cooperación técnica entre la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) y la Asociación Hortifrutícola de Colombia (Asohofrucol). Este acuerdo se deriva del Convenio de Cooperación 0211 de 2012 (Contrato 1781) suscrito entre el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y Corpoica. En su elaboración y revisión participaron investigadores y técnicos especialistas en el cultivo a escalas nacional y regional, así como la Secretaría Técnica Nacional de la Cadena de Mango.

El documento consta de 14 capítulos. El contexto del área de influencia y los aspectos generales del cultivo se tratan en los capítulos I a IV, los temas relacionados con el manejo agronómico y aspectos técnicos del cultivo se relacionan en los capítulos V a VIII; la cosecha, poscosecha y transformación básica se tratan en los capítulos IX a XI y los temas relacionados con el mercadeo e indicadores económicos en los capítulos XII a XIV.

Capítulo I

Área geográfica y entorno ambiental

El valle del Alto Magdalena está ubicado entre las cordilleras Central y Oriental de Colombia. El área geográfica donde se plantea el modelo productivo de mango se encuentra al lado izquierdo del río Magdalena, que limita al norte del valle con el río Saldaña y al sur con el río Cuello. La mayor parte de la región está por debajo de los 1.000 msnm.

El río Magdalena corre a través del valle recibiendo afluentes, en particular, de la cordillera Central, entre los que se destacan los ríos Saldaña, Cucuaná, Luisa y Coello, que son fuentes hídricas para los distritos de riego en la región. La zona comprende los siguientes municipios del departamento: Alvarado, Ambalema, Armero (Guayabal), Carmen de Apicalá, Coello, Coyaima, El Espinal, Flandes, Guamo, Lérida, Mariquita, Natagaima, Ortega, Piedras, Prado, Purificación, Saldaña, San Luis, Suárez y Venadillo. En gran parte de estos municipios se cultiva mango; los más representativos son El Espinal, Guamo, San Luis, Piedras y Coello.

Oferta edafoclimática para el cultivo de mango en el departamento del Tolima

Teniendo en cuenta la clasificación de zonas agroecológicas, el departamento del Tolima tiene una oferta edafoclimática para el cultivo de mango suficiente para abastecer el mercado nacional y para exportar, de aproximadamente 300.000 ha.

Suelos

Los suelos del valle del Alto Magdalena están ubicados entre alturas menores a los 1.000 msnm, que abarcan un área de 1.028.275 ha, entre las que 951.797 ha corresponden a clima cálido-seco. Presentan topografía plana y ligeramente plana, con pendientes menores al 25 % de clase agrológica II, III y IV. En términos generales, son moderadamente profundos, francos o francoarenosos, bien drenados, con fertilidad baja a moderada, con presencia de periodos secos definidos y con posibilidad de acceder a riego. Los municipios de Natagaima, Prado, Purificación, Coyaima, Saldaña, Guamo, Ortega, El Espinal, Suárez, Melgar, Carmen de Apicalá, Flandes, San Luis, Ibagué, Armero-Guayabal, Mariquita, Honda,

Chaparral, Piedras, Alvarado y Ambalema están ubicados en zonas que reúnen las condiciones aptas para el mango y otros cultivos frutales (figura 1).

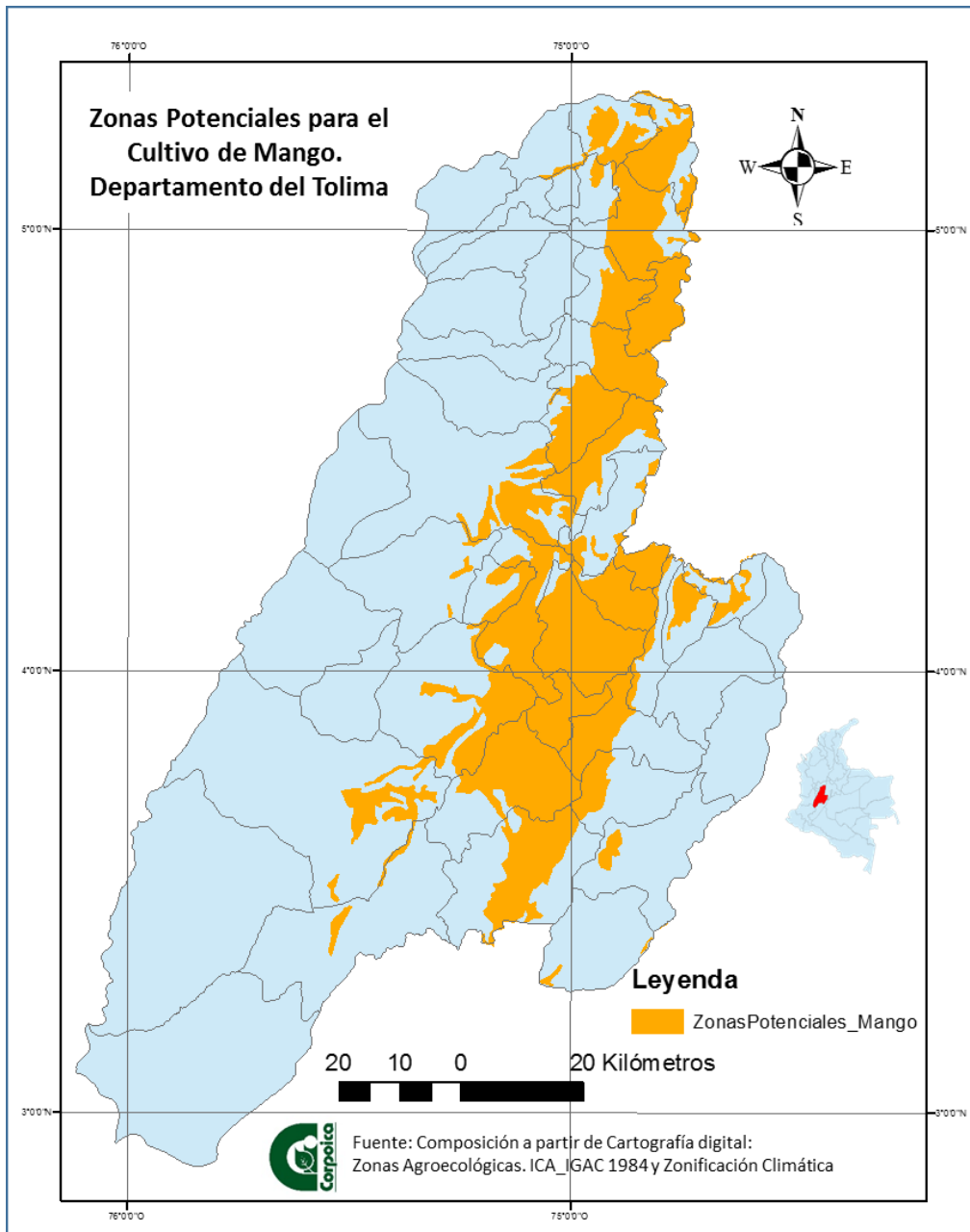


Figura 1. Zona con potencial por su oferta edafoclimática para cultivo de mango en el Alto Magdalena tolimense.

Fuente: Elaborado a partir de datos de IGAC (2004).

Para el departamento del Tolima en total suman 329.042 ha, es decir, 13,59 % del área departamental. Lo recomendable es realizar calicatas en diversos sitios del lote para caracterizarlo y poder determinar con mayor detalle las características del sitio para establecer el huerto.

Una descripción de las características fisicoquímicas de los huertos de mango en la región de estudio se puede apreciar en la tabla 1.

Tabla 1. Propiedades químicas en un suelo de El Espinal (*Typic Haplustolls*)

Prof cm	Hor	Tex	pH	CICA	CICE	CICV	Ca	Mg	K	Na	C	SBA	SBE	P
				cmol(+)/kg						%		mg/kg		
0-30	A	FARa	6	9	7,2	1,7	5	1,6	0,3	0,04	0,6	81	100	2
30-58	Bw	FA	6	9	6,7	2,2	5	1,6	0,2	0,1	0,2	75	100	13
58-120	C	AF	6	8	5,9	1,8	4	1,6	0,2	0,1	0,2	87	100	12

Prof.: profundidad, Hor.: horizonte, Tex.: textura

Fuente: IGAC 2004

En el horizonte A se observa un color en húmedo gris muy oscuro (10YR 3/1), estructura débil en bloques subangulares y angulares finos y medios, consistencia friable ligeramente pegajosa y plástica, abundantes poros finos y medios, poca actividad de macroorganismos, pocas raíces finas y medias, límite claro y plano.

En el horizonte Bw, el color en húmedo es pardo amarillento oscuro (10YR 4/4), estructura muy débil en bloques angulares medios, consistencia friable no pegajosa, no plástica, abundantes poros finos y medios; no hay actividad de macroorganismos, pocas raíces medias, límite gradual y ondulado.

El horizonte C tiene color en húmedo pardo amarillento (10YR 5/4), sin estructura, consistencia suelta no pegajosa y no plástica, no hay actividad de macroorganismos ni presencia de raíces (figura 2).



Foto: Carlos Abaunza

Figura 2. Perfil típico de suelos, en el municipio de Espinal, Tolima.

La caracterización del suelo debe ser una tarea en cada lote del predio donde se pretenda desarrollar un proyecto de mango, ello definirá las bases para la toma de decisiones en cuanto a qué sembrar, manejo presiembra y postsiembra (tipo de labranza, riego, etc.).

Un ejemplo práctico de caracterización física realizado en suelos en la vereda La Trinidad, en El Espinal, se describe en la tabla 2. Es de anotar que este ejercicio es un complemento a la toma de muestra de suelo para su análisis en laboratorio y su caracterización química.

Tabla 2. Muestreo de suelos característicos del municipio de El Espinal

Características			
Localización:	Espinal	2 Km de Espinal Vía Guamo	
Altitud	380 msnm	Temperatura	Mayor a 24°C
Coordenadas	Latitud: 4°05 33"N	Longitud: 74°55 25"W	
Paisaje	Piedemonte	Precipitación anual	1200 mm
Clima	Cálido seco	Zona de Vida	Bosque seco tropical
Grado de erosión	Sin erosión		
Textura	Franco Arenosa	pH	5.8
Nivel Freático	No se encontró	Profundidad efectiva	Profunda
Drenaje Natural	Bien Drenado		
Limitante	Escasas llluvias		

Fuente: Elaborada a partir de datos de IGAC (2004)

Temperatura

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), en un periodo de diez años comprendidos entre 1994 y el 2004, la temperatura promedio para la parte cálida del departamento fue de 28,5 °C. Para la zona centro y sur del oriente del Tolima, la temperatura media anual es de 27,8 °C casi constante durante todo el año (Ideam 2005).

El valle alto del río Magdalena posee la mayor temperatura máxima media promedio multianual del departamento, con valores entre 20 °C (Villahermosa) y 35 °C (Flandes); su temperatura media se encuentran entre 17 °C (Villahermosa) y 29 °C (Flandes) (figura 3) y la mínima media, entre 14 °C (Cajamarca) y 23 °C (Flandes) (Corpoica y Fondo Adaptación 2016).

Teniendo en cuenta que el cultivo se desarrolla y produce en un rango de 24 °C hasta 32 °C, con un óptimo de producción se obtiene entre 20 y 27 °C, la temperatura no es una variable limitante para el cultivo de mango en la región.

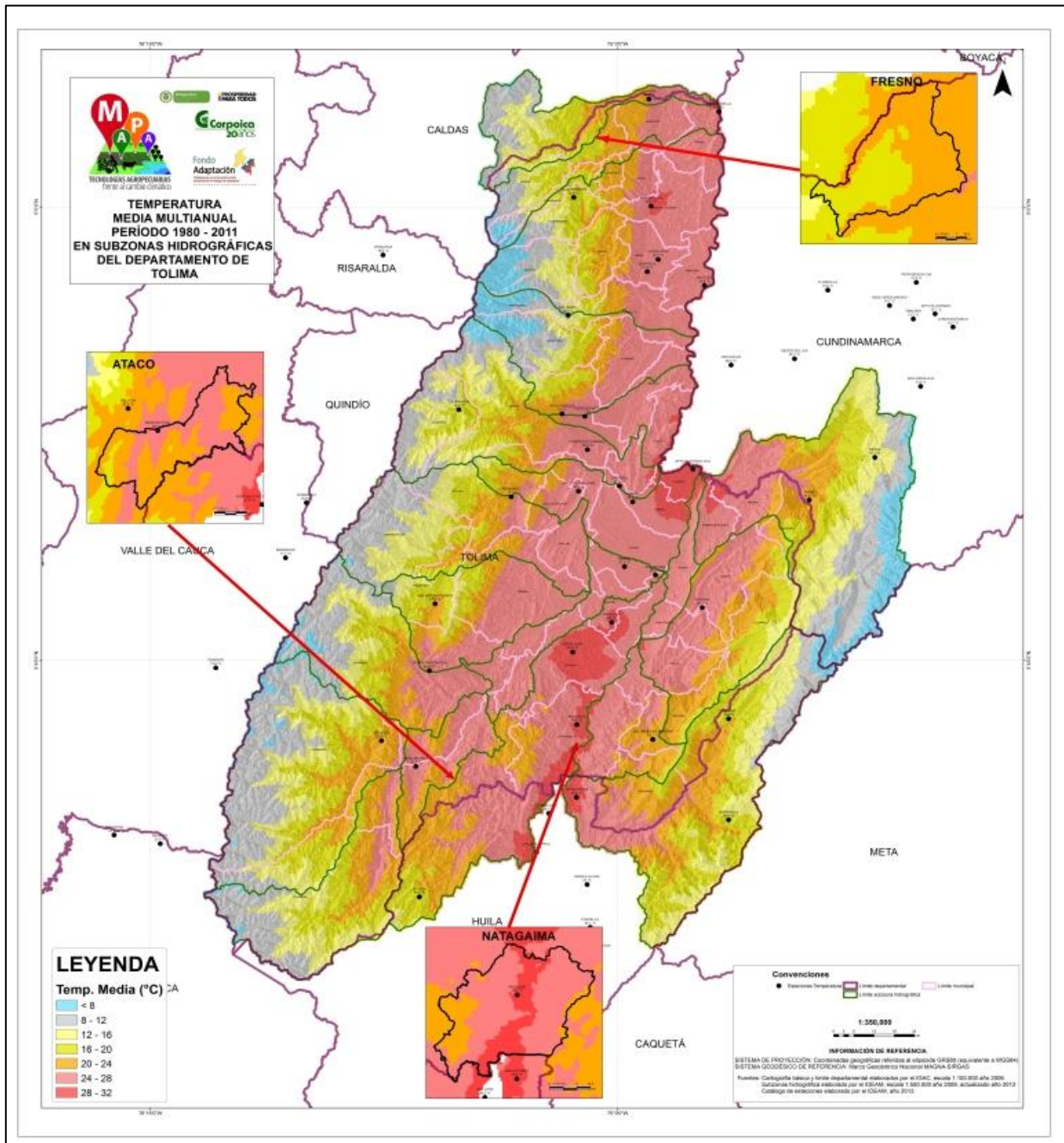


Figura 3. Temperatura media anual para el departamento del Tolima.

Fuente: Corpoica y Fondo Adaptación (2016)

Precipitación

El departamento del Tolima tiene un régimen de lluvias bimodal, caracterizado por dos épocas de lluvia y dos de sequía: diciembre, enero y febrero, por una parte, y, por otra: julio y agosto. La figura 4 identifica la precipitación media multianual (mm) para el departamento del Tolima.

Al analizar la serie de lluvias en los últimos diez años de la región, esta registra un promedio de 1.525 mm/año de precipitación promedio (Ideam 2005), por lo que se considera que la región cuenta con condiciones adecuadas de lluvia para la producción de la fruta.

En la zona del centro y sur del oriente del Tolima se observa que el clima corresponde a la zona de vida a bosque seco tropical con una precipitación media, que varía entre 1.000 y 1.500 mm/año de norte a sur con una distribución bimodal, siendo julio el mes más seco y noviembre el mes más lluvioso (Ideam 2005).

A pesar de tener buenos indicadores de lluvias, el riego es indispensable para suplir las necesidades de agua en la época seca o de menos lluvias, aún más, si se tiene en cuenta que el promedio de evaporación en la región es bastante alto 1.655 mm/año (Ideam 2005).



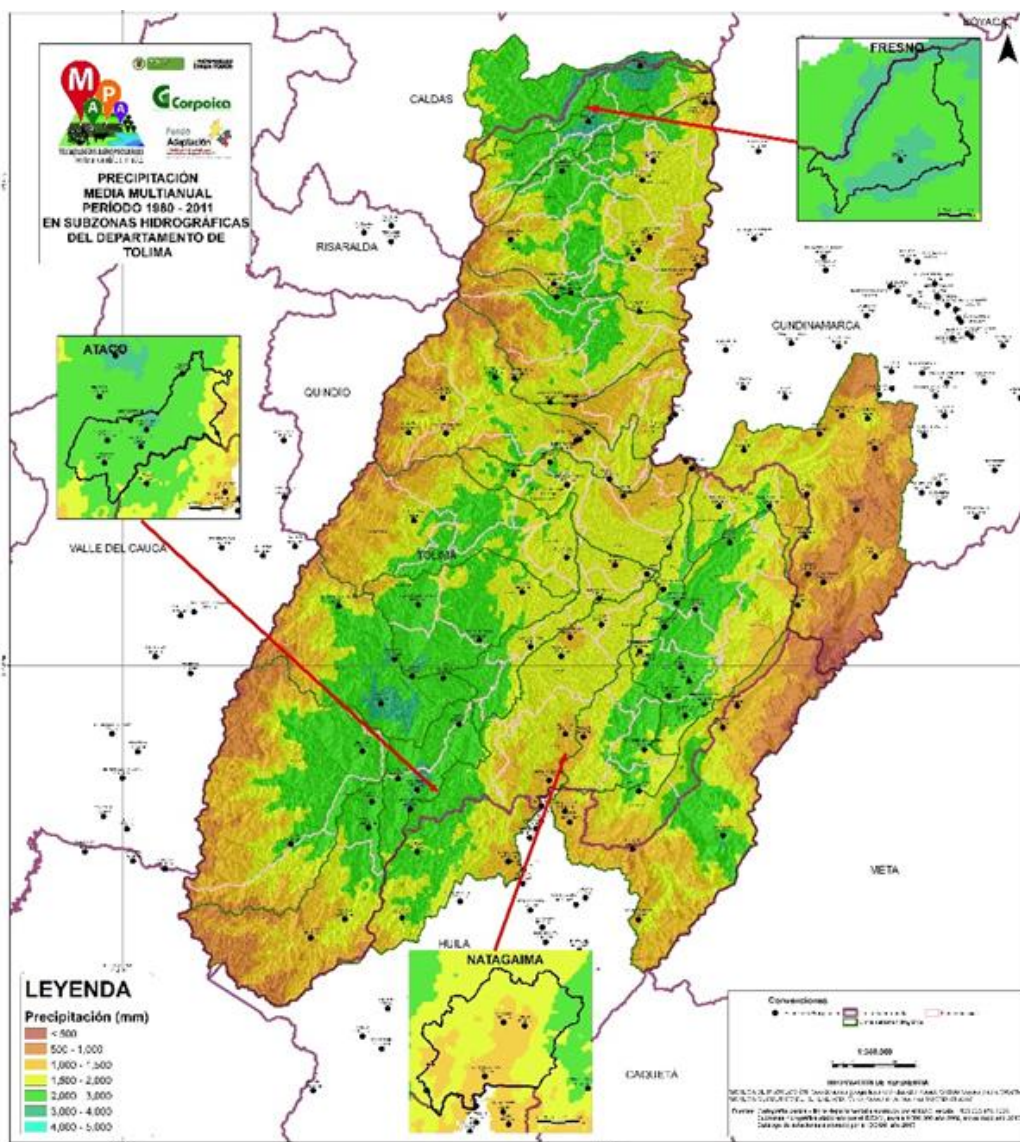


Figura 4. Precipitación media multianual (mm) para el departamento del Tolima.
 Fuente: Corpoica y Fondo Adaptación (2016)

Brillo solar

La zona presenta un brillo solar en promedio de 5,79 horas por día, condición considerada apropiada para el cultivo de mango. Los promedios por municipio según el Ideam son: El Espinal: 6 horas, El Guamo: 5,8 horas, Saldaña: 5,9 horas, Purificación: 6 horas, Ambalema: 6,1 horas, Flandes: 6 horas, Lérida, 6 horas, Armero-Guayabal: 5,5 horas y Mariquita: 5,2 horas. La figura 5 agrupa la serie histórica mensual de 32 años (1980 a 2011) de la variable de brillo solar.

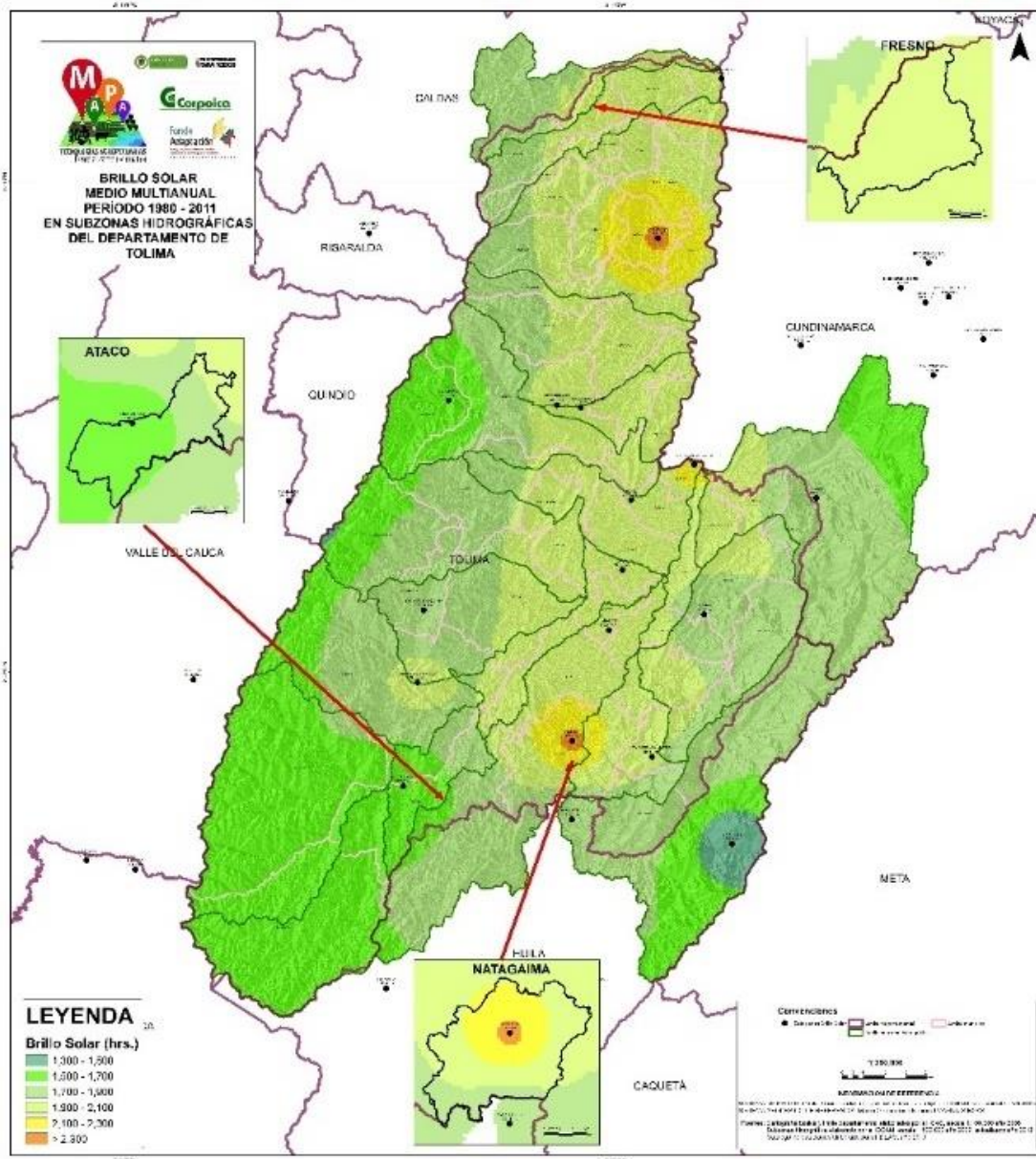


Figura 5. Brillo solar media multianual (horas) para el departamento del Tolima.
Fuente: Corpoica y Fondo Adaptación (2016)

Vientos

Los vientos que hay en la región de estudio no constituyen un limitante para el desarrollo del cultivo, puesto que se registran velocidades en un rango de 7,2 km/h a 9 km/h, su equivalente de 2 a 2,5 m por segundo (Ministerio de Minas et al. 2006).

Humedad relativa

Según el Ideam, en los últimos 20 años, la región del valle del Alto del Magdalena, registró una humedad relativa en promedio del 72,4 %, cifra que se debe tener en cuenta para evitar el desarrollo de enfermedades causadas por hongos; de igual forma, no se debe desconocer el efecto de las altas temperaturas durante los días de lluvias. Para la zona centro y sur del oriente del Tolima la humedad relativa promedio anual es del 57 % y la evaporación es de 1.655 mm/año en promedio (Ideam 2005). La figura 6, agrupa la serie histórica mensual de 32 años (1980 a 2011) de la variable de humedad relativa.

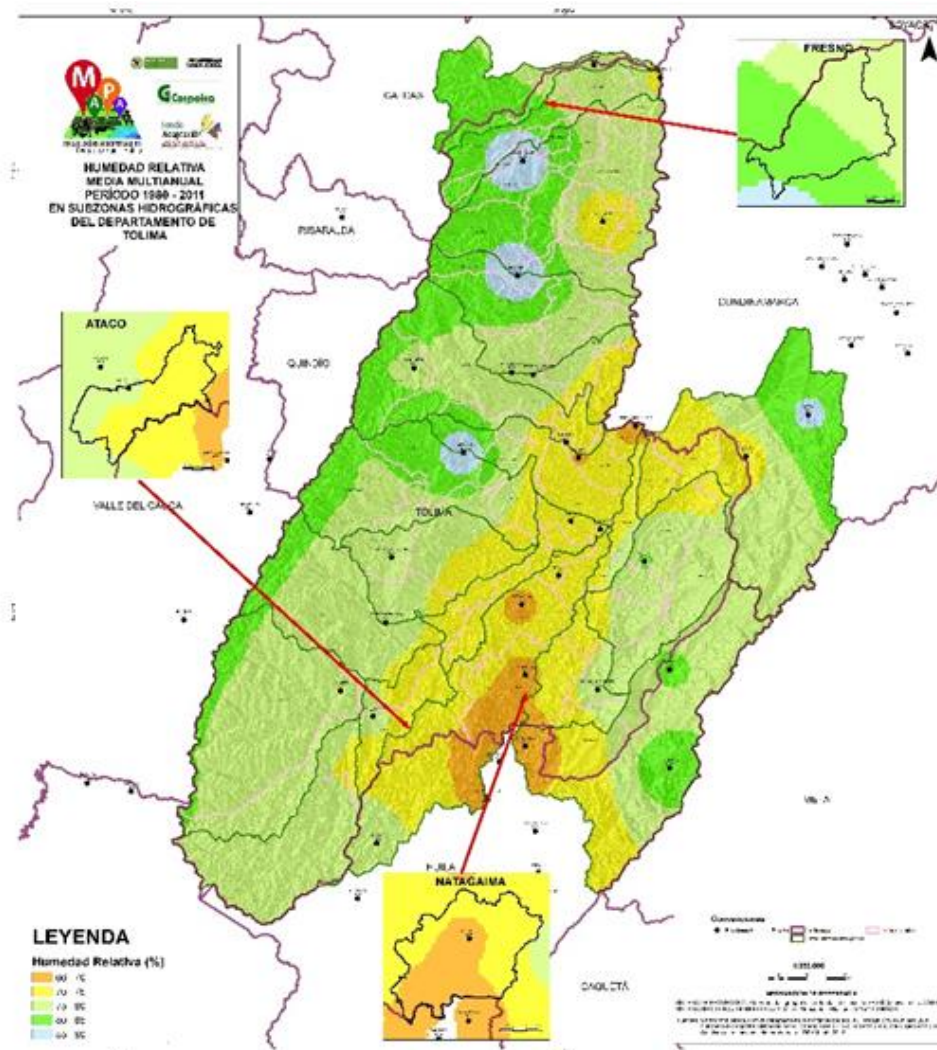


Figura 6. Humedad relativa media multianual (%) para el departamento del Tolima.
Fuente: Corpoica y Fondo Adaptación (2016)

Capítulo II

Descripción botánica, taxonómica y clasificación

El mango es una fruta tropical, de origen asiático que comprende diversas variedades, muchas de ellas obtenidas por injerto. El mango fue introducido por Brasil; el sabor entre una variedad y otra es diferente.

Botánica de la planta

El mango (*Mangifera indica* L.) pertenece a la familia Anacardiaceae; tiene origen indomalayo, de donde se extendió a Vietnam, Indonesia, Ceilán y Pakistán. Fue introducido a América por portugueses y españoles; los primeros lo llevaron a Brasil y los segundos de Filipinas a México, de donde se distribuyó a varios lugares del Caribe.

Los árboles de mango cultivados presentan un rango de altura entre 3 y 10 m cuando están totalmente adultos, dependiendo de la variedad y del manejo dado con la poda. En estado silvestre y en plantas no cultivadas, los árboles a menudo llegan a 15 m. Cuando se encuentran en climas favorables al crecimiento (cálidos y húmedos) pueden lograr los 30 m (García et al. 2009b).

Los árboles de mango pueden llegar a vivir durante más de 100 años. Generalmente, las ramas están a 0,6-2 m por encima del terreno y la variabilidad en la forma de la copa y la apertura depende de la variedad y la competencia con otros árboles (Bally 2006), aunque la técnica en la poda determina la forma final del árbol. La copa puede ser redondeada y simétrica, y puede variar de baja y densa a erguida y abierta (IPGRI 2006).

Sistema radicular

Consiste en una raíz vigorosa y profunda de abundantes raíces superficiales. La raíz principal penetra de 6 a 8 m y las fibras finas de las raíces se encuentran desde la superficie hasta aproximadamente 1 m y usualmente se extienden hasta más allá del diámetro de la copa (figura 7). La distribución de las raíces finas cambia

estacionalmente con la distribución de humedad en el suelo, con el fin de resistir condiciones de baja humedad (Litz 1997; Rodríguez et al. 2002; Bally 2006).



Foto: José Arboney Guzmán

Figura 7. Sistema radicular del mango.

Tronco

El mango normalmente tiene un tamaño mediano de 10-30 m de altura. El tronco es más o menos recto, cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro (a 50 cm del nivel del suelo), cuya corteza de color gris-café tiene grietas longitudinales o surcos reticulados poco profundos que a veces contienen gotitas de resina. Con relación al hábito de crecimiento, dispone sus ramas para conformar la arquitectura de la copa de diversas formas abierta, erecta, verticilada y lánguida (figura 8).

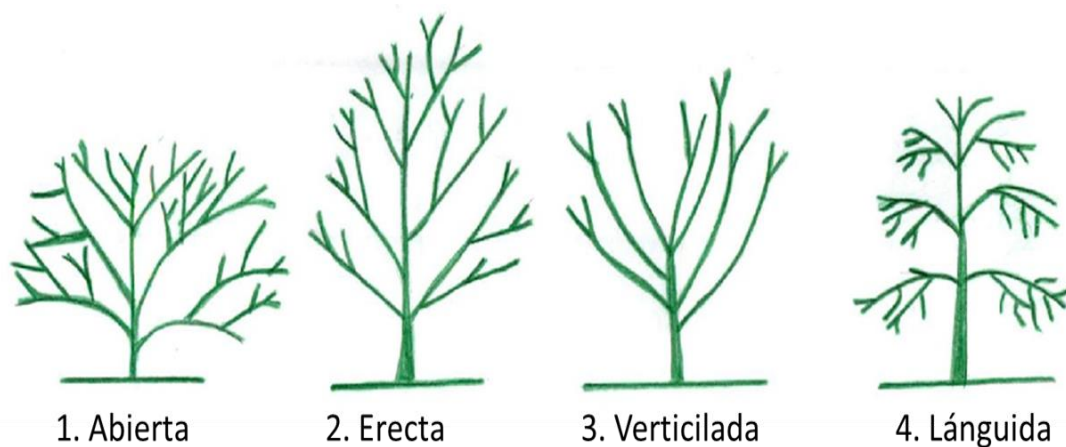


Figura 8. Hábito de crecimiento del árbol de mango.

Fuente: Adaptado de Avilán (1989); IPGRI (2006)

Hojas

La disposición de las hojas en el tallo es alterna; la ondulación del borde de la hoja puede ser ondulada si tiene salientes y entrantes redondeados que se pueden comparar a pequeñas ondas (típico en la variedad de hilaza) o entera cuando tiene el borde liso. La forma de la lámina o limbo de la hoja puede tomar las siguientes formas: elíptica, oblonga, oval, obovate, lanceolada, oblanceolada, elíptica lanceolada y oblonga lanceolada (figura 9).

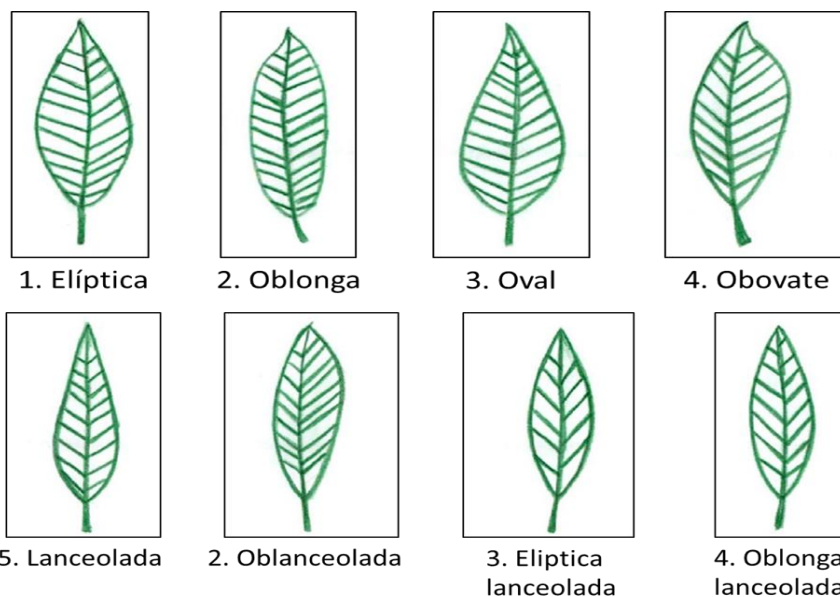


Figura 9. Forma de la hoja del mango.

Fuente: Adaptado de IPGRI (2006)

La parte opuesta a la base o ápice puede tener diferentes formas, desde obtusa, si el ápice es romo, sin punta apreciable, hasta agudo cuando termina en una punta que forma un ángulo agudo (figura 10). Acuminado, cuando termina en una punta larga, aguda y algo estrecha, obtuso-acuminado, cuando la punta no es aguda ni estrecha y retuso con la extremidad truncada, en la cual se presenta una pequeña hendidura hacia el interior del limbo.

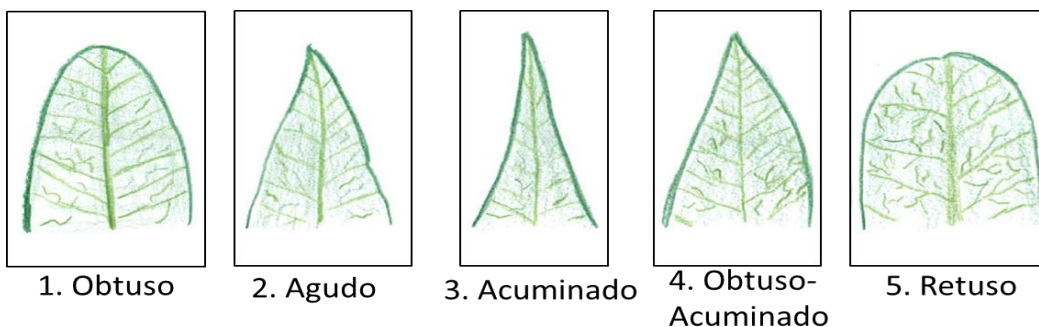


Figura 10. Forma del ápice de la hoja del árbol de mango criollo.

Fuente: Adaptado de Avilán (1989); IPGRI (2006)

Con relación a la base de la hoja, esta puede ser obtusa o aguda (figura 11).

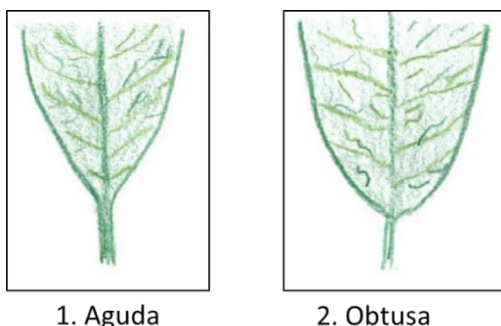


Figura 11. Formas de la base de la hoja del mango.

Fuente: Adaptado de IPGRI (2006)

Las hojas tienen nervaduras visiblemente reticuladas, con una nervadura media robusta y conspicua y de 12-30 pares de nervaduras laterales más o menos prominentes; ellas expiden un olor resinoso cuando se les tritura; el pecíolo es redondeado, ligeramente engrosado en la base, liso y de 1,5-7,5 cm de largo. Las hojas jóvenes son de color violeta rojizo o bronceado; posteriormente, se tornan de color verde oscuro.

Flores e inflorescencias

Las panículas son muy ramificadas y terminales, de aspecto piramidal, entre 6 a 40 cm de largo, de 3-25 cm de diámetro; las raquias son de color rosado o morado, algunas veces verde-amarillentas, redondeadas y densamente pubescentes o blancas peludas; las brácteas son oblongas-lanceoladas u ovadas-oblongas, intensamente pubescentes, se marchitan y caen pronto y miden de 0,3-0,5 cm de largo.

Las flores del mango presentan flores masculinas y femeninas; los estambres pueden ser de cuatro a cinco, desiguales en su longitud, siendo fértiles solo uno o dos de ellos, el resto está reducido a diminutos estaminoides de color morado o blanco amarillento; los estambres perfectos miden de 0,2-0,3 cm de largo, con las anteras ovoide-oblongas, obtusas y lisas. Las flores estaminadas carecen de ovario rudimentario y sus estambres son centrales, reunidos cercanamente por el disco. El ovario en la flor perfecta es notable, globoso, de color limón o amarillento y de 0,2-0,15 cm de diámetro; el estilo es lateral, curvado hacia arriba, liso y de 0,15-0,2 cm de largo; el estigma es pequeño y terminal. La polinización del mango es esencialmente entomófila, siendo los principales polinizadores, insectos del orden Díptera.

Frutos y semillas

La fruta del mango es climatérica, es decir, sigue madurando una vez cosechado. Con relación a las semillas, estas son de forma ovoide u oblonga y cuando maduran están rodeadas por un endocarpio fibroso; la testa es fina y permeable. Existen dos tipos de semilla: las monoembriónicas, que contienen un embrión cigótico, y las poliembriónicas, que contienen varios embriones. Generalmente, solo uno de estos es cigótico y los otros se generan de la nucela o tejido maternal (García et al. 2009a). Los mangos de tipo "indios" o "hindúes" son monoembriónicos y de ellos se derivan la mayoría de los cultivares comerciales, los mangos poliembriónicos se utilizan la mayoría de las veces como patrones.

Taxonomía y clasificación de la planta

De acuerdo con Avilán et al. (1993), desde el punto de vista taxonómico, *Mangifera indica* pertenece a:

Filo: Angiospermae
Subfilo: Magnoliopsida
Orden: Sapindales
Familia: Anacardiaceae
Género: *Mangifera*

La familia Anacardiaceae está constituida por aproximadamente 73 géneros y 850 especies de amplia distribución a escala mundial; incluye árboles, arbustos

y lianas. Las plantas de esta familia son de valor económico, producen frutos comestibles, gomas, resinas, taninos, tintes y maderas de importancia comercial (León 2003). Es una familia principalmente de especies tropicales, con unas pocas representantes en la región templada.

El género *Mangifera* cuenta con 39 especies, sin embargo, no se han reportado revisiones de género, más que las monografías de Mukherjee (1972). De ahí que la validez de las 39 especies consideradas no ha sido críticamente evaluada (Litz 1997). Aunque existen varias especies del género *Mangifera* cuyos frutos son comestibles como *M. selvatica* y *M. zeylanica*, la *Mangifera indica* es la única que se considera domesticada, debido probablemente a la alta calidad de sus frutos para el consumo (Avilán et al. 1993).

Etapas de crecimiento de un cultivo de mango

Una planta perenne como el mango pasa por diferentes etapas en su ciclo de vida (García et al. 2013). Durante estas fases (figuras 12 y 13), deben ser adoptadas diversas consideraciones para la evaluación del estado nutricional o la conveniencia de suplementar nutrientes.

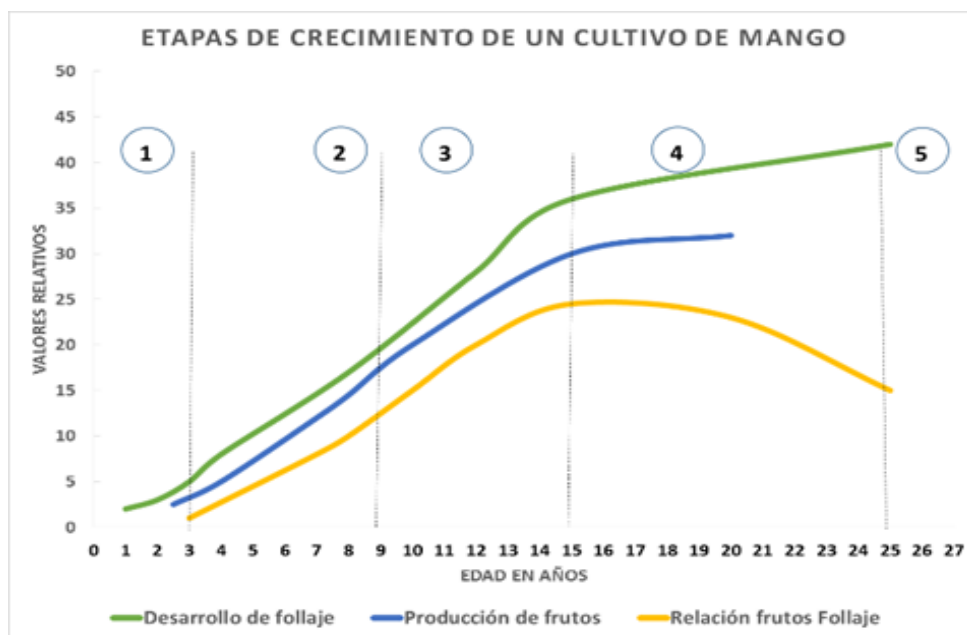


Figura 12. Etapas de crecimiento de un cultivo de mango.

Fuente: García et al. (2013)



Figura 13. Árbol juvenil de mango, luego de pocos meses de podado y árbol de mango en plena producción.

Fuente: Corpoica y Asohofrucol (2013)

Etapa de establecimiento (1): se requiere de condiciones que favorezcan el incremento del área foliar o la formación de ramas. En la actualidad, en huertos tecnificados, la tendencia es a podas intensivas que formen árboles de bajo porte con ramificaciones bajas, gruesas y fuertes que permitan soportar una buena producción. Esta etapa va desde el trasplante hasta el tercer año.

Etapa de crecimiento y producción inicial (2): corresponde a la etapa donde existe una estrecha relación entre el incremento del volumen o follaje de la copa y el número de frutos producidos; el número de frutos aumenta a medida que el árbol presenta mayor madurez fisiológica en su follaje. Sin embargo, no es deseable un excesivo desarrollo del área vegetativa. Por eso se requiere de poda adecuada. Dependiendo del manejo dado o del uso de reductores de crecimiento, este periodo puede durar entre los tres y ocho años. No se debe exceder las recomendaciones de nitrógeno porque limitan la floración. Si se cuenta con sistema de riego se debe suspender el suministro de agua, ya que lleva a una condición de estrés hídrico en las plantas para inducir floración que permite picos de producción en épocas predeterminadas.

Etapa de máxima producción (3): está caracterizado por poco aumento del follaje y una tendencia a mantener los niveles de producción de frutos alcanzados durante la etapa anterior. Se alcanza el balance adecuado entre la copa (follaje) y fructificación (máxima productividad del árbol). Se presenta

entre los 8 y los 15 años. Se debe restringir casi que permanentemente el suministro de nitrógeno para evitar el desarrollo excesivo de la copa y mejorar la respuesta a programas de inducción floral.

Etapas de estabilización de la producción (4): se alcanza la máxima productividad del árbol, sin embargo, si no se hace un adecuado manejo del tamaño y porte del árbol, mediante podas y reductores de crecimiento, los flujos vegetativos predominarán. Este periodo ocurre desde los 15 hasta los 25 años. La duración de este periodo está muy asociada con las condiciones edafoclimáticas del sitio donde esté localizado el huerto y al manejo dado en las etapas anteriores. Si no fue el más adecuado, la eficiencia productiva de la planta decrece progresivamente, ya que los aumentos en el área foliar superarán los incrementos en la producción de frutos, perdiéndose todo el potencial productivo.

Etapas de senescencia (5): los flujos vegetativos por edad de las ramas entran en reposo. Esta etapa se presenta después de los 25 años de edad de la planta. Si las dos primeras etapas no se han manejado adecuadamente, esta etapa puede presentarse alrededor de los 15 a los 20 años.

Los requerimientos de la etapa de establecimiento difieren de las demás; en la primera fase se requiere estimular el crecimiento vegetativo, mientras que en las siguientes se requiere controlar el crecimiento vegetativo para favorecer el reproductivo. Este es el principal problema que tiene el manejo de un perenne en el trópico y la única posibilidad de hacerlo es con poda estructural, controlando la disponibilidad de agua en el suelo y el suministro de nitrógeno.

La obtención de plantas de buena calidad es quizá el principal aspecto considerado por el productor de mango. En el caso del mango criollo, se aprecia una alta variabilidad fenotípica en los materiales, que hacen que estos se comporten de manera muy diferente en diversos ambientes.

Los caracteres deseados para la agroindustria como los grados Brix (sólidos solubles) y rendimiento en planta (peso de la pulpa y semilla), junto al tamaño del fruto presentan rangos muy variables en las poblaciones silvestres. Se aconseja identificar en cada localidad aquellos árboles élite que tengan características sobresalientes de calidad, mediante sencillos análisis fisicoquímicos del fruto.

La Norma Técnica Colombiana NTC 5139 especifica las características para mangos criollos con relación a peso y calibre para mango, los cuales sirven como parámetros para identificar los frutos de los árboles seleccionados como ideales. La tabla 3 indica los criterios para selección de frutos élite.

Tabla 3. Criterios para seleccionar frutos de mango élite criollo

Categoría	Contenido de pulpa (%)	Peso total del fruto (g)	Sólidos solubles °Brix	Rendimiento %
Excelente	Mayor a 59	Mayor a 200	Mayor a 18	Mayor a 85
Muy bueno	Mayor a 59	Mayor a 200	16 a 18	Mayor a 85
Estándar	Mayor a 59	Mayor a 150	14 a 16	Mayor a 75
Aceptable	Mayor a 59	Cualquier tamaño	Mayor a 14	Mayor a 75

Fuente: García et al. (2009a)

Con relación a variedades mejoradas de mangos, la Norma NTC 5210 especifica algunos requerimientos para la selección de árboles élite (tabla 4).

Tabla 4. Criterios para seleccionar frutos de mango élite de variedades mejoradas

Criterio	Tommy	Keitt
Contenido de pulpa %	74,6	76,2
Contenidos mínimos de sólidos solubles (°Brix)*	12,4	8,1
Valores mínimos de pH	3,19	3,16
Acidez titulable	0,51	1,67

*Pulpa anaranjada correspondiente a color 4 en la tabla de color de Icontec y es el mayor estado de madurez

Fuente: Icontec (2003)

Estos atributos de calidad del fruto, además de otros no menos importantes como estructura del árbol, facilidad de floración, resistencia a plagas y enfermedades, son características deseables para un programa de producción de mango para agroindustria.

Una vez seleccionado el árbol madre, este deberá, posteriormente, ser propagado por injertación. En ningún caso se recomienda el uso de propagación por semilla

para plantaciones comerciales. La propagación por semilla solo se realiza para obtener el patrón que será injertado después con la variedad de interés.

Se aconseja adquirir los materiales comerciales de mangos de mesa en viveros certificados que garanticen la pureza final de la variedad. Lo ideal es tener plantaciones muy homogéneas por lo que se debe utilizar material de siembra obtenido por clonación mediante el método de injertación, sobre un patrón que normalmente sea mango hilacha. La propagación por injerto es el único sistema utilizado comercialmente por los encargados de los viveros en todo el departamento.

Capítulo III

Recurso genético y propagación

El recurso genético es el material que contiene la herencia o genes que potencia para mejorar la productividad; en este sentido, Colombia tiene un potencial para la producción del cultivo de mango de diferentes variedades.

Oferta del recurso genético (selección de la variedad)

El mango se cultiva comercialmente en las áreas tropicales, en alturas desde los 0 m hasta los 1.600 msnm (en Colombia, en zonas como Santabárbara, Antioquia). Sin embargo, hay que considerar que por cada 120 m de altitud hay un retraso en la floración de cuatro días; ocurre lo mismo por cada grado de latitud hacia el norte o hacia el sur de Ecuador.

En el mercado nacional se encuentran 16 variedades de mango que se pueden agrupar en dos grandes grupos: las variedades criollas (común, mariquiteño, chancleto, vallenato y de azúcar) y variedades mejoradas, que son originarias de La Florida, comúnmente conocidas como mango de mesa (Tommy Atkins, Keitt, Yulima, Kent, Haden, etc.). Algunas de estas últimas variedades tienen dificultades de adaptación y comportamiento diferencial a la floración y productividad de acuerdo con el ambiente en que se establezcan.

La elección de la variedad es una de las decisiones más importantes al establecer un huerto de mango, si se toma en cuenta el valor de la inversión y el tiempo que tarda recuperarla.

Los aspectos que definen la selección de una variedad son: el mercado nacional o extranjero al cual se destinará la producción, si la fruta se consumirá fresca o será procesada para la obtención de subproductos y la época en la que debe salir al mercado (Gobierno del Estado de Colima 2005; Prieto et al. 2005).

Adicionalmente, se debe considerar que las variedades difieren en su hábito de producción —ya que puede ser regular o alternante—, y el grado de susceptibilidad de la fruta a problemas fitosanitarios y de manejo es diferente. A continuación, se describen las características más importantes de las variedades referenciadas para la zona de estudio.

Variedades mejoradas de mango (variedades de mesa)

Se refiere a los mangos rojos provenientes de los programas de mejoramiento en La Florida (Estados Unidos). Son múltiples las variedades introducidas a nuestro país desde los años setenta, dentro de las cuales, las que mejor desempeño han tenido son Keitt, Tommy y Yulima. La figura 14 ilustra las variedades de mango de mesa recomendados para el valle del Alto Magdalena tolimense.



Tommy Atkins

Yulima

Keitt

Figura 14. Variedades mango de mesa recomendados para el valle del Alto Magdalena tolimense.

Fuente: García et al. (2013)

Es pertinente aclarar que, en la región del valle del Alto Magdalena tolimense, se introdujeron variedades como Kent, Irwin, Palmer y Haden hace dos décadas, razón por la cual existen lotes en producción distribuidos en forma dispersa en la zona, pero la mayoría de ellos está en proceso de renovación de copa, debido a que son frutos poco demandados en el mercado y que no han tenido una adecuada adaptación.

La Organización de la Cadena del Mango recomienda, para esta región, explotar comercialmente variedades como Keitt y Tommy Atkins, principalmente para consumo en fresco, y el hilacha o común para la agroindustria; el mercado demanda principalmente estos frutos, aspecto determinante para ser tenido en cuenta en la planificación de nuevas siembras.

Keitt, también llamado Farchild, es una variedad de porte mediano, altamente productiva, poco alternante, de fruto grande, de forma ovalada, color de la cáscara amarillo verdoso con algo de rojo al sol, de época de recolección tardía, con poca fibra y semilla pequeña, buena calidad de pulpa, con problemas de maduración, algo tolerante a la antracnosis y no presenta problemas de pudrición interna del fruto, ni bacteriosis del tronco.

Tommy Atkins es una variedad de porte alto, fruta de color rojo intenso, pesa hasta 700 g; la semilla es pequeña y representa el 7% del peso total del fruto; tiene cáscara relativamente gruesa, es muy firme, posee pocas fibras y son muy pequeñas y delgadas. Es de buena calidad y regular de sabor, y se considera de alta producción.

Uno de los problemas del Tommy tiene que ver con que está sujeto al rompimiento fisiológico del fruto antes de la madurez, debido a bajos niveles de calcio, alta vulnerabilidad a ataques de hongos, pudrición interna del fruto y nariz blanda, principalmente; es resistente al manejo de la fruta en plantación y poscosecha; algo tolerante a la antracnosis y al ataque de trips, pero susceptible a la pudrición interna de la fruta, como ataque de bacteria en el tronco. Es la variedad con mayor adaptación en la región.

Yulima es una variedad de porte medio; de madera blanda, se discute su procedencia y algunos productores la consideran como una variedad regional. La forma del fruto es alargada y tiene una ligera protuberancia en su ápice, el color del fruto es amarillo y rojo intenso, muy atractivo a la vista. Es medianamente vulnerable al ataque de mosca de la fruta y es susceptible al ataque de hongos como antracnosis y oidium.

De acuerdo con los registros de venta de los viveros regionales es la variedad que presenta mayor crecimiento en el área sembrada en el departamento del Tolima, debido principalmente a que es una variedad precoz que florece con mucha facilidad. Aunque su calidad cosmética (apariencia) es muy aceptable,

para alcanzar una calidad organoléptica aceptable, su punto de cosecha es más cercano a la madurez de consumo, debido a su alto contenido de trementina que ocasiona un sabor ácido.

La tabla 5 resume las características de los mangos mejorados, encontrados en el departamento del Tolima.

Tabla 5. Principales características de las variedades de mango mejorado recomendadas para el Tolima

Variedad	Peso (g)	Color	Fibrosidad	Antracnosis	Cosecha	Producción
Tommy Atkins	550	Rojo y naranja	Alguna	Poca	Media	Muy buena
Keitt	850	Rosado y amarillo	Muy poca	Media	Tardía	Muy buena
Yulima	550	Amarillo y rojo	Alguna	Media	Temprana	Muy buena

Fuente: MADR (2013)

Material genético naturalizado regional (variedades criollas)

Trabajos desarrollados por García et al. (2009b) sobre la caracterización morfoagronómica y molecular de variedades criollas, permitieron identificar la presencia de tres grandes grupos bastantes heterogéneos desde el punto de vista fenotípico entre sí, pero que tienen tendencia a agruparse por características del fruto como tamaño, contenidos de fibra y grado de poliembrionía de la semilla (tabla 6).

Tabla 6. Primera aproximación en caracterización de las variedades criollas de mangos en Colombia, referenciando las encontradas en el departamento del Tolima

Grupos	Variedad	Porte del árbol	Grados Brix	Susceptibilidad del fruto a problemas fitosanitarios	Peso del fruto (g)
Grupo I Variedades poliembriónicas de fruto variable	Azúcar	5 m-15 m	13-25	2 % al 10 %	77-226
	Corazón	<5 m a >15 m	11,9 a 19,3	2 % al 75 %	214,7-463,9
	Pajarito	10 m a 15 m	15,97 - 20,47	2 % al 10 %	114,34-164,51
	Hilacha	Bajo <5 m Medio (5 m-10 m) Alto (10 m-15 m) Muy alto > de 15 m	10,9-22,2	2 % al 75 %	87,5-375,4
	Guevetoro	5 m-15 m	12-16	2 % al 75 %	248-414
	Chanquete	5 m-15 m	16,6-20	2 % al 75 %	161-317
	Mango macho	10 m a 15 m	14,58-15,90	10 % al 25 %	93,13-127,95
	Piña	Medio (5 m a 10 m) Muy alto (>de 15 m)	15,10-18,25	2 % al 10 %	274,81-381,48
Grupo II Variedades de fruto mediano	Manzano	Bajo <5 m Alto (10 m a 15 m)	14,33-18,40	2 % al 75 %	188,29-572,37
	Monrey	10 m a 15 m	18,83	10 % al 25 %	271,60
	Chanquete gigante	10 m a 15 m	13-17	2 % al 75 %	283-672
Grupo III Variedades de fruto grande	Reina	Bajo <5 m Medio (5 m-10 m) Alto (10 m-15 m)	12-21	2 % al 25 %	270-490
	Picuda	10 m a 15 m	15,22-19,12	2 % al 25 %	254,22-516,60
	Filipino	Alto (10 m-15 m) Muy alto > de 15 m	15,33-17,92	2 % al 10 %	210,76-312,26
	Mariquiteño	Alto (10 m-15 m) Muy alto (> de 15 m)	19,50-23,73	2 % al 75 %	122,20-235,26
	Narizón	10 m a 15 m	9,82	2 % al 10 %	561,39

Fuente: García et al. (2009b)

Los resultados del estudio sugieren un primer grupo que se denominó criollo poliembriónico, de fruto de tamaño y forma variables: este grupo es el más representativo de la variabilidad de los mangos criollos. Además, se presentaron mangos de diferentes tamaños, donde predominan frutos de pequeños a medianos (menores de 250 g), con contenidos de altos a medios en fibra; colores de verdes a amarillos, cuando están maduros y alto grado de poliembrionía en la semilla.

Un segundo grupo que se llamó criollo de tamaño mediano se caracterizó por tener la presencia de frutos medianos (300 g), con contenidos variables de fibra menores que en el primer grupo. La semilla exhibió diferentes grados de poliembrionía. La coloración del fruto es variable y aumenta la presencia de mangos con tonalidades rojas.

Un tercer grupo, que se podría catalogar como variedades criollas de fruto grande con algún grado de selección, conserva características muy similares a las variedades de mesa o mejoradas, con frutos grandes mayores de 300 g, con predominancia de colores amarillos con tonalidades rojas y cáscara delgada, y menor contenido de fibra.

Son mangos que se agruparon en torno a las características de los mangos monoembriónicos mejorados como el Tommy Atkins. De esta investigación fue pertinente extraer la información de las variedades presentes en el Tolima, por ser un referente del material genético con el que cuenta la zona (figura 15).

Los recursos genéticos tienen un valor estratégico importante para el país y sus inventarios son una herramienta fundamental para el análisis del estado actual y potencial de ellos y para la toma de decisiones sobre medidas de conservación y renovación. En este ámbito, el Gobierno colombiano facilitó la conformación del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura, el cual figura en cabeza del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) y es manejado por Corpoica por medio de un convenio de cooperación técnica y científica, suscrito con el ICA.

Grupo I - Variedades poliembrionicas de fruto variable



Azúcar



Corazón



Pajarito



Hilacha



Manzano



Monrey



Chancleto gigante

Grupo II - Variedades criollas de fruto mediano



Guevetoro



Chancleto



Mango macho



Piña

Grupo III - Variedades criollas del fruto grande



Reina



Picuda



Filipino



Mariquiteño



Narizón

Figura 15. Descripción fotográfica de frutos de variedades criollas o naturalizadas de mango en Colombia, referenciando las encontradas en el departamento del Tolima.

Fuente: Adaptado de García et al. 2009b

Para el mango, de acuerdo con las tablas 7 y 8, se tienen las siguientes accesiones en bancos de germoplasma.

Tabla 7. Recursos genéticos de mango en Colombia

Especie	Sistema de conservación	Número de accesiones	Material nacional	Material extranjero	Tipo de materias*
Mango	Campo	137	40	97	VA, VC, INTR

*VA: variedades de agricultor; VC: variedades comerciales; INTR: introducciones.

Fuente: Ligarreto (2012)

Tabla 8. Especies y accesiones con algún tipo de evaluación en Corpoica

Especie	Número de accesiones	Eval	CMor	CBQ	EFIS	CMol	CQU	PRE
137	73	0	0	0	0	0	0	0

Eval: Especies y accesiones con evaluación morfológica; CMor: caracterización morfológica; CBQ: caracterización bioquímica; EFIS: evaluación fisiológica; CMol: caracterización molecular; CQU: caracterización química y agroindustrial; PRE: premejoramiento.

Fuente: Ligarreto (2012)

Propagación del material

Es importante aclarar que un mismo material genético se comporta de manera diferente en diversos ambientes, y una misma variedad naturalizada o criolla puede variar sus características de forma, tamaño y sabor dependiendo del ambiente donde se cultive.

Propagación sexual o por semilla

El mango criollo, común, hilaza, hilacha o Magdalena River, por ser de tipo poliembriónico (varios embriones en una misma semilla) se puede propagar por semilla (figura 16). Esta característica se identifica porque cada semilla contiene un embrión sexual producto del cruzamiento o polinización entre el padre y la madre; este embrión generalmente es el de mayor tamaño y no debe ser utilizado.



Foto: Jairo García

Figura 16. Diferentes embriones de una semilla de mango.

Paralelamente al desarrollo del embrión de origen sexual, se forman varios embriones no sexuales provenientes del tejido materno o nucelar. De cada uno de ellos, puede crecer un árbol adulto, pero en el caso de los embriones de origen materno, el árbol resultante es similar al árbol madre.

La propagación del mango por semilla no es recomendable porque se presenta un alto riesgo de sembrar plántulas provenientes del cruzamiento sexual, ocasionando alta variabilidad en las características de la planta resultante. En todos los casos, ya sean embriones sexuales o de tipo materno, la duración del periodo vegetativo antes de llegar a la etapa reproductiva es mucho mayor. Se hace claridad en que los mangos monoembriónicos (un solo embrión por semilla) no deben ser propagados por este método.

La propagación del mango por semilla sexual se utiliza principalmente para la obtención de patrones o portainjertos que posteriormente servirán para ser injertados con yemas provenientes de árboles de mango criollo sobresalientes, seleccionados como élite y que cumplan las características enumeradas o para injertar yemas de mangos mejorados. El mango criollo o común es el más utilizado por su rusticidad y adaptación a diferentes condiciones climáticas y de suelo.

Propagación asexual

Es necesario recurrir a la propagación asexual o vegetativa, empleando para ello estacas, injertos, acodos o cultivo de tejidos *in vitro* con el propósito de obtener árboles de porte más bajo, con características más homogéneas en toda la población, iguales a la planta madre, precoces y de mejor calidad.

Propagación por injerto

Este método es el más recomendado y utilizado mundialmente; consiste en tomar una yema de la variedad o clon seleccionado por su calidad y rendimiento e introducirla sobre una variedad criolla o regional a la que se le denomina patrón o portainjerto (figura 17).



Foto: Carlos Abaunza

Figura 17. Injerto y portainjerto.

Elección del portainjerto

El portainjerto debe tener atributos deseables como resistir a una condición adversa como sequía, salinidad, enfermedad o suelos pesados, entre otras. El propósito es obtener árboles de buena calidad y garantía de homogeneidad varietal, tanto en variedades monoembrionicas como poliembrionicas. Otra ventaja adicional de este método es la reducción de la fase juvenil, que facilita una precoz entrada en producción, comparándose con plántulas provenientes directamente de la semilla.

Se deben considerar aspectos como facilidad en la consecución de la semilla, adaptación, buen desarrollo radicular, fácil injertación, compatibilidad con la variedad a injertar, resistencia o tolerancia a factores bióticos y abióticos limitantes, entre otros.

En general, el uso de patrones es una práctica mundial, pero poco se ha investigado en aspectos importantes para el desarrollo de este cultivo en el trópico, como la inducción de copas más pequeñas con tasas de crecimiento más bajas. Casi la totalidad de las plantaciones comerciales de mango están establecidas sobre patrones poliembriónicos que garantizan su homogeneidad y le dan a la copa mayor vigor y productividad.

En Colombia, la mayoría de los patrones provienen de mangos criollos de tipo poliembriónico, que dan origen a plantas muy vigorosas y de muy buena compatibilidad con las variedades mejoradas comerciales. Los materiales más usados son el conocido como mango hilaza, hilacha o de puerco, el chancleto y recientemente se le atribuye al clon Arauca un papel enanizante (Casierra-Posada y Guzmán 2009).

El mango hilacha posee buenas características como patrón por ser poliembriónico (garantiza pureza genética del patronaje), por poseer un sistema radicular muy desarrollado y por su resistencia a condiciones adversas de drenaje; induce altos rendimientos y buena compatibilidad con las variedades a injertar. La tabla 9 identifica las características deseables de las variedades criollas para ser introducidas en portainjerto.

Tabla 9. Características deseables de las variedades criollas para ser introducidas en portainjerto

Firmeza	Peso total del fruto	Rendimiento en planta	Contenido de sólidos solubles
Frutos que no se maltraten y ablanden fácilmente con la manipulación durante la cosecha, el almacenamiento y el transporte.	Buscar frutos con pesos promedio mayores a 200 g.	Es un parámetro de calidad por parte de la industria, respecto al porcentaje del fruto que queda una vez se elimina la cáscara. Incluye el peso de la pulpa y la semilla y se espera que este porcentaje sea mayor al 75 %. Es decir, deben ser frutos con cáscaras delgadas y semillas pequeñas. Los árboles ideales pueden alcanzar a tener el 75 % en solo pulpa.	El parámetro mínimo es de 14 °Brix pero los mangos seleccionados como élite pueden superar los 18 °Brix.

Fuente: García et al. (2010)

Sin lugar a dudas, se requiere con urgencia abordar la investigación de patrones que induzcan copas menos vigorosas, con crecimiento lento, que faciliten el manejo de las plantaciones en el trópico, donde es evidente el excesivo crecimiento de los árboles debido a la ausencia de periodos prolongados de descanso a causa de la alta temperatura y humedad, que favorecen el crecimiento vegetativo del árbol y como consecuencia la disminución paulatina de la productividad (Casierra-Posada y Guzmán 2009).

Es necesario resaltar que, en el momento de realizar el injerto, el patrón debe estar en crecimiento activo, con buena fertilización y libre de enfermedades. Además, todos los instrumentos que se van a utilizar deben estar completamente desinfectados para evitar la transmisión de enfermedades.

Las plantas están listas para ser injertadas a los seis meses luego de la siembra de la semilla. Es aconsejable realizar el injerto de 25 a 30 cm de altura, aproximadamente, cuando el patrón alcanza un grosor aproximado a 0,8 cm (grosor de un lápiz) y esté en activo crecimiento.

Las yemas se pueden obtener en cualquier época del año, siempre y cuando se encuentren en buen estado sanitario y nutricional, tomando para ello los brotes vegetativos (figura 18). Los viveristas tradicionales identifican una época óptima con relación a las fases de la luna, considerando que las fases de cuarto creciente a luna llena son la mejor época para la toma de la yema.



Foto: Carlos Abaunza

Figura 18. Brote vegetativo en mango.

La labor de trasplante se hace de una a dos semanas después del inicio del período lluvioso, preferiblemente 180 a 200 días después de haber realizado el injerto (Bernal et al. 2009).

Las semillas de mango que se utilizan como patrón pueden sembrarse en cajones de enraizamiento o camas de germinación de 1 m de ancho y 15 a 25 cm de altura directamente en bolsas de almácigo (figura 19).



Foto: Kathleen Baquero

Figura 19. Patrones en vivero de mango sembrados en bolsa de almácigo y corte a los 20 cm del patrón.

Para la siembra directa en bolsas, la semilla se deposita en bolsas de polietileno negro calibre 4, de 30 a 40 cm de profundidad (largo) por 18 a 20 cm de diámetro (boca) perforadas hasta la base.

Tipos de injerto: se puede practicar injerto de yema terminal en púa, injerto de yema terminal en bisel, que es el más utilizado (figura 20); injerto de yema lateral, injerto de enchape lateral; cualquiera de ellos tiene un procedimiento y exige destreza del operario. Para obtener mayor detalle ilustrado, consultar el

boletín divulgativo del centro de investigaciones Nataima Espinal "selección del material de siembra y propagación de mango criollo" (García et al. 2009b). Es importante que técnicos, productores y viveristas conozcan los procedimientos para la producción y distribución de material de propagación para frutales.

Paso 1: Corte en púa o cuña



Paso 2: Unión paralela entre yema y patron



Paso 3: Injerto amarrado y con bolsa para evitar deshidratación.



Fotos: Carlos Abaunza

Figura 20. Proceso de injertación con injerto tipo bisel.

El ICA, expidió la Resolución 03180 (Colombia 2009), y, para su cumplimiento, publicó el *Manual técnico para viveristas en mango* (ICA 2009), en donde se señalan acciones que procuran garantizar la genética y la buena condición fisiológica y fitosanitaria de material de mango.

Propagación *in vitro*

Este sistema consiste en propagar plantas vegetativamente utilizando diferentes partes de ellas (bien sea tejido, órgano o célula) para cultivarlas en un medio nutritivo bajo condiciones controladas de laboratorio, con el fin de obtener gran cantidad de plantas idénticas. La aplicación de la biotecnología tiene un alto potencial para proveer alternativas de solución a problemas que afectan directamente a los productores de mango. Por esto, es prioritario el refinamiento de los sistemas de regeneración *in vitro* para la propagación clonal y la conservación de germoplasma para la transformación genética de los diferentes cultivares de mango de importancia comercial en el mundo (Rivera 1996).

Esta es una práctica de propagación muy avanzada, pero que en nuestro medio es de muy poca o, prácticamente, nula aplicación; se adelanta en condiciones controladas en laboratorios especializados. El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y Corpoica tienen experiencias muy positivas con la participación de pequeños productores en especies como plátano y mora (entre otras) que pueden ser extrapolables a este cultivo en un futuro.

Embriogénesis somática

Dentro de las técnicas de cultivos de tejidos, la embriogénesis somática a partir de tejido nucelar obtenido de embriones de semillas jóvenes, es un método que experimentalmente ha permitido obtener embriogénesis directa, por lo que representa una vía eficiente para la regeneración y la propagación de plántulas de mango, a partir de tejido no embrionario.

Capítulo IV

Condiciones edafoclimáticas para el desarrollo del cultivo

El departamento del Tolima está conformado por tierras bajas y planas de abanico aluvial y tierras de montaña de pendiente variable correspondiente a la vertiente oriental de la cordillera central, en climas desde muy frío a cálido que transmiten heterogeneidad al ambiente.

Suelos

El mango demanda suelos francos o francoarenosos de profundidad moderada que no facilitan el crecimiento excesivo de las raíces y la copa; la idea en una plantación tecnificada es manejar tamaños moderados de la copa. La planta de mango es resistente a inundaciones, sin embargo, estas tienen una influencia negativa sobre su crecimiento y floración, razón por la cual, se hace necesario tener en cuenta la implementación de drenajes en el terreno en el cual se establezca el cultivo, con el fin de evacuar los excesos de agua generados por riego, aguas lluvias, altos niveles freáticos, nivelación inadecuada del terreno, así como cuando se tenga agua o suelos con riesgo de salinidad (Sergent et al. 1993).

En cuanto al pH de los suelos, este debe ser cerca a neutro y la saturación de las bases debe estar cerca de un 80 %. Los suelos muy ricos en materia orgánica pueden ocasionar el excesivo crecimiento del árbol y dificultad para una adecuada floración. No se recomienda sembrar en suelos con pendientes pronunciadas pues complican la realización de las prácticas de manejo y cosecha.

Temperatura

La temperatura apta para el cultivo está entre 20-27 °C. Para la prefloración, el mango prefiere bajas temperaturas menores de 18 °C en la noche y para la floración y cuajamiento entre 18-24 °C. El llenado de fruto entre 20-26 °C y la

maduración en el día 28-32 °C y en la noche 12-20 °C. En general, los cambios bruscos de temperatura del día a la noche favorecen la producción y acumulación de azúcares en la pulpa.

Con relación a la luminosidad, el fotoperiodo no es determinante para la producción del mango, pero interactúa con la temperatura y humedad, por esto la distancia de la plantación es primordial. El mango es muy exigente en radiación solar para floración y fructificación. El mango producido con intensidad lumínica baja tiene cáscara delgada promedio de peso más bajo y un contenido de jugo más bajo. Una buena orientación del cultivo garantiza productividad, maduración y coloración de los frutos.

Precipitación

Los cultivos de mango deben, en lo posible, establecerse en áreas de baja precipitación pluvial menores a 1.500 mm/año, con presencia al menos de un periodo seco bien definido. La precipitación ideal para el mango es de 1.000 mm/año debe estar acompañada de un periodo de sequía de cuatro a seis meses.

Las precipitaciones abundantes favorecen el desarrollo vegetativo del cultivo, pero hay poca fructificación. Con precipitaciones bajas la producción es satisfactoria si se presenta bien distribuida, si ocurre en los periodos de floración y se mantiene después del cuajamiento o amarre de los frutos. Excesivas precipitaciones en épocas de floración ocasionan caída de flores y mayor posibilidad de enfermedades fungosas como antracnosis.

La sequía en cualquier fase del ciclo de crecimiento activo, puede reducir la producción y calidad de los frutos, generando consecuencias como el aborto y frutos pequeños. Por su parte, el exceso de lluvia incrementa la proliferación de enfermedades y dificulta la cosecha. Sin embargo, más que la cantidad, lo importante es la distribución de las lluvias y cuanto más uniforme mejor para el crecimiento y el desarrollo de la especie frutal (Litz 1997).

Humedad relativa

Es un factor limitante para el mango porque favorece el desarrollo de enfermedades como la antracnosis. El mango debe desarrollarse en zonas con humedad relativa baja (40 %-60 %), para disminuir el riesgo de enfermedades causadas por hongos, como es el caso de la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz & Sacc.) y oidio (*Oidium mangifera*) dos de las más frecuentes en los cultivos de mango en el Tolima.

Vientos

Los vientos fuertes y los fríos generan pérdidas en floración y en la fruta próxima a cosechar. Con vientos fuertes de más de 10 km/h deben establecerse barreras naturales de rápido crecimiento. Los vientos calientes con temperaturas altas y baja humedad relativa rompen el equilibrio hídrico de la planta por excesiva evapotranspiración (Corpoica y Asohofrucol 2013).

Capítulo V

Manejo del recurso suelo

El manejo del recurso suelo para el cultivo de mango requiere de prácticas, especialmente a la hora del establecimiento del cultivo, referidas al manejo del drenaje, abonado y mantenimiento de la cobertura en el lote. Así mismo, en la fase de vivero, si bien se utiliza el suelo como un componente que hace parte de los sustratos, toma relevancia su manejo por la necesidad de indagar por materiales que sustituyan su utilización, considerando que, a mediano plazo, el suelo no podrá ser utilizado como parte fundamental en la mezcla de los sustratos en vivero de conformidad a lo expresado por el ICA (Abaunza et al. 2016).

Sustratos en vivero para un cultivo de mango

En la etapa de vivero, la producción del mango tiene un aspecto fundamental como es el adecuado sustrato donde se propagará el material seleccionado. Con relación a los sustratos para siembra de patrones de mango, hay tres aspectos de importancia a tener en cuenta: identificación de características físicas ideales, caracterización de los materiales con que se puede contar en la región y la evaluación de diferentes mezclas que permitan llegar a un sustrato ideal a menor costo posible (Abaunza et al. 2016).

El sustrato es un material sólido natural, de síntesis o residual, orgánico o mineral, que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezclado, permite el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo o no intervenir en su proceso de nutrición mineral (Abad et al 2004).

Fonteno et al. (2000) lo define como todo material o combinación de diferentes componentes que, no siendo tóxico, provea sostén y adecuada capacidad de intercambio catiónico, así como retención de humedad para la planta que en este crecerá, pero con una porosidad que garantice una correcta aireación para un óptimo desarrollo radical. Por otro lado, el componente de sustrato es cualquier material individual, mezclado en proporciones volumétricas con otros componentes, que tiene como fin alcanzar un nivel adecuado de aireación y

retención de agua y nutrientes para el crecimiento de plantas. Los viveristas de la región del Alto Magdalena complementan esta definición con que, a su vez, debe cumplir con el menor costo y peso posible.

Identificación de características físicas ideales. Es evidente que se conocen las características ideales de un sustrato, por lo tanto, las investigaciones deben conducir a identificar y evaluar los materiales que oferta una región e identificar la relación de mezclas que conduzcan a dichas características ideales del sustrato ((Abaunza et al. 2016). La figura 21 identifica sustratos con diferentes relaciones de mezclas utilizadas en la región del valle del Alto Magdalena



Foto: Carlos Abaunza

Figura 21. Sustratos con diferentes relaciones de mezclas.

El sustrato óptimo se define como aquel material de textura gruesa (tamaño de partícula mayor a 0,9 mm) a media, y una distribución de tamaño de poros entre 30 y 300 μm , que es equivalente a una distribución de tamaño de las partículas entre 0,25 y 2,5 mm, que retiene suficiente agua fácilmente disponible y posee un adecuado contenido de aire (Abad et al. 2004).

Se evidencia que las propiedades físicas cobran mayor relevancia con relación a las químicas e igualmente se confirma la importancia que han tomado las propiedades biológicas en los sustratos y varios viveristas mencionan la adición de productos biológicos al sustrato pues comprueban plantas de mejor porte (Abaunza et al 2016).

Características físicas a tener en cuenta en un sustrato. Las propiedades físicas más importantes a tener en cuenta corresponden a espacio poroso, capacidad de aireación, capacidad de retención de agua, densidad aparente y densidad real (Cruz et al 2010)

- Espacio poroso total. Se considera que un espacio poroso total óptimo debe estar por encima de 85 % del volumen del sustrato (Abad 1993). Este puede estar ocupado por aire o agua y debe ser un tanto mayor que en un suelo pues las condiciones para las raíces requieren de mayor oxigenación. Los poros en el sustrato tienen diferentes tamaños y se divide en poros capilares menores a 30 μm y son los que retienen el agua. Los poros mayores a 30 μm se drenan lo que permite la entrada del aire. (Abad et al. 2004). Una caracterización de sustrato ideal debe de contener tamaño de poros, pues, dependiendo de dicho tamaño, el agua puede estar disponible o no.
- Capacidad de aireación. Se define como la proporción del volumen del medio de cultivo que contiene aire después de que dicho medio ha sido saturado con agua y dejado drenar, usualmente a 10 cm de tensión de columna de agua (CA) el nivel óptimo oscila entre el 20 % y el 30 % en volumen (Abad 1993). Se conoce que, dependiendo del cultivo, estos tienen diferentes requerimientos de aireación, sin embargo, la literatura específica con relación a la necesidad de aireación para patrones de mango es muy escasa.
- Capacidad de retención de agua. Esta variable depende de la naturaleza de los materiales empleados en la mezcla del sustrato y del tamaño de la partícula. Partículas menores a 0,5 mm disminuyen la porosidad e incrementa la retención de humedad, por lo que la modificación del tamaño de partícula permite acercarse a las propiedades óptimas del sustrato (Ansorena 1994).

Es importante aclarar que la caracterización de la curva de retención de humedad difiere a la de suelos, pues a los suelos se aplica un intervalo amplio de succión (0 a 1,5 MPa), mientras que a los sustratos se aplica un margen más estrecho (0 a 100 cm de tensión de CA) (Abad 1993).

El agua de reserva es la cantidad de agua (% en volumen) que libera un sustrato al pasar de una tensión de 50 a 100 cm de CA y su nivel óptimo se sitúa entre el 4 % y el 10 % en volumen (Abad 1993).

El agua total disponible es aquella fácilmente disponible más la de reserva. El valor óptimo varía entre el 24 % y el 40 % del volumen del sustrato (Abad 1993). La figura 22 representa el contenido de humedad en un sustrato ideal.

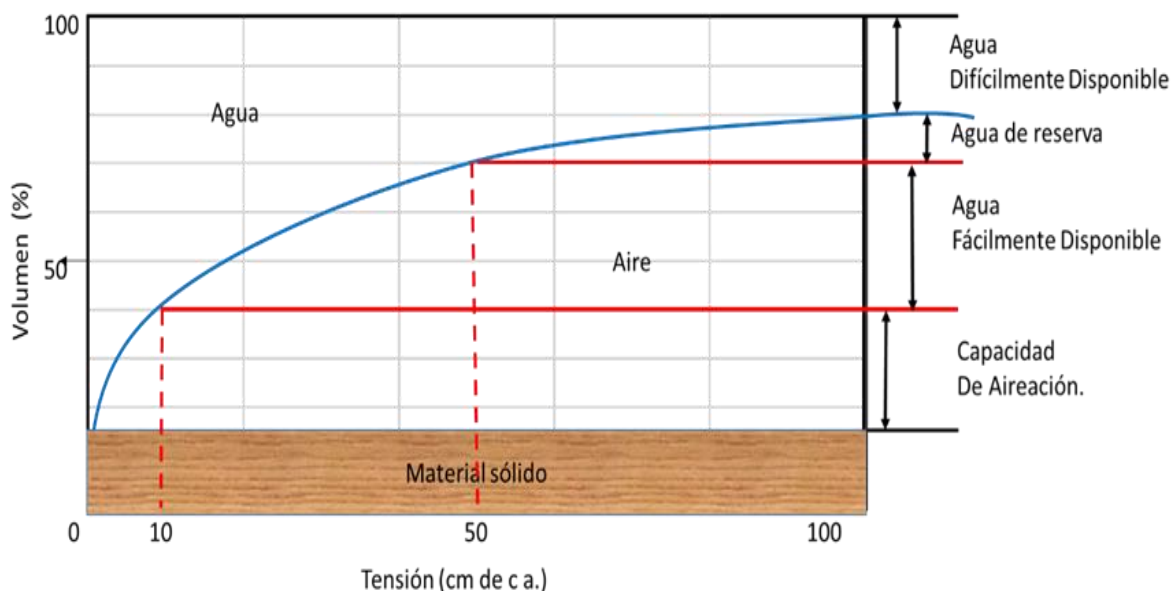


Figura 22. Representación del contenido de agua en un sustrato ideal.

Fuente: Elaboración propia, adaptada de Abad et al. (2004)

Según FAO (2002), se describe un sustrato ideal con los datos consignados en la tabla 10.

Tabla 10. Valores de las propiedades para un sustrato ideal

Parámetro	Unidad	Valor
Densidad aparente	g/m ³	0,22
Densidad real	g/m ³	1,44
Espacio poroso total	%	85
Fase sólida	%	10-15
Capacidad de aireación	%	20-30
Agua fácilmente disponible	%	20-30
Agua de reserva	%	6-10
Capacidad de retención de agua	ml/L sustrato	600-1000
Capacidad de retención de agua	%	55-70

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2002)

- Densidad aparente. Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del medio húmedo, es decir, incluyendo el espacio poroso entre partículas. Es una de las propiedades más importantes de los sustratos, depende del grado de compactación y del tamaño de la partícula.

$\rho = m/v$ donde:

ρ = densidad aparente

m = masa en g

v = volumen en cm^3

El viverista puede identificar esta propiedad al conocer el peso del sustrato y el volumen del recipiente o la bolsa utilizada y, por lo tanto, se puede acercarse al sustrato óptimo, con relación a la densidad y manejar diferentes proporciones de los materiales que use para el sustrato.

- Densidad real. Esta propiedad no depende del grado de compactación ni del tamaño de la partícula. La importancia radica en que es un valor a tener presente al momento de realizar las mezclas y lograr la relación adecuada.

Características biológicas del sustrato. Con relación a las propiedades biológicas, son importantes dado que los sustratos son fácilmente susceptibles de descomposición, inclusive antes de ser utilizados y conviene determinar las características de población microbiana.

La evolución del CO_2 puede indicar la velocidad de descomposición del sustrato y establecer su calidad sustrato con relación a la permanencia de las propiedades físicas del mismo (Villasmil, 2008), por esto es necesario tener en cuenta dos aspectos:

- Velocidad de descomposición. Todo material orgánico tiene degradación biológica, la cual se realiza por intermedio de la población microbiana, transmitiendo al sustrato pérdida de volumen por contracción. De igual forma, transmite deficiencias de oxígeno y de nitrógeno y liberación de sustancias fitotóxicas.
- Efectos de los productos de descomposición. Si bien para los invernaderos, donde las plantas permanecen en el sitio, la descomposición del sustrato es considerado de modo global desfavorable, los productos finales de la descomposición de la lignina (hemicelulosa), es decir, los ácidos húmicos y fúlvicos, constituyen sustancias favorables en una gran variedad de funciones de los vegetales que son afectados positivamente, como también

actúan como transportadoras de los micronutrientes para las plantas [Chen y Stevenson (1986), citado por Abad et al. 2004]

Caracterización de los materiales con que se puede contar en la región.

Los sustratos se encuentran disponibles en toda la región del Alto Magdalena, sin embargo, no es frecuente que cumplan con las mejores condiciones en cuanto a propiedades físicas como densidad aparente, capacidad de retención de humedad y peso, básicamente porque la relación de mezclas se realiza sin un programa que permita que, de manera permanente, se realice la mezcla adecuada (Abaunza et al 2016).

La región del Alto Magdalena usaba mayormente sedimentos de los canales de riego (limos), sin embargo, por los procesos en el arroz había mucha toxicidad que transmitía problemas radiculares. Hoy día, como material Principal se utiliza tierra negra, traída de la sabana de las zonas donde van a urbanizar, llamada tierra de descapote (figura 23a), esta es mezclada con cascarilla de arroz en diferentes relaciones (figuras 23b y 23c). Otro tipo de mezcla utilizado es el limo de río, mezclada con cascarilla de arroz quemada y sin quemar. En menor proporción se utilizan cal agrícola, escorias tomas y otros productos para nivelar los pH del sustrato.

Indagando por otros materiales que se utilizan, se encontraron la gallinaza y el humus de lombriz, pero su utilización es escasa, debido a que implican un proceso más relacionado con el proceso mismo del material o su costo.



Fotos: Carlos Abaunza

Figura 23. Materiales comúnmente utilizados en los viveros del departamento del Tolima. a. Tierra de sabana; b. Sustrato mezclado; c. Cascarilla de arroz.

Evaluación de diferentes mezclas que permitan llegar a un sustrato ideal a menor costo posible. Las mezclas realizadas por los productores varían en las proporciones y materiales a usar. Con base a mezclas realizadas por los viveristas, la tabla 11 resume la densidad aparente manejada en el valle Alto Magdalena (Abaunza et al. 2016).

Tabla 11. Densidad aparente del sustrato a partir de las mezclas usadas por los viveristas del valle Alto Magdalena

Mezclas utilizadas	Relación	Densidad Aparente
Tierra negra, arena fina,	1:1	1,290
Limo de río. cascarilla sin quemar, cascarilla quemada	1:2:1	0,491
Tierra negra, arena fina	2:1	0,689
Tierra negra, cascarilla	1:1	0,897
Tierra negra, cascarilla	2:2.5	0,701
Lodo de río, cascarilla	2:1	1,180

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, es evidente que las mezclas realizadas por los viveristas requieren de un mayor análisis para lograr densidades óptimas, las cuales se pueden lograr utilizando en mayor proporción la cascarilla o los componentes con menor densidad aparente, no sin antes realizar un análisis con relación a la retención de humedad y porosidad.

Preparación del terreno

Una vez seleccionado el sitio, se requiere realizar análisis físicos, químicos y biológicos del suelo antes de establecer el cultivo; esto es esencial para la planificación de un buen huerto, siendo necesario determinar el contenido de materia orgánica, pH, fósforo disponible, calcio, magnesio, potasio, sodio, azufre, conductividad eléctrica del extracto de saturación, boro, cobre, hierro, manganeso y zinc, como mínimo en la primera capa de suelo de 20 cm. Esto es recomendable en las dos primeras capas a 20 y a 40 cm de profundidad según sea la distribución de horizontes en el perfil del suelo. Se deben considerar las siguientes recomendaciones:

- La construcción de una calicata en las unidades de suelo representativas del lote que se va a sembrar para identificar la presencia de capas de arena

gruesa o gravilla dentro del perfil después del piso de arado o de una capa de toba, muy común en los suelos del abanico aluvial de El Espinal y El Guamo. Si la capa endurecida está a menos de 60 cm y hay evidencia de arenas y gravilla después de esta, no se debe subsolar porque daña la capacidad de retención del suelo.

- En lo posible, intervenir únicamente el sitio por planta, practicando el ahoyado. Esto quiere decir que a diferencia de otros cultivos el barbecho se puede mantener y solamente realizar la intervención donde se siembra el árbol, en un radio de 1 m donde se mantiene limpia de arvenses. En caso de que el barbecho sea muy alto, este puede incorporarse al suelo por medio de un arado. El subsolado de suelos no es necesario, teniendo en cuenta que generalmente la capa compactada está en los primeros 35 cm. Bajo ninguna condición se recomienda romper la capa endurecida (toba volcánica) si se detecta la presencia de gravillas y arenas en los horizontes internos del perfil, pues se aumentarían las pérdidas de agua por percolación profunda.
- No practicar el subsolado en suelos compactados; se recomienda el arado con cincel solo cuando otros métodos se puedan implementar o cuando técnicamente sea recomendado.
- Al menos un análisis de suelos se deberá hacer antes de la instalación del cultivo y posteriormente cada dos años.
- Conservar en la carpeta del predio el registro de todos los análisis realizados en el huerto y de las recomendaciones de enmiendas y fertilizantes.
- Reducir al mínimo la intervención mecánica del suelo.

Prácticas y obras para conservar el suelo e infiltrar el agua

Las prácticas más recomendadas en suelos de baja retención o suelos superficiales con poca agua disponible son las siguientes:

Coberturas vivas: siembra de abonos verdes como (*Canavalia ensiformis*, mucuna *Stizolobium* spp., *niveum*, *crotalaria*, *Dolichos lablab*), especialmente, por las calles del cultivo. Se recomienda en terrenos planos o semiplanos, suavemente y fuertemente ondulados. Es aconsejable, preferiblemente, en etapa de establecimiento.

Cobertura muerta: residuos de cosechas (hojarasca) y de malezas.

Prácticas de no quema: dejar los residuos (hojarasca) y de malezas en las calles a libre descomposición. Se puede utilizar hongos antagonistas a base de *Trichoderma* spp. para acelerar la descomposición evitando la quema.

Zanjas para facilitar drenaje: esta obra mecánica se hace necesaria en suelos casi planos, que durante la época de lluvias no permiten evacuar los excesos de agua. La dimensión de cada zanja se determina en campo, después de la evaluación del nivel freático.

Capítulo VI

Sistemas de siembra

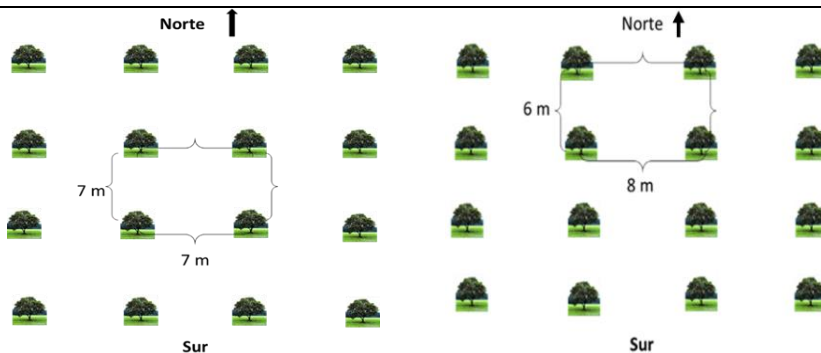
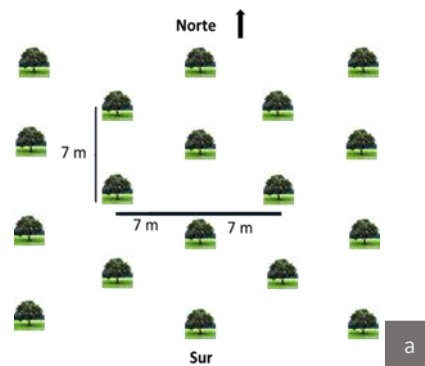
Para plantaciones de mango los sistemas más comunes son: el tresbolillo y el rectangular o en cuadrado. En general, el sistema de siembra más recomendable es el de trazado tresbolillo. Sin embargo, en grandes plantaciones donde se usa maquinaria agrícola, el sistema más adecuado es el trazado rectangular o cuadrado. Con el sistema tresbolillo, en el trazado, las plantas deben ubicarse formando un triángulo equilátero en el campo; en este sistema podemos plantar un 15 % más de árboles. El sistema rectangular o cuadrado puede permitir un mejor uso de la maquinaria y facilitar las labores de cosecha y aspersiones mecanizadas. Dependiendo de la distancia entre plantas, así será la posibilidad del paso de maquinaria y equipo, por ambos sentidos de las siembras.

Todos estos sistemas requieren de cierta planeación que asegure el correcto trazado y, por lo tanto, la correcta ubicación de los puntos de siembra de los árboles. Si la plantación se va a establecer en lugares con pendientes mayores al 4 % pero menores al 25 %, deben plantarse en contorno o siguiendo curvas en contorno. Es conveniente que el productor consulte con el asistente técnico de su región o el especialista en frutales para su correcta aplicación. No hay que olvidar que definir la distancia de siembra adecuada es proyectar la vida útil del cultivo.

Distancias de siembra

Actualmente no existe una distancia ideal estandarizada para la siembra de mango, pues esto depende del tipo de suelo, la variedad empleada, las condiciones climáticas y, principalmente, del manejo que se le va a dar a la plantación. Los árboles de mango se han dejado crecer libremente por lo que las distancias recomendadas hace 20 años eran de 10 a 12 m en cuadro.

En rangos generales, se pueden recomendar distancias que van desde 9 x 9 m hasta 12 x 12 m, haciendo referencia a cultivos de bajo nivel tecnológico, y de 7 a 8 m en sistemas más tecnificados, los cuales requieren podas intensivas para el manejo de árboles de bajo porte (figura 24).



Fotos: José Arboney Guzmán

Figura 24. Distancias y sistemas de siembra para el cultivo de mango. a. Sistema de siembra triangulado; b. Sistema de siembra rectangular.

Fuente: García et al. (2013)

Normalmente, en un suelo fértil y alta humedad se deben mantener distancias más bien amplias y en suelos secos donde la precipitación sea inferior a 1.000 mm por año, donde se requerirá de riego, las distancias pueden ser tan cortas como los 5 m entre plantas. En estas condiciones el crecimiento se controla con el riego.

Otro parámetro a considerar es la variedad; por ejemplo, el mango Tommy presenta altas tasas de crecimiento y mucho vigor en comparación con el mango Yulima el cual crece menos.

Si no se utiliza poda de formación y de mantenimiento, ni reductores de crecimiento, la distancia debe ser entre 9 (en suelos secos bien drenados con texturas arenosas a arenoso-francas) a 10 m en cuadro (en suelos francos a francoarcillosos con buen drenaje). Si se utiliza poda de formación, de mantenimiento y reductores de crecimiento, lo adecuado es usar distancias de siembra más cortas con el fin de aumentar la densidad de siembra y mediante el riego manejar las épocas de cosecha. La investigación apunta hacia distancias más cortas, poda intensiva y enanificación de árboles. Esto implica que a futuro las recomendaciones se soporten en un nuevo paquete tecnológico. Si los lotes son menores de 3 ha se deben manejar preferiblemente distancias en triángulo con el fin de tener un mayor número de árboles por hectárea. La mayoría de las actividades de manejo se realizarán manualmente por lo que no se requieren surcos amplios donde deba introducirse maquinaria como tractores para aplicaciones de insumos o control de malezas mecanizado.

Para lotes donde se van a manejar las plantaciones con maquinaria para control de malezas, aplicación de insumos (asperjadoras o nebulizadoras) y para transporte de canastillas, se recomienda utilizar distancias más amplias entre surcos y menores distancias entre plantas. En todo caso, la dirección del surco debe ser de sur a norte con el fin de que se dé una mejor distribución de la luz. El conocimiento sobre la distribución del sistema de raíces de cualquier cultivo es fundamental para todas las prácticas culturales y agronómicas, especialmente, para la nutrición y la absorción de agua, lo que permite un uso más racional de las prácticas de cultivo, tales como manejo de las malezas, laboreo del suelo y uso de cultivos intercalados. Un huerto de mango a libre crecimiento y en plena producción tiene las siguientes características:

- Horizontalmente entre los 90 y 250 cm del tallo se encuentran el 68 % de las raíces de absorción y el 86 % de las raíces de soporte.
- Verticalmente en los primeros 60 cm del sistema radicular, se encuentra el 65 % de las raíces de absorción y el 56 %, las cuales se distribuyen de manera uniforme en los primeros horizontes. Para plantaciones en establecimiento, las distancias son mucho menores y están para los dos

primeros años verticalmente en los primeros 40 cm y horizontalmente a los 150 cm del tallo.

La aplicación de fertilizante al suelo, al igual que el riego, debe realizarse en la zona de mayor concentración de absorción de raíces. En los tres primeros años se debe manejar una corona libre de malezas entre 50 a 100 cm alrededor del tallo a medida que el árbol va creciendo. En las calles se debe mantener mediante corte mecánico las malezas en porte muy bajo (no es necesario tener el suelo expuesto).

En las plantas adultas, el deshierbe se lleva a cabo en el surco y dependiendo del sistema se puede hacer mecánicamente con desbrozadora o guadaña sin causar daño en los tallos y raíces. En casos de emergencia, en la franja del entresurco se puede utilizar control químico ocasionalmente con herbicida no selectivo y de efecto sistémico como glifosato, según sea la composición de las malezas.

El uso de cultivos intercalados en los huertos de mango es una práctica sustentada en la necesidad de aumentar la producción de alimentos y disminuir los riesgos frente al periodo de establecimiento del huerto en los dos primeros años; debido a su tradición es una práctica muy necesaria y adecuada para las comunidades asentadas en el área de influencia del triángulo del Tolima y para pequeños productores.

Cuando se realiza correctamente puede absorber estos costos o contribuir a mejorar los suelos entre las líneas de siembra. Se practica principalmente en huertos pequeños y son atendidos con mano de obra familiar, buscando maximizar el flujo de capital.

Al seleccionar el cultivo no se debe olvidar que el huerto de mango es el cultivo principal y cualquier asocio o la especie seleccionada no debe ser una competencia para el mango. El cultivo asociado no debe convertirse en una maleza.

La distancia entre surcos determina la especie que se va a intercalar; para preparar el terreno del cultivo intercalado se deben elegir sistemas de cero labranza para evitar remover el suelo, cortar las raíces del mango y no contribuir a erosionar el suelo. Las especies más aconsejables son los cultivos leguminosos

y abonos verdes que mejoran las propiedades físicas y químicas, cultivos productores de biomasa como leguminosas de corte, cultivos que generen protección contra malezas y mayor almacenamiento de agua en el suelo para la etapa de establecimiento.

Cualquiera que sea el cultivo escogido, la distancia con relación a la línea de siembra debe ser como mínimo igual a la altura máxima del cultivo que se va a intercalar con el fin de no competir por luz. Para cultivos de talla inferior, la distancia no debe ser menos de 1 m de la línea de siembra con el fin de no causar daño a las raíces del mango.

La densidad (número de surcos) del cultivo intercalado dependerá de la altura del cultivo y la distancia entre surcos del mango, a medida que la copa del mango se va formando disminuyen el número de surcos. Entre otros, los cultivos más viables son cereales o leguminosas anuales (maíz, frijol), papaya en baja densidad, piña, plátano en baja densidad, sandía, melón o mezclas de ellos. Esta práctica depende de cada productor pues es opcional.

Ahoyado y trasplante

Se hace un hoyo lo suficientemente grande para acomodar el sistema radicular, generalmente entre 0,5 y 0,8 m de diámetro. Una vez acondicionado el terreno, se deben preparar los suelos e incorporar la materia orgánica; de acuerdo con la interpretación del análisis de suelos, se realiza la fertilización de fondo y se procede a sembrar las plantas. En caso de que los resultados sugieran correctivos al suelo, estos se deberán hacer como mínimo un mes antes del trasplante. Por otro lado, se recomienda en lo posible, realizar un control de los focos (nidos) de hormiga arriera antes de la siembra.

En algunos casos, se siembran directamente en el campo "arbolitos" de semilla, para posteriormente injertarlos con la variedad deseada (la posibilidad de perder árboles aumenta); sin embargo, lo más conveniente es sembrar "arbolitos" ya injertados de aproximadamente un año de edad, provenientes del vivero. El método para sembrar los árboles de mango es esencialmente el mismo que se usa para otros frutales. Los árboles sacados de recipientes (bolsa de plástico

negro) se pueden sembrar sin necesidad de defoliarlos o recortarlos, siempre y cuando las raíces no se dañen cuando la planta se remueva de la bolsa.

Antes de colocar los árboles, no se recomienda poner grandes cantidades de abono orgánico suelto sin mezclar o turba debajo de los árboles, ya que estos materiales eventualmente se van a desintegrar, dejando bolsas de aire inconvenientes en la zona de raíces. Las raíces superiores deben ser cubiertas no más allá de lo que estaban en el vivero o en la bolsa.

Se debe compactar el suelo firmemente alrededor de las raíces y aplicar riego para eliminar las bolsas de aire. Se puede poner una cobertura de maleza muerta hojarasca (*mulch*) para mantener el suelo húmedo y fresco. Una vez establecidos los arbolitos y durante la vida del cultivo se debe evitar pastoreo de animales.

En el momento de la siembra se separan los horizontes del suelo (A y B), se coloca un fertilizante (300 g) con alto contenido de fósforo como 10-30-10 y una palada de estiércol seco o de abono orgánico mínimo 1 kg.

- Se mezclan muy bien y se coloca una capa en el fondo, se coloca la planta de manera tal que el cuello del árbol sobresalga unos 5 cm del límite superior del suelo (para evitar que el árbol quede por debajo del límite superior después de trasplantado), antes de trasplantar, quitar la bolsa de plástico que envuelve el bloque de tierra.
- No se recomienda colocar grandes cantidades de abono orgánico suelto sin mezclar o residuos orgánicos debajo del arbolito, porque al descomponerse pueden dejar bolsas de aire en la zona radicular y causar el hundimiento del sitio de siembra.
- Una vez sembrados no se debe superar con tierra el nivel del cuello del tallo del arbolito, con el cual venía de vivero. Se debe apretar muy bien para que en la planta no queden burbujas de aire. Después de sembrados, se debe aplicar un buen riego y colocar una cobertura de maleza muerta con el fin de mantener el suelo húmedo y fresco.

Hoy se utiliza en el momento de sembrar una cantidad aproximada de 5 a 10 g por árbol de hidrorretenedores de agua, también conocidos como hidrogel, aplicados en el fondo del hoyo, los cuales permiten una hidratación al árbol en caso de que falte el agua.

Épocas de siembra

La época recomendada para realizar el trasplante a la plantación final es a inicios de la época lluviosa; si se cuenta con riego se puede hacer en cualquier época del año, en lo posible en un día nubado y fresco. Normalmente se siembran los arbolitos ya injertados de un año de edad que presenten buen desarrollo de follaje. Se hace un hoyo lo suficientemente grande para acomodar el sistema radicular, 40 cm de lado por 50 cm de profundidad; según los recursos económicos, pueden utilizarse mayores dimensiones o el tamaño del material proveniente del vivero.

Capítulo VII

Prácticas culturales

Dos aspectos claves en las prácticas culturales para el mango corresponden al manejo de la poda para seleccionar las ramas principales que iniciarán la copa (figura 25) y posteriormente la conformarán y, por otro lado, al aspecto de manejo del agua.



Foto: Carlos Abaunza

Figura 25. Primera poda en mango.

Podas

Es necesario podar los árboles para lograr su buen mantenimiento, aireación y buena distribución de la luz (Núñez y Pardo 1989). En una plantación adulta de mango, las copas se juntan de tal forma que solo la parte del dosel de los árboles que recibe directamente la radiación solar es productiva. Para esto se debe programar el manejo, teniendo en cuenta el entresaque de árboles, podas de renovación (dejando la misma copa o injertando otra variedad), el aclareo de las copas y la eliminación de los raquis secos, incluyendo la yema floral. Una vez organizado el huerto, se procede a manejar individualmente los árboles en su

copa, realizando aclareos para que entre la luz internamente, mejore la floración, disminuya el ataque de moscas de las frutas, se evite la antracnosis y se obtengan frutos con mejor color (Tafur y Toro 2005).

Investigaciones demuestran que la práctica de podas en el cultivo de mango hilacha, disminuye la cantidad de frutos con mosca de la fruta, lo que significa un mayor número de frutas con calidad, lo que al final, representa un mayor ingreso para los agricultores.

La implementación de podas técnicas en el cultivo de mango del Alto Magdalena puede llegar a generar un impacto positivo en este sistema productivo, teniendo en cuenta que, el mayor porcentaje de área establecida con la especie tiene más de quince años de edad; por lo tanto, son árboles que exigen un manejo que permita alargar su vida productiva y aumento de rendimientos/ha.

La poda tiene como principales objetivos:

- Formar un árbol más productivo.
- Facilitar las labores agrícolas como raleo, fumigaciones y cosecha.
- Obtener un balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo.
- Promover la entrada de luz y aire.
- Reducir las condiciones favorables para la incidencia de plagas.
- Producir frutas de mejor calidad.
- Optimizar la arquitectura del árbol.

Bajo las condiciones de suelo y clima existentes en el municipio de El Espinal, el árbol de mango normalmente tiende a crecer rápido. La poda es quizá el procedimiento más importante para su manejo y se sugiere, de ser posible, el uso racional y adecuado de retardantes de crecimiento con la supervisión de un experto. Un árbol de porte bajo facilita la recolección de frutos, disminuye problemas sanitarios como la mosca de la fruta y antracnosis, y facilita la realización de prácticas culturales y de manejo. Son diversas las técnicas y dependerán mucho del sistema productivo que se desee implementar:

- Utilizar un método de poda para la obtención de plantas compactas, reducir el crecimiento de la planta, que sea compatible con el espaciamiento entre hileras con el fin de facilitar el manejo y la cosecha en el futuro.
- La poda de producción debe implementarse con base en despuntes de brotes maduros, siempre y cuando el tamaño del árbol lo permita.

- La altura de la planta máxima no debe superar el 60 % de la distancia entre líneas, y la copa no debe proyectarse a más del 45 % de la distancia entre surcos, para evitar el entrelazado de las plantas. Los árboles nunca deberán tocar copas entre sí.
- Durante la etapa reproductiva se deben limpiar las ramas para eliminar restos de flores secas o dañadas por enfermedades, las panículas improductivas y los frutos enfermos o malformados y en lo posible las hojas que están muy cerca de los frutos (García y Sandoval 2011).

La poda tiene implicaciones en aspectos sanitarios muy importantes, debido a que en una copa cerrada hay un ambiente favorable para plagas y enfermedades tales como antracnosis, moscas de la fruta, escamas, fumagina o algas. Al disminuir estos problemas, la cantidad de plaguicidas que se tiene que utilizar es menor y al estar más abierta la copa, la eficacia de los productos es mayor (Mora et al. 2002).

La altura final de los árboles de mango debe ser planificada dependiendo del sistema de manejo seleccionado, pero se deberá tener en cuenta que suelos fértiles y profundos favorecerán el desarrollo exuberante de la copa.

Existen diferentes tipos de poda para diversos propósitos, tales como la formación de la planta, el control gradual del tamaño del árbol, la renovación de la copa de árboles viejos y la eliminación de ramas viejas; todo esto con el propósito de permitir una mayor penetración de luz dentro de la copa y estimular la floración.

En una plantación adulta de mango, mayor de diez años, hay que realizar un programa de podas que incluye: podas de renovación (dejando la misma copa o injertando otra variedad), aclareo de las copas, desplumille y eliminación de los raquis secos, incluyendo la yema floral (Bernal et al. 2009).

Poda de establecimiento y estructura inicial del árbol

Una vez se ha trasplantado el árbol de mango, se le deben dar todas las condiciones de humedad del suelo y nutrición para que pueda crecer rápidamente. Se formará un solo tallo principal, el cual crecerá en sentido vertical hasta que se rompa la dominancia apical. Para darle la formación inicial,

en el árbol debe quedar claramente identificado el sitio del injerto. La altura del primer corte definirá la altura con relación al suelo de las ramas principales del futuro árbol, este corte no deberá hacerse por debajo del injerto. La figura 26 ilustra la arquitectura ideal y la no deseable para darle formación inicial al árbol.

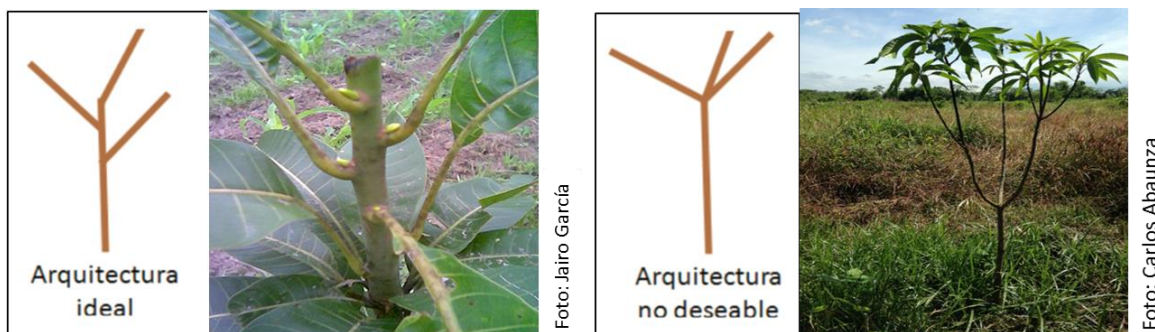


Figura 26. Formación inicial del árbol, el corte debe hacerse por debajo del nudo.

Poda de formación

La poda de formación consiste en la eliminación de brotes indeseados desde la germinación de las plantas y, posteriormente, en el despunte de los árboles en el campo, para el estímulo de ramas laterales y con el propósito de formar adecuadamente su copa (figura 27).



Figura 27. Poda de formación de copa.

Se efectúa en los primeros estadios de la planta para proporcionar una estructura adecuada de las ramas, buscando una inserción equidistante entre estas, para que los racimos y la cosecha se distribuyan mejor, y para evitar el desgarramiento de las ramas por el peso de los frutos (Avilán et al. 2000). El corte del despunte para árboles en formación deberá hacerse por debajo del entrenudo seleccionado.

La altura más apropiada depende de la variedad, el patrón y las condiciones climáticas; en términos generales va a 40 cm altura. Una vez que el injerto tiene alrededor de 80 cm, aún en el vivero, se debe podar para engrosar el tallo e iniciar la ramificación. En los "arbolitos" jóvenes se deben seleccionar tres a cuatro ramas que estén bien distribuidas, separadas 120 grados una de la otra (que no salgan del mismo punto en el tronco), para balancear la copa del árbol. Estas ramas se despuntan a los 50 cm, para que engruesen y, así estimular el desarrollo de ramas secundarias. De estas ramas secundarias se vuelven a seleccionar tres brotes de cada una para tener un total de nueve a doce ramas. Cuando estas ramas han alcanzado unos 80 cm, se vuelven a podar a los 40 o 60 cm.

De estos nuevos brotes, se seleccionan tres por rama, de tal manera que, al cabo de esta poda, el árbol tenga una estructura de 27 ramas. Otras prácticas que se deben ejecutar en esta etapa son la eliminación de chupones, de hijos del patrón, ramas que se entrecruzan, ramas verticales y ramas muy próximas al suelo (Mora et al. 2002).

Poda de producción, poda de mantenimiento y poda sanitaria

Estos tipos de poda conjugan una serie de prácticas que pueden ser usadas individualmente, o en conjunto, y pretende estimular la brotación de los árboles, obtener una producción equilibrada, árboles sanos y, en general, un mantenimiento adecuado que asegure mayor producción y mejor calidad de la fruta (figura 28).

Esta poda se lleva a cabo en plantaciones en producción con miras a renovar el tejido y balancear el árbol entre el crecimiento vegetativo y productivo; ralea ramas y cosechar más fácilmente; podar ramas muy cercanas al suelo; eliminar ramas improductivas, enfermas, secas y eliminar inflorescencias, flores o frutos.

Este sistema incluye la poda sanitaria, que consiste en cortar partes enfermas del árbol con lo que se evita la presencia, propagación y posterior daño del árbol en hojas, frutos, ramas, corteza y raíces. Se debe realizar, en lo posible, inmediatamente después de cada cosecha (Bernal et al. 2009).



Fotos: José Arboney Guzmán

Figura 28. Poda sanitaria, despunte de pedúnculos secos, ramas improductivas.

En ocasiones se hace poda de frutos con el fin de mejorar el tamaño y la apariencia de los frutos restantes, a esto también se le conoce como raleo de frutos. En esta etapa, la cantidad de follaje que se poda no debe pasar del 25 % del total de la copa del árbol, pues se puede provocar que el árbol esté durante un año en fase vegetativa (Mora et al. 2002).

Poda de aclareo de copa

En algunos huertos se presentan árboles con las copas muy densas, lo que resta iluminación dentro del árbol y afecta las ramas bajas. Las ramas que no reciben buena luz son improductivas y dan mangos sin color o con poca coloración, además, se aumenta la pudrición de frutos por ataque de antracnosis y moscas de las frutas. Para evitar esto, es conveniente organizar la copa del árbol quitando las ramas altas centrales que impiden la entrada de la luz a las ramas internas y más bajas, mediante la denominada poda de aclareo de copas.

Esta poda consiste en la remoción de las ramas, en el centro de la copa para permitir una adecuada aireación e iluminación solar (Rao y Khader 1980). Al realizar esta práctica no se debe exagerar la poda. Siempre hay que dejar ramas

productivas que se cortarán en la segunda etapa de aclareo, cuando estén en la etapa de reposo, es decir, en la fase no productiva.

Poda de brotes o desplumille

Posterior a las podas de aclareo y de renovación de copa, se realiza la poda de brotes o yemas latentes que emergen después del corte, denominado *desplumille* y consiste en quitar la brotación sobrante que se da en las ramas que han sido podadas, para evitar que compitan con los renuevos definitivos, que serán los responsables de la futura producción.

Estos brotes pueden ser eliminados con la mano o con tijeras podadoras cuando están tiernos. Esta es una práctica corriente en todos los huertos y consiste en eliminar chupones, ramas y ramillas que proliferan en las ramas centrales que son improductivas, impiden la entrada de luz y producen un ambiente húmedo en la copa. Además, favorecen la presencia de enfermedades por aumento de la humedad relativa en la copa (Reyes 2004). Cuando crecen los brotes se debe eliminar una parte de ellos, para evitar el exceso de follaje y se deben dejar algunos bien ubicados en las ramas.

En un huerto viejo, esta práctica es importante y se debe hacer gradualmente para no afectar severamente la cosecha. Se puede alternar, podando filas completas de árboles o árboles dentro de las filas. En zonas muy secas se debe hacer la poda parcial para evitar exceso de estrés a los árboles que en ocasiones pueden morir. Aunque la poda se puede hacer en forma total, es preferible realizarla por etapas, para que el árbol tenga menos estrés.

Se puede eliminar el 90 % de la copa al dejar una rama guía que garantice el flujo transpiratorio en el árbol y cuando salgan los brotes, se corta la otra parte. Una planta a la que se le ha realizado una poda de renovación entrará en producción después de los tres años de la poda.

Por otro lado, si se pretende cambiar la copa del árbol, se injertan los brotes que emergen luego de la poda de renovación, con yemas procedentes de la nueva variedad que se quiere propagar. El método más común de injertación es el de yema terminal en bisel o en púa. Una vez que hay prendimiento y que los injertos

han crecido, se eliminan tanto los brotes indeseados como los injertos que no prendieron (Bernal et al. 2009).

Poda de rejuvenecimiento y renovación de la copa

Se realiza en árboles viejos demasiado frondosos, en árboles con daños físicos o patológicos que pueden renovarse total o parcialmente. Se puede pensar en cambiar la variedad, mediante la eliminación de la copa y posterior injertación con otra variedad (renovación) (figura 29).



Fotos: José Arboney Guzmán

Figura 29. Poda de rejuvenecimiento y renovación de la copa.

La poda de rejuvenecimiento consiste en cortar la copa del árbol hasta el comienzo de las ramas principales, estimulando crecimientos nuevos que serán seleccionados como futuras ramas productivas.

Poda de los raquis secos

Después de la cosecha, quedan en los extremos de las ramas los raquis secos donde estaban los frutos. Estos materiales deben ser retirados de los árboles porque son fuente de inóculo de patógenos que causan enfermedades y pudriciones. Esta poda consiste en eliminar la yema florífera por encima del nudo para evitar la proliferación de brotes. También se ha observado que estimula y uniformiza la floración en la copa (Reyes 2004).

Riego y drenaje

En Colombia, el mango se produce principalmente en condiciones de secano, sin riego, lo que le confiere una situación de estacionalidad, por lo tanto, los ritmos de producción obedecen a la alternancia natural de periodos de lluvia y verano. Bajo estas condiciones las producciones están alrededor de los 10 t/ha/año, sin embargo, en países como Brasil se ha logrado triplicar estas producciones, con más de 30 t/ha/año en el uso de riego.

El uso de riego hace posible optimizar la tecnología e incluir áreas que antes no eran aptas para este cultivo, asimismo, permite reducir los riesgos del clima y buscar mejores épocas de comercialización de la fruta. Ese es el caso del distrito de riego triángulo del Tolima.

El sistema más utilizado es el de microaspersión, por encima del riego por goteo, pues presenta mayor tamaño de bulbo húmedo y es más rápido, lo que puede disminuir costos de energía. No tiene restricciones topográficas y es más eficiente en zonas con tasas de evapotranspiración muy altas, que obligan al riego con más frecuencia. Adicionalmente, en la actualidad la oferta es muy amplia con relación a tecnologías aplicables a este cultivo, como es la aplicación de insumos y fertilizantes junto con el riego, lo que aumenta su eficiencia.

Estimación de las necesidades de riego

La cantidad de necesidad de riego equivale a la cantidad que se evapora por acción del sol, temperatura y viento, más la transpirada por el cultivo. Por lo tanto, el balance hídrico equivale a sumar el agua que cae en el lote y el agua que se pierde.

Es una información muy valiosa especialmente para el área de influencia del triángulo del Tolima donde hay una época de exceso de humedad del suelo y luego de sequía extrema, durante la cual el suelo pierde el agua rápidamente; de no restituirse en forma oportuna la planta entrará en situación de estrés.

El primer paso para estimar las necesidades de riego implica conocer la evapotranspiración (ET_o), que corresponde a la pérdida de agua del suelo por evaporación y de la planta por transpiración.

Para calcular la ETo existen dos métodos: mediante cálculos matemáticos por un método mundialmente reconocido llamado Penman-Monteith-FAO (FAO s. f.). La figura 30 plantea la evapotranspiración de referencia para el departamento del Tolima por dicho método.

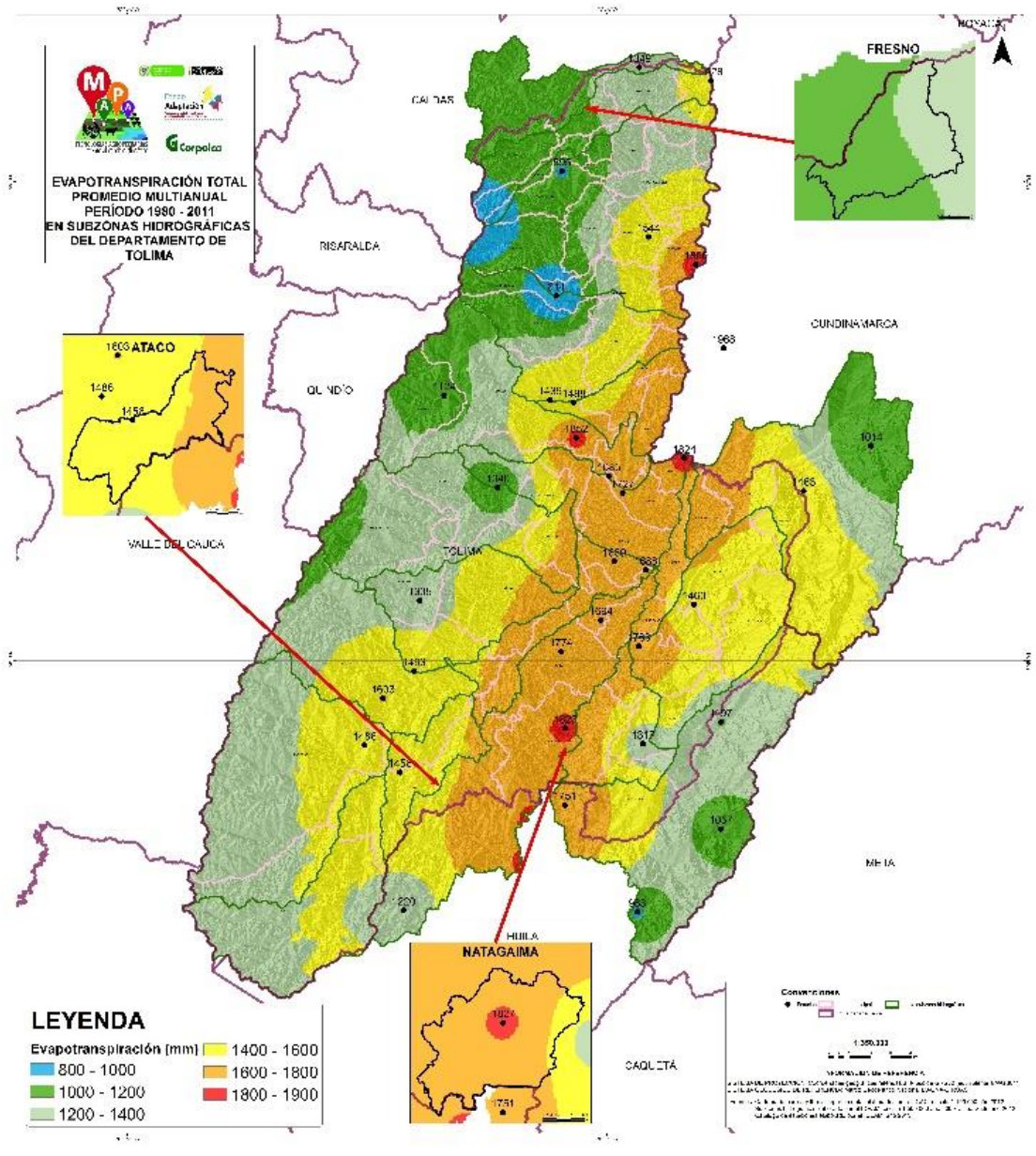


Figura 30. Evapotranspiración del cultivo de referencia ETo (mm/año).

Fuente: Corpoica y Fondo Adaptación (2016)

Los valores de máxima evapotranspiración se registran en gran parte de la zona con aptitud para el cultivo de mango, con valores mayores a 1.600 mm/año; teniendo en cuenta precipitaciones de alrededor de 1.500 a 2.000 mm/año, en las épocas secas se encuentran expuestas a condiciones de deficiencia hídrica. Así mismo, para calcular la ETo, en las fincas, de una forma más simple pero menos precisa, se pueden emplear tanques evaporímetros tipo A, los cuales miden la cantidad de agua evaporada y, posteriormente, mediante un coeficiente Kc (tabla 12), se calcula la evapotranspiración del cultivo (ETc)

Una vez conocido el ETo, por cualquiera de los métodos existentes, se estima la evapotranspiración del cultivo de mango (ETc), es decir, la cantidad de agua que pierde efectivamente el cultivo de mango. Esto se hace mediante un coeficiente de consumo del cultivo o "Kc". Es muy poco el trabajo de investigación en Colombia y lo ideal sería establecer estos coeficientes específicamente para cada tipo de suelo, sin embargo, es válido trabajar con algunos coeficientes ya establecidos para el mango en la región tropical, con valores estimados dependiendo de la edad de la planta: los coeficientes de la tabla 12 corresponden al consumo Kc, según la edad del cultivo.

Tabla 12. Coeficiente de consumo de agua Kc según la edad del cultivo de mango

Edad del cultivo	Kc
Primer año	0,4
Segundo año	0,5
Tercer año	0,6
>cuarto año	0,8

Fuente: García et al. (2013)

El agua que es transpirada por el cultivo se estima de la siguiente manera:

$$ETc = ETo \times Kc$$

Lo anterior es una estimación teórica y en lo posible las estimaciones de la cantidad de agua a aplicar deberán ser recomendadas con las especificaciones de suelos y ambiente de un sitio determinado para que un personal experto o debidamente capacitado calcule la necesidad de agua y pueda realizar un diseño eficaz de riego.

Requerimientos hídricos del mango

Se considera que el mango necesita una precipitación mínima de 700 mm de lluvia al año bien distribuida, aunque se consideran 1.000 mm como las necesidades reales de un cultivo adulto. Normalmente, se permite en época de riego un agotamiento hasta del 40 % del agua útil promedio de los primeros 90 cm de suelo, la cual se mide con tensiómetros a diferentes profundidades o por gravimetría tomando muestras de suelo. Se reportan cantidades de agua requerida para el periodo de establecimiento entre 16 a 20 L por planta.

Con respecto a las necesidades generales de agua por árbol según su edad, se reporta que las plantas pequeñas requieren de 5 a 10 L de agua por riego cada cinco días y que plantas en producción requieren una descarga de 90 L/semana/planta (en riego por microaspersión), y las plantas viejas de 1.100 L/árbol/semana en riego por inundación (Mora et al. 2002).

A escala predial es crucial determinar las necesidades de las plantas según su edad, clima, suelo, el sistema de riego que se va a usar y el lugar de establecimiento de la plantación. El uso consuntivo (Uc) de mango se puede calcular de la siguiente manera, con base en un ejercicio práctico con dato de 1.655 mm/año:

Sistema de microaspersión

$$Uc = ETo * Kc^{**}$$

$$ETo = 4,5 \text{ mm diarios}$$

$$Kc = 0,75$$

$$Uc = 4,5 \times 0,75 = 3,4 \text{ mm}$$

$$\text{Área a mojar: } \pi \times r^2$$

$$\text{Distancia de siembra: } 10 \times 10 \text{ m}$$

$$A = \pi \times 5^2$$

$$A = 78,5 \text{ m}^2$$

$$\text{Cantidad de litros de agua/planta: } 0,0034 \text{ m} \times 78,5 \text{ m}^2 = 0,27 \text{ m}^3/\text{día} = 270 \text{ L/día}$$

En donde:

* ETo: evapotranspiración potencial o evapotranspiración de referencia

** Kc: coeficiente del cultivo

π : 3,1416

r^2 : radio al cuadrado

Si se usan microaspersores con un caudal de 120 L/h se debe mantener el riego durante tres horas. Si se usan goteros de 8 L/h, se pueden usar cuatro y regar durante diez horas. Para determinar el intervalo de riego hay que calcular la lámina.

$L = CC \text{ a PMP} \times d.ap. \times pr \times \% \text{ agotamiento.}$

L = lámina de riego.

CC = capacidad de campo.

En donde:

PMP: punto de marchitez permanente.

D.ap.: densidad aparente del suelo.

Pr: profundidad.

Así como en la fertilización de la planta es necesario tener en cuenta el estado fenológico del cultivo y la fisiología de la planta, el riego puede intervenir modificando diversos aspectos como:

- Estimulando el crecimiento vegetativo.
- Aumentando el cuaje de frutos.
- Reduciendo caída de frutas.
- Aumentando el desarrollo de la fruta.
- Aumentando la producción por área.
- Mejorando la calidad de la fruta.
- Reduciendo el efecto desecante del viento.

Existen algunos aspectos en los que el uso del riego puede considerarse muy promisorio por sus efectos en la planta de mango:

- Modificaciones del ciclo fenológico normal.
- Efectos en la alteración en la época de cosecha.
- Uso del fertirriego.

Durante la planificación que debe hacerse al considerarse la aplicación de riego, deben analizarse aspectos en los que un uso inadecuado puede conllevar a:

- Provocar problemas fitosanitarios.
- Cambios fenológicos no deseados (por ejemplo, puede promoverse un crecimiento vegetativo continuo).

Métodos de riego en el cultivo

Existen varios métodos para aplicar el agua en lotes explotados con mango, cada uno de los cuales tiene características propias, ventajas y limitaciones. Su utilización va a depender de la pendiente del terreno, el tipo de suelo, la disponibilidad del agua, la edad del cultivo, la mano de obra y los recursos económicos existentes. El agua de riego se puede aplicar utilizando métodos por gravedad y tuberías a presión; sin embargo, se sugiere la implementación del sistema de microaspersión, por facilidad para su instalación y mantenimiento. Los métodos utilizados en el cultivo de mango son los siguientes:

- Por gravedad (por surcos): eficiencia del sistema 70 % (no se recomienda).
- Por tuberías a presión: eficiencia del sistema 80 % aspersión convencional (subarbóreo), microaspersión.
- Goteo: eficiencia del sistema 95 %.

Tuberías a presión (riego por aspersión subarbóreo)

La mano de obra en un huerto frutícola es cada vez más un factor limitante, de allí la necesidad de usar métodos de riego que tiendan a disminuirla progresivamente, conservando siempre las inversiones en un límite aceptable. Se puede decir que para cultivos rentables (mango de exportación) que se deben regar en forma permanente, la tendencia es hacia el empleo de instalaciones de riego en forma fija, con la alternativa de utilizar aspersores de presión moderada, montados sobre trípodes y acoplados a mangueras plásticas flexibles que permitan un manejo eficiente y económico del riego en la finca.

El uso del riego por aspersor subarbóreo consiste en un equipo de bombeo, mangueras plásticas para transportar y distribuir el agua y aspersor para aplicar el riego sobre el suelo.

En relación con la forma como funciona este método en campo, se indica que el agua enviada por un sistema de bombeo va a ser distribuida inicialmente por una tubería plástica de diámetros variables (50 a 125 mm); acoplada a esta última se encuentra una tubería de menor diámetro variable (16 a 32 mm) y sobre esta tubería se inserta un aspersor de presión media variable (25 a 60 lb/in²).

Este aspersor es soldado a un trípode, el cual le sirve como soporte y medio para ser trasladado dentro del huerto. El traslado o movimiento va a depender del tiempo o duración del riego en cada punto donde se instale.

Tubería a presión (microaspersión)

El riego por microaspersión es un método que se basa en la aplicación de agua en el suelo a bajas presiones, el cual consiste en utilizar tuberías de plástico, de diámetros variables entre (50 a 125 mm) para el caso de los ramales principales y de (16 a 40 mm) para los ramales secundarios (figura 31). Los ramales secundarios son colocados en el sentido de las hileras de las plantas, unidos a los ramales primarios en sentido perpendicular a la dirección de estos.

La aplicación del agua a cada árbol se efectúa a través de microaspersores insertados a la tubería secundaria. La cantidad de agua requerida por el mango en cada riego va a depender de las condiciones climáticas y del suelo del lugar donde se va a explotar.



Fotos: Iván Gutiérrez

Figura 31. Sistema de riego por microaspersores en mango. a. Línea secundaria; b. Línea principal; c. Microaspersor.

Tubería a presión (goteo)

El riego por goteo, igualmente conocido bajo el nombre de *riego gota a gota*, es un método de irrigación utilizado en las zonas secas pues reduce al mínimo la utilización de agua y abonos. El agua se introduce lentamente hacia las raíces de las plantas ya sea mojando la superficie del suelo o irrigando directamente la zona de influencia de las raíces por un sistema de cintas plásticas con orificio (figura 32).



Fotos: Iván Gutiérrez

Figura 32. Sistema de riego en mango por goteo.

Características

- Utilización de pequeños caudales a baja presión.
- Aplicación de agua en la proximidad de las plantas a través de un número variable de puntos de emisión.
- Reducción del volumen de suelo mojado y, su capacidad de almacenamiento, por lo que se opera con una alta frecuencia de aplicación, a dosis pequeñas.

Ventajas

El riego por goteo es un medio eficaz y pertinente de aportar agua a la planta, ya sea en cultivos en línea o en plantas (árboles) aisladas (vergeles). Este sistema de riego presenta diversas ventajas desde los puntos de vista agronómicos, técnicos y económicos, derivados de un uso más eficiente del agua y de la mano de obra. Además, permite utilizar caudales pequeños de agua. La figura 33 visualiza un esquema para un sistema de riego por goteo.

Sus principales ventajas son:

- Una importante reducción de la evaporación del suelo, lo que trae una reducción significativa de las necesidades de agua. No se puede hablar de una reducción en lo referente a transpiración del cultivo, ya que la cantidad de agua transpirada (eficiencia de transpiración) es una característica fisiológica de la especie.
- Posibilidad de automatizar el sistema de riego, con los consiguientes ahorros en mano de obra. El control de las dosis de aplicación es más fácil y completo.

- Se puede utilizar aguas más salinas que en riego convencional, debido al mantenimiento de la humedad relativamente alta en la zona radical (bulbo húmedo).
- Una adaptación más fácil en terrenos rocosos o con fuertes pendientes.
- Reduce la proliferación de malas hierbas en las zonas no regadas.
- Permite el aporte controlado de nutrientes con el agua de riego sin pérdidas por lixiviación con posibilidad de modificarlos en cualquier momento del cultivo (fertirriego).
- Permite el uso de aguas residuales ya que evita que se dispersen gotas con posibles patógenos en el aire.

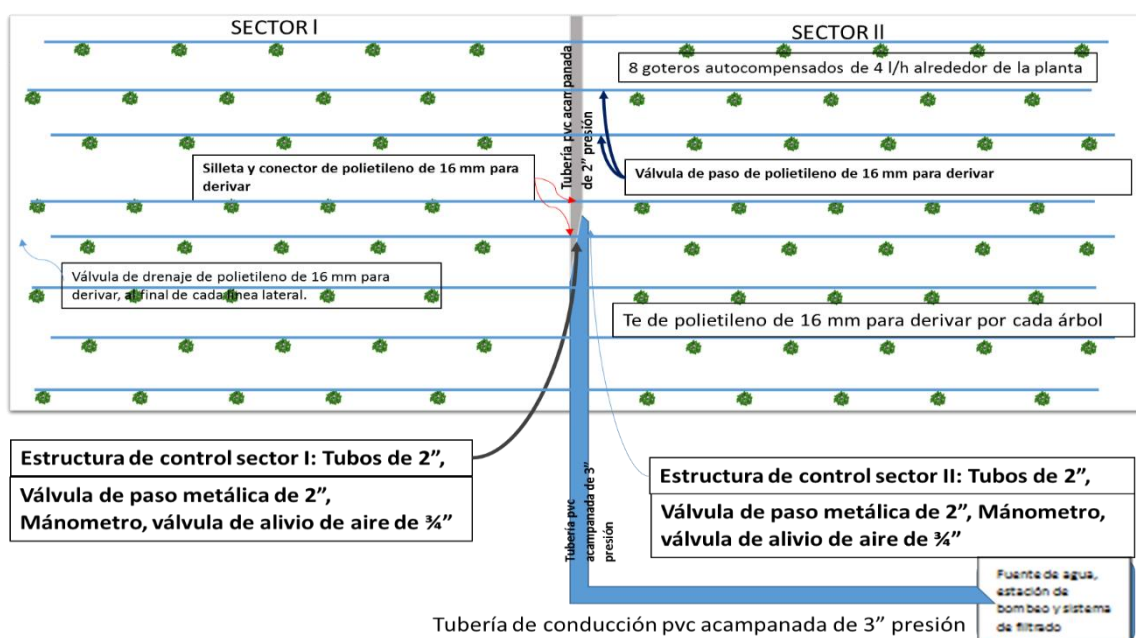


Figura 33. Ejemplo de sistema de riego por goteo en mango.

Fuente: Adaptado de Támara (2016)

En general, para árboles pequeños se pueden suministrar entre 20 y 30 L de agua en intervalos de seis a ocho días. Para los árboles que entran en producción, se deben suspender los riegos dos meses antes de la floración y continuarlos desde el cuajamiento del fruto hasta poco antes de la madurez fisiológica.

Monitoreo de humedad del suelo

La recomendación de 20 a 30 L/árbol se fundamenta en el poder evaporativo de la atmósfera (ET_o) un parámetro netamente ambiental dependiendo de una

condición de humedad adecuada en el suelo, la cual se restituye a medida que se pierde, por lo tanto, en una condición de déficit de agua disponible en el suelo el modelo ya no aplica.

Por lo anterior, es muy importante medir y monitorear el contenido de humedad del suelo durante la época seca, el uso de cualquier sistema de riego debe garantizar que recupere sus contenidos.

Con el fin de facilitar el manejo eficiente del riego se deben considerar tres parámetros fundamentales que describen la capacidad de almacenamiento del agua en el suelo donde se encuentre el cultivo. Como se ve en las tablas 13 y 14, según sea el tipo de suelo asimismo es la capacidad para mantener humedad disponible y aprovechable por la planta. A partir de esto, los suelos arcillosos, oscuros y planos cerca de las vegas de los ríos son los que mantienen más humedad en comparación con los suelos de terrazas altas y colinas que son suelos de colores más claros, más livianos (menos arcillas), con más contenido de arenas y gravas, en estos suelos se almacena menos agua y deberán ser regados con más frecuencia si se quiere cultivar mango.

Si hay un tensiómetro, previamente calibrado, pueden tenerse en cuenta las siguientes características para aplicar o no riego.

Tabla 13. Capacidad de retención de humedad según la textura del suelo

Textura del suelo	Capacidad de campo*	Punto de marchitez**	Humedad disponible***
Arenoso	9 %	2 %	7 %
Arenoso-franco	14 %	4 %	10 %
Francoarenoso-limoso	23 %	9 %	14 %
Franco arenoso+materia orgánica	29 %	10 %	19 %
Franco	34 %	12 %	22 %
Franco-arcilloso	30 %	16 %	14 %
Arcilloso	38 %	34 %	14 %
Arcilloso con buena estructura	50 %	30 %	20 %

Fuente: García y Sandoval (2011)

Tabla 14. Tensión en centibares del suelo como indicativo para iniciar riego

Tensión centibares	Características de humedad del suelo
0-10	Suelo saturado
10-30	Suelo con suficiente humedad. Excepto los suelos de arena gruesa que empiezan a secarse
30-60	Margen normal para iniciar el riego excepto en los suelos muy arcillosos
60-80	Margen normal para iniciar el riego en los suelos muy arcillosos
>80	El suelo está seco peligrosamente

Fuente: García y Sandoval (2011)

Drenaje

El drenaje es uno de los factores más importantes para el cultivo del mango, puesto que un drenaje deficiente provoca trastornos en floración y amarre de frutos, además de problemas fitosanitarios, por lo tanto, el nivel freático debe estar por debajo de los 2 o 3 m de profundidad.

Los suelos no deben estar sujetos a fuentes de humedad como recarga de ríos, quebradas o cultivos cercanos bajo inundación, como el arroz. Suelos con texturas medias con contenidos medios de arena, pueden ser los más indicados, siempre y cuando presenten bajas condiciones de salinidad. Se deben evitar las áreas sujetas a inundaciones y mal drenados de tipo aluvial, a menos que se disponga de una buena infraestructura para drenaje. Suelos bien drenados, sin limitantes a la profundidad efectiva como capas endurecidas, horizontes internos de gravas o arenas y niveles freáticos altos.

Según la forma como se evacúe el agua, se le da una denominación al tipo de drenaje, pudiendo ser (Valverde 2007):

- a. Natural: cuando el terreno tiene la capacidad de eliminar por sí mismo.
- b. Superficial: usado para solucionar los problemas de encharcamiento y que por medio de este se evacúan los excesos de agua libre en el suelo. En este caso, los canales son poco profundos. Pueden ser usados diferentes tipos de canales o la agrupación de estos (Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz s. f.):
 - Canales primarios: recogen y evacúan de forma rápida que procede de los canales secundarios o terciarios.

- Canales secundarios: dependiendo de la topografía y nivel freático del terreno se determina su profundidad y diseño.
 - Canales terciarios: mantienen el nivel freático a una profundidad adecuada para el sistema radicular, evitando encharcamientos.
 - Canales cuaternarios: evacúan el agua superficial evitando los encharcamientos.
- c. Subterráneo o subsuperficial: elimina el agua en exceso que satura el suelo, controlando la profundidad del nivel freático, por medio de drenes de alivio o intercepción.

De acuerdo con el tipo de construcción (Valverde 2007) se clasifican en:

- Abiertos: canales con taludes de 0,5 a 1 m y de 2 a 2,5 m de profundidad.
- Subterráneos: son canales cerrados, su implementación es de alto costo pues requieren materiales y estructuras específicas.
- Topo: son canales subterráneos sin revestimiento.

Fertilización

Un programa de fertilización del cultivo de mango se debe basar en los resultados que se obtienen del análisis del suelo y del potencial productivo de la planta. Asimismo, una buena fertilización debe combinar tanto la parte química como la biológica.

Recomendaciones con enfoque hacia la implementación de buenas prácticas agrícolas (BPA)

El plan de fertilización debe obedecer a las diferentes etapas fenológicas y desarrollo de los árboles. En la fase de presiembrar, si el encalado es necesario, se debe hacer directamente en el sitio de siembra al menos 90 días antes de hacer la plantación. También es importante usar fertilizantes aprobados y registrados, libres de sustancias tóxicas, principalmente de metales pesados.

Se deben realizar análisis de suelo para verificar los niveles de fertilidad; registrar la historia de cultivo en relación con el encalado y fertilización; establecer el programa de fertilización basado en la recomendación técnica y los resultados de los análisis de suelo (los mejores resultados se obtienen si se realizan como mínimo dos análisis foliares); definir las cantidades de fertilizantes con base al

análisis de suelo y a la extracción de nutrientes por el cultivo; evaluar las pérdidas de nutrientes debido a la lixiviación¹ en suelos arenosos, y dividir las aplicaciones de potasio y nitrógeno para minimizar las pérdidas por lixiviación.

Siempre que sea factible, se debe sustituir la fertilización química con nitrógeno por una alternativa orgánica; también aplicar fertilizantes en la zona correspondiente a la proyección del dosel o la copa del árbol.

Corrección de suelos en presembrado

La corrección de suelos para la siembra del mango se debe efectuar teniendo el análisis de suelos del lote de establecimiento; generalmente, el resultado de análisis de suelos viene acompañado de las recomendaciones para el cultivo. Asimismo, los requerimientos de los suelos para la siembra de un cultivo de mango se pueden comparar con el análisis realizado y determinar las necesidades de aplicación para el cultivo.

Fertilización en etapa de formación

La fertilización durante los primeros dos años está dirigida a la rápida formación de la copa del árbol, con el fin de disminuir el periodo de entrada en producción (tabla 15). A partir de los análisis se pueden calificar los contenidos naturales en alta, mediana o baja disponibilidad.

Tabla 15. Fertilización en etapa de formación

Edad en meses	Nitrógeno N (kg/ha)	Fósforo P ₂ O ₅ (g/planta)			Potasio K ₂ O g/planta		
	Bajo	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
0 a 12	150				40	60	80
13 a 24	210	80	120	160	80	100	120
25 a 30	150*				40	60	80

* Se deben revisar los niveles de nitrógeno foliar si se va a practicar inducción foliar.

Fuente: García y Sandoval (2013)

El nitrógeno es importante en la etapa de establecimiento y disminuye en etapas de producción. Las cantidades de nitrógeno y potasio deben aplicarse en lo posible cada dos meses, lo ideal es cada mes. Es mejor si se dispone de fertirrigación. La

¹ Es un proceso en el que un disolvente líquido pasa a través de un sólido pulverizado para que se produzca la disolución de uno o más de los componentes solubles del sólido.

fuentes de nitrógeno dependerá del pH, puede ser sulfato de amonio si los niveles de azufre iniciales son bajos, de lo contrario fuentes rápidas de asimilación (amoniacaes), siempre con buenas condiciones de humedad. El fósforo se aplica a partir del segundo año, siempre con buena humedad del suelo.

Fertilización en producción

Manejar técnicamente la fertilización en huertos mayores de cinco años, donde se tienen árboles cercanos a la máxima producción es diferente a las etapas iniciales de formación.

Se debe tener particular cuidado con los altos niveles de nitrógeno de los árboles en edad productiva, verificar su contenido antes de hacer fertilizaciones nitrogenadas y, preferiblemente, utilizar fuentes biológicas y no químicas. El exceso de nitrógeno en el mango propicia el crecimiento del árbol, dificulta la floración de manera importante y hace más susceptible el cultivo al ataque de enfermedades. En suelos fértiles las aplicaciones edáficas de nitrógeno prácticamente deben desaparecer (García y Sandoval 2011).

El nitrógeno debe ser regulado y monitoreado continuamente con análisis de tejido foliar para evitar excesos que afecten la floración. En la actualidad, se considera prácticamente como indeseable, a no ser que los suelos sean muy pobres en ese nutriente.

Aunque en la tabla 16 se dan algunas recomendaciones de acuerdo con los niveles naturales en el tejido foliar, el manejo adecuado de la cantidad de fertilizante necesario se fundamenta en la productividad esperada y esta puede variar si se hace inducción de floración (García y Sandoval 2011).

Tabla 16. Fertilización en etapa de producción

Toneladas esperadas	Nitrógeno (N)			Fósforo (P ₂ O ₅)			Potasio (K ₂ O)		
	(kg/ha)								
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Menor a 10	20	10	—	30	20	10	30	20	10
10 y 15	30	20	—	40	30	20	50	30	20
15 y 20	40	30	—	60	40	30	60	40	30
Mayor a 20	50	40	—	80	60	40	80	50	40

Fuente: García y Sandoval (2011)

El fósforo se debe aplicar preferiblemente en dosis única antes de la floración, máximo en dos, si se aplica en fuentes compuestas (NPK), entonces se deberá fraccionar junto con el nitrógeno y potasio (García y Sandoval 2011). Con fuentes simples, las dosis de nitrógeno y potasio se deben aplicar incorporadas al suelo, en tres fracciones, siempre con buena disponibilidad de agua en el suelo. La entrega de la dosis total de fertilizantes en la fase de producción depende mucho de los programas de riego; una sugerencia puede ser la siguiente:

- Nitrógeno: 50 % después de la cosecha, 30 % después de la floración y 20 % 50 días después de la fructificación.
- Fósforo: 60 % después de la cosecha y el 40 % antes de floración.
- Potasio: 25 % después de cosecha, 20 % antes de la inducción floral, 30 % en inicio de cuajado y 15 % 50 días después de formado el fruto.

Fertilización orgánica

La fertilización orgánica, cuando se realiza correctamente, reduce el uso de productos químicos, mejora la calidad de la fruta, reduce los problemas de contaminación del medio ambiente y del suelo. Sin embargo, la técnica utilizada deberá disminuir los riesgos por contaminación biológica. Es posible utilizar materiales orgánicos fermentados y de origen conocido. El estiércol de ganado se debe utilizar como fertilizante solo después de un periodo de maduración de 90 a 120 días. Minimizar la fertilización orgánica cerca de la cosecha. Las pilas de estiércol y los montones de compost se deben colocar lejos de cursos de agua y depósitos de agua, asimismo, no se debe exceder la aplicación de este tipo de fertilizante.

El efecto principal del fertilizante orgánico es mejorar las propiedades físicas y biológicas, del sitio de siembra. La liberación de nutrientes es bastante lenta para considerarla como remplazo de la fertilización química, ya que depende de la mineralización de la materia orgánica. Aplicaciones posteriores de fuentes orgánicas enriquecidas deberán tener en cuenta el balance de nutrimentos aplicados, para no desbalancear los contenidos y especialmente el nitrógeno. No se recomienda excederse en la aplicación de fuentes nitrogenadas en los huertos en producción.

Análisis del suelo

En el caso del mango, el análisis del suelo no es tan útil en la elaboración de un programa eficiente de fertilización como el análisis foliar, pero puede ayudar especialmente si los análisis se realizan para un huerto en particular, por un periodo de varios años, en conjunto con el análisis foliar, para mostrar las tendencias. Los análisis para elementos que fácilmente se lixivian, como el nitrógeno y el potasio, son de poco valor porque una relación entre los niveles de estos elementos en el suelo, la condición del árbol y los rendimientos son difíciles de establecer.

Se deben tomar muestras individuales de las mismas áreas como en el muestreo foliar, el cual debe ser uniforme con respecto a la condición del árbol, tipo de suelo y programa de fertilización.

Cada muestra debe consistir de submuestras (contenido de un barreno por árbol), se deben tomar de 15 a 20 submuestras a la misma profundidad, en la línea de la gotera de cada árbol. Al igual que para el análisis foliar, deben ser tomadas de tal manera que sean representativas del bloque o plantación. La muestra individual se debe limitar a 1, de cada 4 ha.

También se debe realizar un muestreo de acuerdo con un programa regular, pero nunca inmediatamente después de una aplicación de fertilizante. El mejor momento es después de que ha llovido bastante o después del riego, para que se hayan diluido las sales solubles del suelo, además de que facilita su extracción. Cada muestra debe ser secada al aire, tamizada, bien mezclada y almacenada para evitar la contaminación previa al análisis.

La muestra deberá tomarse antes de la instalación del huerto y, posteriormente, para controlar las recomendaciones de fertilizantes en la fase de producción. Seis meses antes de la siembra se divide el huerto según características visuales del suelo (color, textura, pendiente), la vegetación y cualquiera otra que permita deducir que el suelo puede ser diferente. En cada tipo de suelo seleccionado se deben tomar muestras a profundidades de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm.

A partir del cuarto o quinto año, la planta entra en producción comercial, la totalidad del fertilizante aplicado se puede fraccionar: la primera aplicación,

durante el periodo de floración; la segunda, de cinco a ocho semanas después y, la tercera, al terminar la cosecha, pudiendo incrementar entre un 25 % y 50 % la dosis anual de N cuando se han obtenido cosechas elevadas.

Se considera que 200 kg de fruta extraen 200, 40, 400, 40, 38 y 30 g de N, P, K, Ca, Mg y S respectivamente, sin tener en cuenta las necesidades del árbol para la formación de nuevas ramas, hojas y raíces.

En huertos en producción, las submuestras se deben recoger al azar en la proyección de la copa del árbol evitando zonas recién fertilizadas, en la franja comprendida entre los 0,90 y los 2,5 m del tallo (figura 34).

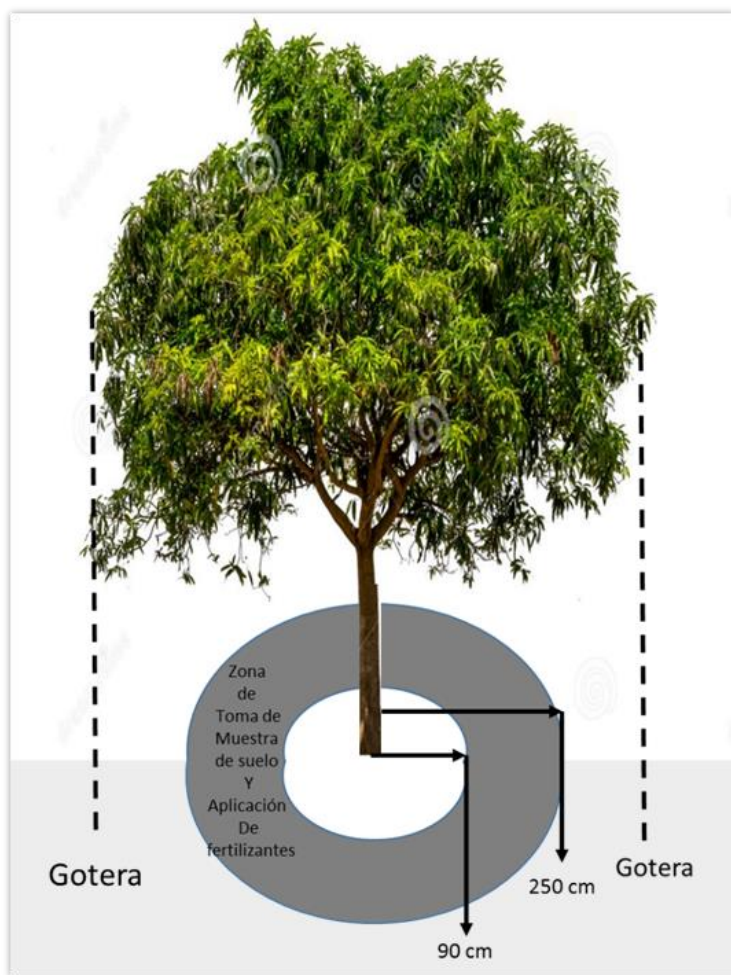


Figura 34. Zona para toma de muestras de suelos.

Fuente: Adaptado de García y Sandoval (2011)

Análisis foliar

El análisis químico de las hojas permite la evaluación del estado nutricional de la planta, es decir, identifica el nivel potencial de productividad. La composición de las hojas se ve afectada por muchos factores externos e internos, por lo que se debe tener claro el momento en que se toma la muestra (época, tipo de hoja, y la posición en el árbol). Como la toma de muestras foliares para análisis nutricional no es usual, es preciso tener en cuenta:

- Mantener la misma agrupación de suelos utilizada en el análisis de suelos.
- Recoger solo las hojas enteras y sanas, evitando hojas atacadas por plagas y enfermedades.
- Las hojas deben ser recogidos en la altura media del árbol, en los cuatro puntos cardinales en ramas normales y de reciente maduración.
- Recoger las hojas en la parte media del penúltimo flujo en ramas que tenga entre tres y cuatro meses de edad.
- Tomar cuatro hojas por árbol en 20 plantas seleccionadas al azar, si se utilizan nitratos para romper latencia de yemas preferiblemente antes del periodo de floración, si no se utilizan a más tardar durante el inicio de la floración.
- Después de colectadas, deben envolverse en bolsas de papel, marcar muy bien y enviarlas lo más rápido posible a un laboratorio. Si esto no es posible, deberán almacenarse en un ambiente bien protegido de la humedad y a temperatura ambiente.

Época de fertilización

La época de mayor absorción de los nutrimentos es cuando se deben hacer las aplicaciones de fertilizante al suelo y foliar, para suministrar al árbol reservas para la floración, fructificación e inicio del crecimiento vegetativo. Esto coincide en nuestras condiciones, sin riego, con el inicio de la época lluviosa (mayo); época en la cual debe aplicarse el 100 % del nitrógeno. Bajo condiciones de riego, se puede fraccionar el nitrógeno, aplicando un 50 % al inicio de las lluvias y el otro 50 % después de la floración. Los productores relacionan la mayor absorción de nutrientes con la fase lunar de cuarto creciente, sin embargo, en la práctica no se visualiza que sincronicen la fertilización con dicha fase.

Teniendo en cuenta que para el valle del alto Magdalena la cosecha grande ocurre entre mayo y junio, se debe evitar el uso de nitrógeno en el segundo

semestre del año, para no estimular el crecimiento vegetativo en momentos en que la planta se debe preparar para la diferenciación floral.

Ubicación de los fertilizantes

Cuando el árbol está en fase de establecimiento, el fertilizante debe ubicarse en una franja de suelo alrededor del árbol que va desde la mitad de la copa hasta cerca de la zona de goteo (figura 35) (se puede aplicar hasta unos 50 cm más afuera de ella). Dentro de esa zona, se puede aplicar al voleo, en banda, o según las condiciones particulares de la explotación (topografía, distancias de siembra, etc.).

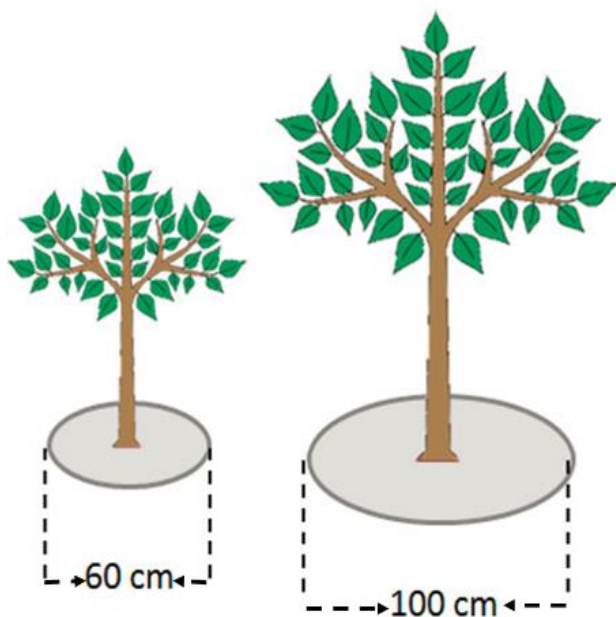


Figura 35. Ubicación de fertilizantes.

Fuente: García y Sandoval (2011)

Fuentes de fertilizantes

Existen fuentes simples de los principales elementos, en el caso de nitrógeno están: el nitrato de amonio, el nitrato de sodio, el nitrato de potasio, el nitrato de calcio, el sulfato de amonio, la urea y el superfosfato amoniacal. El fósforo se puede conseguir en los superfosfatos (simple, doble o triple). El potasio se puede obtener principalmente como sulfato de potasio o cloruro de potasio. La forma más común es la aplicación de fórmulas compuestas. En todos los casos se debe hacer la relación entre el contenido de elemento de la fuente y los requerimientos.

Actualmente, se fabrican por las diferentes casas comerciales fertilizantes a las que se les agregan elementos menores o secundarios como magnesio, boro, zinc y azufre, que pueden ser de mucha utilidad, dependiendo de las necesidades particulares de cada zona o finca. Para confeccionar un adecuado programa de fertilización, debe contarse con el auxilio de análisis de la fertilidad del suelo, así como un análisis foliar, que deben ser realizados e interpretados por personal capacitado.

Los elementos menores como boro (B), cobre (Cu), zinc (Zn), manganeso (Mn) y hierro (Fe) pueden ser suministrados, además de las formulaciones al suelo, en una o más aplicaciones foliares por año según las necesidades, para obtener resultados satisfactorios. Algunas fuentes de estos elementos son: sulfatos de magnesio, óxido de zinc, ácido bórico y nitrato de calcio, que puede ayudar a prevenir el daño interno de la fruta en la variedad Tommy Atkins.

Manejo del pH del suelo

Es aconsejable mantener el pH del suelo entre seis y siete en minerales ácidos, aplicando cal dolomita (dolomítica) o carbonato de calcio con alto contenido. Se puede aplicar de 1,5 a 2,5 t de carbonato por ha y por cada grado de acidez que se quiera corregir, dependiendo de las características del suelo y las prácticas de fertilización anteriores. Puede tomar varios años alcanzar el nivel ideal de pH si no ha aplicado carbonato de calcio con anterioridad, o si el suelo es muy ácido (Mora et al. 2002).

La eficiencia de la mayoría de los elementos aumenta con un adecuado control de pH. Aún más, la incidencia de nariz blanda (*soft nose*), el cual es una descomposición fisiológica en la pulpa de la fruta mientras se encuentra en el árbol; se puede reducir manteniendo un alto nivel de calcio en árboles en suelos ácidos. Es más difícil controlar el pH en suelos básicos u orgánicos. Los suelos orgánicos, aunque a veces son muy ácidos, generalmente, contienen buena cantidad de calcio para los procesos nutrimentales. En aquellos suelos bajos en calcio o en donde a pesar de haber bastante calcio, este no está disponible, se recomienda la aplicación de carbonato de calcio para suplir las necesidades del cultivo.

Niveles foliares apropiados de nutrientes para mango

En la tabla 17 se presentan los rangos generales de elementos minerales en las hojas de mango como base para establecer los requerimientos de fertilización.

Tabla 17. Contenido de elementos en hojas de mango

Elemento	Símbolo	Rango
Nitrógeno	N	1,0 a 1,2 %
Fósforo	P	0,1 a 0,25 %
Potasio	K	0,3 a 1,2 %
Calcio	Ca	2,0 a 3,5* /3 a 5,0 % **
Magnesio	Mg	0,2 a 0,5 %
Sodio	Na	Menor a 0,2 %
Cloro	Cl	Menor a 0,2 %
Azufre	S	0,15 a 0,35 ppm
Manganeso	Mn	50 a 250 ppm
Boro	B	25 a 100 ppm
Cobre	Cu	10 a 50 ppm
Hierro	Fe	50 a 200 ppm
Zinc	Zn	20 a 50 ppm

* Suelos ácidos ** Suelos básicos

Fuente: Mora et al. (2002)

Para que los análisis foliares sean de utilidad, se deben hacer muestreos sistematizados durante varios años en árboles bajo un determinado programa de fertilización. Las muestras deben contener de 30 a 60 hojas del crecimiento nuevo y deben tomarse cuando tengan de cuatro a siete meses de edad, preferiblemente a mitad del brote, evitando la yema terminal. El número de hojas debe ser de 60 por cada 4 ha. Un solo muestreo se debe confinar a un área de árboles de apariencia uniforme de la misma variedad en el mismo tipo de suelo y bajo el mismo programa de fertilización. El muestreo se debe distribuir por toda la periferia de los árboles, tomando una hoja por árbol a una altura que oscila de 1 a 2,5 m.

Es mejor distribuir el muestreo uniformemente entre los árboles, en un patrón definido que incluya árboles representativos del bloque entero. Las muestras de hojas se deben entregar al laboratorio tan pronto como sean recolectadas, trasladadas en bolsas de papel, especialmente, si van a requerir lavado antes

del análisis, ya que pueden venir impregnadas de polvo, residuos de plaguicidas, excrementos de aves o materia extraña (entre menos contaminadas son más adecuadas).

Es inútil analizar el zinc, cobre, manganeso o hierro en hojas a las que recientemente se les han aplicado estos elementos, pues es imposible remover todos los residuos, por lo que se obtendrán lecturas erróneas (Mora et al. 2002).

Con relación a los micronutrientes se suministran frecuentemente en aspersiones foliares. En caso de presentarse déficits importantes en los estudios de suelos, pueden ser corregidos mediante aplicaciones de fertilizantes completos al suelo. En cualquiera de los casos, se requiere tener pleno conocimiento de los contenidos en el suelo.

Inducción floral

Se asume que en la región tropical el estrés hídrico (ausencia de lluvia por largas temporadas) es el agente ambiental que predispone a los brotes del árbol para la inducción de floración y al llegar el momento de las lluvias se asegure una buena fructificación.

Si no hay un balance entre la temperatura del ambiente y la humedad del suelo, se pueden presentar trastornos en la floración. Para obtener buenas producciones es necesario balancear o equilibrar el proceso vegetativo a reproductivo para manipular la inducción floral a partir del conocimiento claro de su fenología, pero en nuestro país no se ha llegado a un consenso en la práctica, en cuanto al método, producto, dosificación y época de aplicación para inducir y concentrar la floración en las diferentes variedades de mango, pues es evidente el desconocimiento de las diversas etapas fenológicas de los cultivares (García y Sandoval 2011).

Con el fin de ampliar el conocimiento de la biología reproductiva del mango en las condiciones ambientales del trópico, se evaluó, en la región del valle del Alto Magdalena (Colombia), en los cultivares de mango Hilacha y Tommy Atkins el

desarrollo fenológico, caracterización morfológica, antesis², descripción del grano de polen y visitantes florales. Los resultados muestran que los cultivares no difieren en los cambios fenológicos que presentan durante el desarrollo de la yema hasta la formación del fruto, sin embargo, se observaron diferencias en el número de días requeridos para la formación del fruto (hilacha: $55,9 \pm 2,7$ días, Tommy Atkins: $78,6 \pm 3,3$ días).

Además, se encontraron discrepancias en la caracterización morfológica tanto en la forma, ancho y largo de la panícula, densidad de pelos de la panícula y el grado de ramificación de la inflorescencia. El evento de antesis, se presentó con más incidencia entre las 17:00 h y las 7:00 h, indicando una mayor ocurrencia en condiciones de oscuridad y de menor temperatura (en la noche y en las primeras horas de la mañana). En cuanto a los en la fenología reproductiva del mango hilacha y Tommy Atkins, en la región del valle del Alto Magdalena se identifican tres estadios (figura 36).

Por otra parte, el promedio del tamaño del grano de polen fue de $31 \pm 0,2 \mu\text{m}$ para los dos cultivares; la viabilidad de los granos fue del 85,5 % para la variedad hilacha y del 83,4 % para Tommy Atkins. En promedio, se registraron 1.313 ± 100 granos por antera para hilacha y 1.002 ± 94 para Tommy Atkins. Entre los visitantes florales se encontraron seis órdenes taxonómicos: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Himenoptera y Lepidoptera y la clase Arachnida (Corredor y García 2011).

En la implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) para el mango se debe evitar en lo posible el uso de reguladores de crecimiento para la inducción de la floración, sin embargo, debido a las condiciones climáticas en la zona productora de El Espinal y en general del trópico, se está haciendo necesaria su aplicación (García y Sandoval 2011).

El uso de productos químicos para manipular la floración, retardar el crecimiento, madurar el fruto en el árbol, madurar las ramas y romper la latencia de brotes debe hacerse bajo supervisión técnica y la observancia estricta de las recomendaciones

² Periodo de florecencia o floración de las plantas con flores.

del fabricante para el uso de los productos, para no provocar aplicaciones que podrían comprometer la producción futura del árbol.



Figura 36. Cambios en la fenología reproductiva del mango hilacha y Tommy Atkins, en la región del valle del Alto Magdalena. Desarrollo de la yema. a. Estado 1; b. Estado 2; c. Estado 3; d. Estado 4. Desarrollo del órgano floral. e. Estado 1; f. Estado 2; g. Estado 3; h. Estado 4. Desarrollo del fruto. i. Estado 1; j. Estado 2; k. Estado 3; l. Estado 4.

Fuente: Corredor y García (2011)

Uso de retardantes de crecimiento

El producto químico más utilizado en el mango es el paclobutrazol (PBZ), el cual es un inhibidor importante de la síntesis de giberilinas, la hormona vegetal más importante en el crecimiento de los tejidos vegetales. Su uso deberá hacerse bajo supervisión técnica siguiendo las indicaciones del fabricante para evitar sobre aplicación.

Uso de madurantes de brotes

Esta técnica se utiliza para adelantar la floración al acelerar el proceso de maduración de los brotes y debe hacerse con supervisión técnica.

- El principal producto a utilizar es Ethephon, que se puede aplicar vía foliar y se sugiere en horas de la tarde o por la noche.
- La dosis máxima de Ethephon no debe superar los 400 ppm y normalmente se obtienen buenos resultados con 200 ppm.
- Usar Ethephon hasta 75 días después de la aplicación de PBZ cuando los brotes están desarrollados de color verde (no muy oscuro) y las hojas tengan consistencia intermedia; esta época coincide con el inicio del periodo de reposo por efecto del verano sin que las plantas estén estresadas.

Rompimiento de la latencia de yemas

Los periodos de reposo por verano, o el uso de madurantes, provocan la parálisis del crecimiento de los brotes. Para romper la latencia de los brotes y reiniciar su crecimiento, los productos a base de nitratos en aspersiones foliares son los más utilizados. Para romper la latencia del brote, la dosis máxima de nitrato de potasio y de calcio no debe ser superior al 4%; si la aplicación es alternada se puede utilizar nitrato de calcio al 2%. Se pueden hacer tres a cuatro aplicaciones semanales cuando el brote esté maduro (hoja crujiente) en pleno periodo de reposo.

Manejo de arvenses

Las malezas se deben controlar todo el año en árboles jóvenes para reducir la competencia por nutrientes, minerales y humedad. El control de malezas es importante en la época seca y minimiza el riesgo de incendios. Es deseable la constitución de un tapete de arvenses nobles alrededor del árbol (hoja ancha y gramínea de baja cobertura y dominancia, al llevar el control mecánico periódico para mantener en promedio 15 cm de altura), en contravía a lo sugerido, por el

denominado plateo que estaría inhibiendo la actividad de microorganismos cercanos a la raíz y aumenta el riesgo de daños. En cuanto a las calles del cultivo, se debe implementar un programa trimestral de control de especies agresivas. En plantaciones de gran escala se aplica la aspersión de glifosato en dosis cercanas al litro de producto comercial ha/año.

Canizales et al. (2010) realizaron un estudio con el objetivo de identificar la biodiversidad de especies arvenses presentes en las pasturas del valle del Alto Magdalena y reconocer los principales usos. Los resultados encontrados indican que, de las arvenses, el 18,8 % son de interés apícola; el 17,1 % tienen algún uso medicinal y el 10,3 % son conservadoras de suelo. Trabajos similares hechos por Sierra y Arcila (2002) identificaron las siguientes especies como nobles protectoras de suelo:

Borreria laevis (Botoncillo), *Rubiaceae*.
Commelina elegans (Conejita), *Commelinaceae*.
Desmodium cajanifolium (Pega pega), *Fabaceae*.
Drymaria cordata (Oreja de ratón), *Caryophyllaceae*.
Hyptis atrorubens (Botoncillo), *Lamiaceae*.
Polygala verticillata (Violeta Britton), *Polygalaceae*.
Hydrocotyle bonariensis (Sombbrero de sapo), *Araliaceae*.
Euphorbia hirta (Hierba de sapo), *Euphorbiaceae*.
Portulaca oleracea (Verdolaga, atarraya), *Portulacaceae*.
Phyllanthus niruri (Viernes santo), *Phyllanthaceae*.

Si bien la caracterización se hizo en pasturas aledañas a sectores de cultivos frutales, es pertinente asumir que estas especies se presentan en lotes de mango y favorecen la microfauna, dinamizan la actividad biológica, conservan la humedad en el suelo y, con sus raíces, mejoran la aireación. Por estas razones, es conveniente realizar un control mecánico de arvenses, cortando a unos 15 cm del piso y permitiendo que las nobles hagan cobertura viva. Esta práctica representa beneficios especialmente en la época seca; sin embargo, en suelos con mayor capacidad de retención de humedad no se recomienda ya que se permite estresar la planta durante el periodo de verano, puesto que los suelos con esta condición favorecen el crecimiento excesivo del árbol sobre la floración.

El control de malezas tiene como objetivo reducir la competencia por la luz (en plantas jóvenes), agua, nutrientes y disminuir el número de potenciales plantas hospederas de plagas y enfermedades que puedan atacar al árbol de mango, con el fin de garantizar un rápido crecimiento y así disminuir el periodo de entrada en producción.

En los tres primeros años se debe manejar una corona libre de malezas entre 50 a 100 cm alrededor del tallo a medida que el árbol va creciendo. En las calles se debe mantener, mediante corte mecánico, las malezas en porte muy bajo (no es necesario mantener el suelo expuesto).

En las plantas adultas, el deshierbe se lleva a cabo en el surco y dependiendo del sistema se puede hacer mecánicamente con desbrozadora o guadaña sin causar daño a los tallos y raíces. En casos de emergencia, en la franja del entresurco se puede utilizar control químico ocasionalmente con herbicida no selectivo y de efecto sistémico como glifosato, según sea la composición de las malezas.

Capítulo VIII

Manejo integrado de plagas y enfermedades

Las principales plagas y enfermedades de importancia económica para el cultivo del mango están presentadas en la tabla 18.

Tabla 18. Principales plagas y enfermedades de importancia económica para el cultivo del mango

Plaga o enfermedad	Época o condición que beneficia	Fenología	Control y monitoreo
Antracnosis	Condiciones de alta temperatura y humedad relativa	Inicio de floración	Sustancias protectantes (de bajo costo) y después curativas (de alto costo)
			Producción en la época seca mediante la inducción floral
			Podas de sanidad y apertura de copa y la eliminación de inflorescencia secas
			Usar fungicidas
Mildiu polvoso <i>Oidium mangiferae</i>	Humedad relativa elevada y se presentan noches frías	Floración y desarrollo de los frutos	Aplicación de fungicidas a base de azufre (5-6 g pc/1) cada diez a quince días durante la época seca. La aplicación se debe suspender quince días antes de la cosecha
Mosca de las frutas	Copas se entrecruzan formando un microambiente húmedo y sombrío. Fruta caída no recogida.	Fructificación	Producir en épocas secas, siguiendo un programa de manipulación de la floración y de inducción floral
			Recolectar toda la fruta caída, que usualmente está infestada, enterrarla con una capa de 50 cm de tierra y aplicar un insecticida encima
			Cosechar apenas esté fisiológicamente madura en el árbol. Entre más tiempo permanezca en el árbol más probabilidades tiene de ser atacada
			Trampas hechas con botellas plásticas cada 30 m con atrayente y un insecticida
			Liberaciones frecuentes de las avispidas parasitoides <i>Biosteres longicaudatus</i> Ashm., <i>Aceratoneuromya</i> sp. y <i>Pachycrepoideus vindemmiae</i>

Fuente: Elaboración propia

Las podas fitosanitarias, de formación y de renovación, forman parte integral de un sistema de manejo holístico del cultivo, ya que reducen la incidencia de enfermedades, permiten el ingreso de aire y de luz en el follaje y, a la vez, que permite la implantación de variedades mejoradas en fases avanzadas del cultivo. La tabla 19 identifica los agentes de control fitosanitario para mango.

Tabla 19. Agentes de control fitosanitario para mango

Agente	Detección	Manejo químico	Manejo cultural	Manejo biológico
Mosca de la fruta	Lectura semanal de cinco trampas McPhaill/ha	Aspersiones con 80 cc de Malathion al 57% y 240 cc de proteína como atrayente	Recolección periódica de frutos caídos	<i>Doryctobracon oophilus</i> <i>Aceratoneuromya indica</i>
Escamas	Monitoreo semanal de colonias en ramas, envés hojas y frutos	Insecticida sistémico en <i>drench</i>	Poda y destrucción de ramas y hojas infestadas	Mariquitas, crisopas y pequeñas avispas como parasitoides
Hormiga arriera	Seguimiento semanal de la actividad del hormiguero	Clorpirifos, pirimifos, fenitrotion, fipronil	Eliminación mecánica de las cámaras del hormiguero	<i>Beauveria bassiana</i> , <i>Metarhizium anisopliae</i>
Trips	Monitoreo en hojas tiernas	Insecticida sistémico en <i>drench</i>		<i>Thripobius semiluteus</i>
Áfidos	Agrupaciones en brotes jóvenes y bajo las hojas tiernas	Aceite insecticida en nuevos brotes foliares		
Ácaros	Hojas bien formadas y eventualmente frutos		2,5 cc Elosal 720 EC/L	
Antracnosis	Hojas, flores, ramas, frutos	Benomil u oxicloruro de Cu	Poda y entresaque	
Oidio	Tejido micelial blanquecino	Fungicidas a base de azufre		

Fuente: Bernal et al. (2009)

Enfermedades

Con relación a las enfermedades las principales son de origen fúngico y causan destrucción del follaje del mango y graves daños en el fruto.

Antracnosis

La antracnosis es la enfermedad fungosa más importante y es limitante sobre la producción, debido a que ocasiona pérdida de frutos, durante la cosecha y poscosecha (almacenamiento y transporte) (figura 37). El agente causal de la antracnosis en mangos de variedades criollas colombianas es *Colletotrichum gloeosporioides*.



Fotos: Gloria Castillo

Figura 37. Sintomatología de la antracnosis en frutos.

Este hongo se vuelve muy agresivo en condiciones de alta temperatura y humedad relativa. Normalmente, se encuentra en las hojas y se activa cuando llegan las épocas de lluvia al inicio de la floración. Afecta el fruto en formación hasta etapas avanzadas de desarrollo, pero son particularmente vulnerables los frutos en los primeros estadios de formación (García et al. 2013). La antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) induce pérdidas de hasta 40% en la mayoría de zonas productoras de mango en Colombia (Osorio et al. 2012), cuya principal causa ha sido atribuida a la presencia de infecciones latentes en hojas y frutos en la poscosecha (Arauz 2000).

En los cultivos de mango, la enfermedad ataca preferencialmente inflorescencias y frutos en proceso de maduración en el árbol y, en poscosecha, en ocasiones pueden ocurrir ataques a hojas jóvenes. En los frutos después de su madurez fisiológica, así como en la poscosecha, la antracnosis se caracteriza por la presencia de lesiones negras o cafés en la superficie del fruto (Arauz 2000).

Actualmente, el manejo de la enfermedad se fundamenta en la aspersión programada de fungicidas durante la etapa de producción, iniciando en floración cuando las panículas tienen varios centímetros de largo, pero antes de la apertura floral, hasta que los frutos estén pintones; de esta forma se hacen entre ocho y doce aspersiones. El manejo de la antracnosis requiere que se integren una serie de medidas preventivas y terapéuticas con miras a reducir o reprimir la enfermedad. Para iniciar medidas complementarias que ayuden a reducir los costos de controles químicos, se resalta la remoción del inóculo (recoger residuos de podas, frutos y quemarlos), uso de cultivares resistentes o tolerantes en campo, distancias de siembra adecuadas, podas sanitarias y de aclareo, y, más recientemente, deshojes y raleo de frutos.

El mercado cuenta con productos químicos para controlar la enfermedad, sin embargo, para este modelo, se propone que los productores antes de recibir una formulación por un ingeniero agrónomo, reciban capacitación sobre el uso y manejo seguro de agroquímicos para promover y aplicar las BPA en los sistemas productivos de mango.

La poda con mayor apertura de luz y aireación de la copa también favorece mucho la disminución de esta enfermedad en un programa integrado. La mejor práctica que ayuda al combate y control de la enfermedad es producir en épocas secas, siguiendo un programa de manipulación de la floración. Con el programa de inducción floral propuesto, se pueden incluir los productos para el manejo preventivo de la enfermedad, garantizando la sanidad de las inflorescencias desde su formación al igual que la de los frutos.

Los productos biológicos formulados con *Chaetomium* (*C. cupreum*; *C. globosum*) y *Trichoderma* (*T. harzianum*; *T. hamatum*) aplicados al mango en campo resultaron más efectivos que los productos químicos para reducir el inóculo y la incidencia de antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides*. La incidencia de esta enfermedad en la fruta fue similar entre los biofungicidas y

los productos químicos, pero los tratamientos biológicos propiciaron mayor rendimiento que los tratamientos químicos.

Malformación en el cultivo de mango (*Fusarium subglutinans*)

Es una de las enfermedades importantes que afecta el cultivo del mango, su agente causal es el hongo *Fusarium moniliforme* var. *Subglutinans*. La malformación vegetativa afecta a las plantas de vivero, y la malformación floral solo tiene lugar en las plantaciones adultas (figura 38). Los síntomas vegetativos se manifiestan con entrenudos cortos y hojas enanas; la malformación floral se inicia con la reducción de la inflorescencia dando lugar al incremento de flores estériles. En estados avanzados las ramas se secan disminuyendo su área foliar, las flores de las panículas afectadas se observan más grandes que las sanas, lo cual disminuye la producción de frutos.



Fotos: Gloria Castillo

Figura 38. Malformación floral causada por el hongo *Fusarium moniliforme* var. *Subglutinans*.

Aislamientos hechos en el laboratorio de los tejidos enfermos han permitido identificar el hongo *Fusarium subglutinans* como el organismo causal de la malformación floral y vegetativa del mango. Existe una relación entre el ácaro *Eriophyes mangiferae* y el hongo *F. subglutinans*. El ácaro facilita la entrada del patógeno a través de heridas que este causa al alimentarse de la planta, de esta manera el hongo penetra a través de las células de la planta generando un daño irreversible en el cultivo. Es una de las enfermedades importantes que afecta el cultivo del mango. La malformación vegetativa afecta a las plantas de vivero y la malformación floral solo tiene lugar en las plantaciones adultas.

Los síntomas vegetativos se manifiestan con entrenudos cortos y hojas enanas. La malformación floral se inicia con la reducción de la inflorescencia dando lugar al incremento de flores estériles. En estados avanzados, las ramas se secan disminuyendo su área foliar, las flores de las panículas afectadas se observan más grandes que las sanas, lo cual disminuye la producción de frutos.

El manejo que se le da a la enfermedad es cultural: monitoreo de síntomas de la enfermedad en el cultivo, evaluación de la presencia de ácaros, eliminación de los brotes afectados, desinfección de las herramientas usadas en la poda y uso de tratamientos acaricida a fungicidas. El uso de fungicidas no es la mejor opción, pero las aplicaciones de acaricida fungicida han reducido considerablemente la incidencia de la enfermedad.

Secamiento o muerte regresiva de ramas y de tallos (*Lasiodiplodia* sp.)

Es una enfermedad que se ha visto favorecida por el incremento de las lluvias y su agente causal es el hongo *Lasiodiplodia* sp. Es un hongo parásito facultativo que penetra en los tejidos tanto por aberturas naturales como por heridas ocasionadas por las podas, insectos o cualquier otro agente a temperaturas mayores de 23 °C y precipitaciones medias.

El hongo es de aparición frecuente en las regiones tropicales y subtropicales. Las estructuras del hongo están en la atmósfera, tejidos vegetales frescos o muertos. El hongo presenta conidias oscuras, color café, se disemina por el viento, insectos, herramientas de poda, agua y el accionar del ser humano.

La afección es agresiva cuando la plantación es apropiada para el desarrollo del hongo, está sometida a estrés prolongado, exceso de humedad e inundaciones, plantas débiles por falta de abonado, falta de protección en heridas después de la poda y presencia de residuos de tejidos vegetales infectados. Las plantas afectadas muestran un secamiento y necrosis de ramas terminales, en las que es posible observar muerte descendente, defoliación y muerte en la parte afectada (figura 39).



Fotos: Gloria Castillo

Figura 39. Síntomas de “muerte descendente” causada por el hongo *Lasiodiplodia theobromae*.

Plagas

Entre los principales problemas sanitarios que afectan la producción de mango se destacan los insectos. Se presenta una gran cantidad, con diversos hábitos alimenticios y cuya presencia en sí no es limitante.

En Colombia, las plagas que más afectan por daños directos al fruto, o indirectos en follaje y ramas, son las moscas de las frutas, insectos escama, hormigas arrieras, trips y pulgones. La presencia de estos no siempre indica que el cultivo esté en etapa de riesgo, pero frecuentemente influye en la calidad del fruto, ya que puede ser la puerta para ciertos agentes patógenos causantes de otros problemas fitosanitarios que afectan el rendimiento y la calidad del producto, debido a las restricciones cuarentenarias para el mango de exportación.

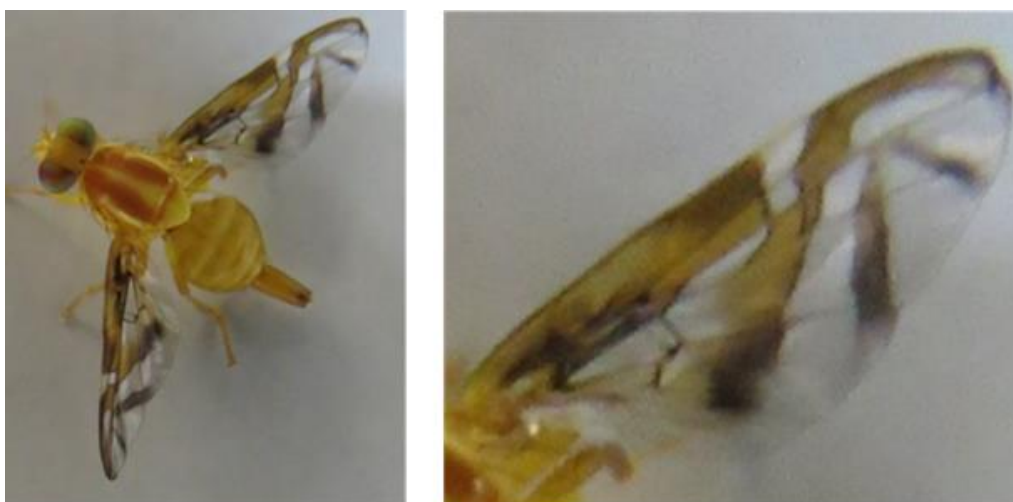
En la producción de mango, el control de las plagas constituye una de las tareas básicas que deben ser realizadas con prontitud y eficacia. Por lo tanto, conocer los insectos y ácaros dañinos es el primer paso a seguir. Hasta el momento, no se ha evaluado con exactitud el daño provocado por las plagas, por lo cual es necesario determinar umbrales y niveles de daño económico para poder establecer una mejor estrategia de manejo.

Los estudios sobre el manejo integrado de plagas (MIP) en cultivos de mango en Colombia, deberán enfocarse, no solo en el conocimiento de la fenología del cultivo y de sus plagas, sino también la fauna benéfica que puede ser utilizada

con eficacia en los programas de manejo integrado de plagas (Bernal et al. 2009).

Moscas de las frutas (Díptera: Tephritidae)

Las moscas de las frutas están consideradas como una de las diez plagas agrícolas que afectan la economía del mundo de manera importante. El género *Anastrepha* (figura 40) (Díptera: Tephritidae) es endémico del nuevo mundo y está restringido a ambientes tropicales y subtropicales; se encuentra distribuido desde el sur de Estados Unidos, hasta el norte de Argentina, incluyendo la mayoría de las islas del Caribe. Estas plagas afectan a más de 30 especies frutales que se cultivan en forma comercial, y a 60 que se cultivan a menor escala (Gobierno del Estado de Colima 2005).



Fotos: Ángela Arcila

Figura 40. Mosca de la fruta. a. *Anastrepha grandis*; b. Patrón alar de *A. grandis*.

Los huevos se incuban por un espacio de uno a siete días antes de eclosionar. De ellos emergen larvas diminutas que comienzan a alimentarse de la pulpa del fruto inmediatamente. Durante su desarrollo, las larvas pasan por tres estados y pueden alcanzar un tamaño hasta de 2 cm según la especie. Para su completo desarrollo se requieren entre 6 y 55 días, y una vez alcanzado, se presenta el fenómeno de pupación. Las larvas salen del sustrato de alimentación y se entierran en el suelo para empupar, hecho que generalmente coincide con la caída del fruto. El estado pupal puede ser muy corto (ocho a quince días), si las condiciones son adecuadas, o prolongarse por varios meses (Aluja 1984).

Síntomas

Las larvas o gusanos de las moscas de las frutas se alimentan de la pulpa, en donde construyen galerías en diferentes direcciones, expulsando excrementos que contaminan y causan descomposición. Los frutos afectados, en su mayoría, caen al suelo, donde el insecto continúa su ciclo y repite su secuencia de daño (Aluja 1984).

Manejo

Teniendo en cuenta que el complejo de moscas de las frutas es diverso y ejerce un alto porcentaje de daño, es necesario tomar medidas de control integrado, en la búsqueda para disminuir las poblaciones del insecto y, por lo tanto, coleccionar frutos de mejor calidad. Para ello, los cultivadores de mango deben unirse y tomar medidas en conjunto, pues así, la lucha contra las moscas de las frutas será más efectiva y los resultados satisfactorios (Núñez y Pardo 1989).

Monitoreo y mecanismos de detección

Estos mecanismos son el muestreo de frutos y el trapeo. El muestreo es la actividad de recolección de frutos para monitorear las poblaciones de estados inmaduros de la plaga.

En contraste, el trapeo permite detectar la presencia de una plaga, monitorear su población y proporcionar la información necesaria para su control integrado. Para saber cuándo se debe fumigar el cultivo, el agricultor se puede auxiliar de trampas que sirven para determinar el índice de infestación de moscas, el cual está relacionado con la cantidad de estos insectos presentes en el cultivo en un momento determinado. La trampa más común para la captura de moscas de las frutas es la trampa McPhail, fabricada en vidrio o en plástico (figura 41).

En el interior de la trampa se coloca una mezcla de un atrayente alimenticio (proteína hidrolizada de soya o de maíz) y agua, se capturan por igual machos y hembras. Para averiguar el índice de infestación se aconseja instalar dentro del cultivo unas cinco trampas por hectárea, localizadas en la parte media de la copa del árbol a la sombra (Núñez y Pardo 1989).



Fotos: Gloria Castillo

Figura 41. Trampa McPhail para el cultivo de mango.

Un ejemplo del uso de trampas McPhail es el siguiente: si en un huerto de mango de 1 ha se ubican cinco trampas durante ocho días y en estas se captura un total de 100 moscas de las frutas, el índice de infestación se determina así:

$$I = m/td,$$

en donde:

I: es el índice de infestación

m: es el número total de moscas capturadas

t: el número total de trampas instaladas en toda el área

d: el número total de días de permanencia de las trampas

Para el ejemplo, el índice calculado es: cuando es igual o mayor que 1, significa que la población de moscas es alta y deben tomarse medidas de control. En este caso, es 2,5, por lo tanto, es necesario fumigar (Núñez y Pardo 1989).

Manejo químico

Un componente importante dentro del manejo integrado de plagas es el control químico que se efectúa a base de aspersiones de cebos envenenados. Estos son

mezclas de un insecticida y un atrayente alimenticio. Se aconseja fumigar 1 m² del follaje del árbol, especialmente de la parte más sombreada, lugar donde las moscas se encuentran con mayor frecuencia.

El cebo para fumigar está compuesto de una parte de insecticida, más tres partes de atrayente alimenticio, más agua. Como atrayente alimenticio se utiliza proteína hidrolizada de soya o de maíz, y como insecticida, malathion. Por ejemplo, para preparar el cebo para una bomba fumigadora de 20 L de capacidad se mezclan 80 cm³ de insecticida (malathion al 57 %), más 240 cm³ de proteína y agua hasta completar 20 L. La mezcla debe hacerse en un tanque con capacidad suficiente, que contenga la cantidad de agua pura calculada. Se mezcla primero el insecticida y posteriormente la proteína.

Durante el proceso, se debe agitar constantemente hasta que se vierta la mezcla en la fumigadora. Se recomienda usar todo el cebo tóxico preparado en el mismo día. El índice de infestación obtenido mediante el trapeo se usa para saber cuándo se debe fumigar, mientras haya frutos susceptibles al ataque en el cultivo (Núñez y Pardo 1989). Adicionalmente, en reemplazo de la fumigación, se puede recurrir a las mechas desechables y atadoras y sacos matadores, los cuales tienen efecto de atracción alimenticia (proteína hidrolizada) y tóxico (insecticida).

La mecha desechable puede ser de estopa o hilaza de 30 cm de longitud. Los sacos matadores se fabrican con bolsas de costal de 10 x 10 cm y en su interior se colocan pedazos de tusa o choclo, cisco de arroz u otro material seco de residuo de cosecha. Estas mechas o sacos se impregnan o mojan con el cebo tóxico preparado, con una mezcla de una parte de insecticida y tres o cuatro de proteína (no se utiliza agua). El cebo atrae y mata las moscas que se alimentan de este. Para evaluar su efecto se coloca un trapo blanco debajo del sitio donde se instalan y se cuentan las moscas muertas durante un tiempo determinado. Se pueden utilizar unas 20 mechas o sacos por hectárea. Para favorecer la supervivencia de insectos benéficos en el huerto no se debe fumigar todo el cultivo, sino intercalar hileras o árboles (Núñez y Pardo 1989).

Manejo cultural

El control cultural comprende varias prácticas sencillas, que al ser ejecutadas ayudan mucho para el control de la plaga. Una de ellas es la recolección periódica de frutos caídos y su entierro. Es conveniente hacer un hueco con capacidad

suficiente para albergar la fruta caída, de por lo menos cuatro o cinco semanas, arrojarla diariamente y al final de la semana cubrirla con una capa de tierra de unos 30 cm de espesor y así sucesivamente hasta llenar el hoyo (Núñez y Pardo 1989).

Cosecha temprana y completa

Durante la cosecha, el agricultor debe recoger toda la fruta de los árboles. Las frutas dañadas y caídas se entierran. En lo posible, el huerto debe quedar limpio de frutos, cuando termine la cosecha (Núñez y Pardo 1989).

Eliminación de plantas hospederas

Las plantas no cultivadas que sean hospederas de la plaga deben ser eliminadas del lote, ya que en estas se pueden alojar y reproducir las moscas, así como también, árboles enfermos o abandonados. De esta manera, se reduce el foco de infección de las moscas y, al mismo tiempo, se reordena el cultivo para que cada árbol tenga suficiente espacio y luminosidad, facilitando su buen manejo. También aquellas variedades de frutales que sean muy susceptibles al ataque de las moscas de las frutas, deben reemplazarse eventualmente por otras que sean tolerantes (Núñez y Pardo 1989).

Manejo biológico

Consiste en la utilización de enemigos naturales como agentes patógenos, depredadores y parasitoides, con el propósito de mantener las poblaciones de mosca de la fruta en niveles bajos. Una forma práctica para incrementar los parasitoides o insectos benéficos presentes en el huerto y que ayudan a controlar la plaga consiste en enterrar algunos frutos dañados por la mosca en un hueco dentro del cultivo, el cual se cubre con un anjeo o malla fina de 16 hilos/in, que permite el paso de avispillas parasitoides, pero no el de las moscas de la fruta. Estos parasitoides atacan huevos, larvas y pupas de las moscas de las frutas. Los bordes de la malla se deben cubrir con tierra y apisonar para evitar que el viento o el agua la arrastre (Núñez y Pardo 1989).

Las moscas de las frutas son atacadas por diversos enemigos naturales como agentes entomopatógenos, depredadores y parasitoides. De los enemigos naturales de los tefrítidos se han identificado hormigas, escarabajos de las familias *Carabidae*, *Histeridae* y *Staphylinidae*, hemípteros de la familia *Pentatomidae*, neurópteros de la familia *Chrysopidae* y tijerillas del orden

Dermaptera (Bateman 1972; Eskafi y Kolbe 1990). Los adultos de *A. striata* pueden ser también depredados por arañas del género *Dolomedes* (*Pisauridae*) (Hedström 1992) y las larvas y huevos en los frutos, por avispa del género *Polistes* (Castillo 1987). Entre los parasitoides himenópteros que se crían en huevos, se ha determinado la especie *Doryctobracon oophilus* (Fullaway) (Wharton et al. 1981), y en la larva se han encontrado las especies *Acaratoneuromya indica Silvestri* (*Eulophidae*), *Diachasmimorpha longicaudata* Ashmead (*Braconidae*), *Doryctobracon areolatus Szépligeti*, *D. zeteki* Muesebeck (*Braconidae*); *Odontosema anastrephae Borgmeier* (*Eucolidae*) y *Trichopria* sp. (*Diaprididae*) (Sánchez-García et al. 2014).

Manejo legal

El control legal de las moscas de las frutas se refiere a todas aquellas medidas de carácter obligatorio que las instituciones de control fitosanitario dictan para establecer las bases legales de un plan de acción contra la plaga. Se lleva a cabo mediante el establecimiento de cuarentenas e instalación de puestos espaciales para interceptar material que pueda llevar huevos, larvas y pupas de moscas, procedente de áreas infestadas hacia zonas libres de plagas. Por lo tanto, todo fruticultor, transportador y comerciante de frutas, debe acatar y respetar las disposiciones en este sentido, ya sea que se trate de instalación de trampas y recolección de muestras en los huertos por parte de funcionarios del Estado, o de inspecciones fitosanitarias a cargamentos de frutas o material vegetal de propagación. La lucha contra las moscas de las frutas no es fácil y por eso es necesaria la colaboración de todos los fruticultores del país, pues muchas de las recomendaciones dadas son más efectivas cuando se implementan a la vez en toda una región y no aisladamente (Bernal et al. 2009).

Los productores de mango que deseen incursionar en exportaciones deberán cumplir con la Resolución ICA 1806 (Colombia 2004), la cual define obligaciones tanto para el productor como para el ingeniero agrónomo de asistencia técnica debidamente contratado, quien apoyará en el programa de detección de mosca de las frutas, específicamente en el servicio (captura semanal e identificación) a las trampas que deben ser instaladas en el cultivo registrado.

Escamas (Hemiptera: Coccoidea)

En Colombia se conocen alrededor de 180 especies de escamas en trece familias. Las que afectan el mango incluyen 35 especies distribuidas en cinco familias: Diaspididae, Coccidae, Pseudococcidae, Monophlebidae y Ortheziidae, en orden de riqueza de especies.

Escamas protegidas (Diaspididae)

Muchas escamas viven en colonias y atacan troncos, ramas, hojas y frutos. Los árboles afectados pueden tolerar grandes poblaciones de estos insectos, pero son más susceptibles en épocas de sequía o en el estado de plántulas. Las escamas pueden aparecer en cualquier parte de las plantas, desde las hojas, frutos, ramas, troncos y raíces. Las plántulas son especialmente susceptibles y pueden llegar a secarse cuando las poblaciones son muy altas. La especie más común en mango es la escama blanca del mango, *Aulacaspis tubercularis* (figura 42) Otras especies comunes son *Pseudaonidia trilobitiformis* a lo largo de las nervaduras de las hojas y *Aspidiotus destructor* especialmente en el envés de las hojas.

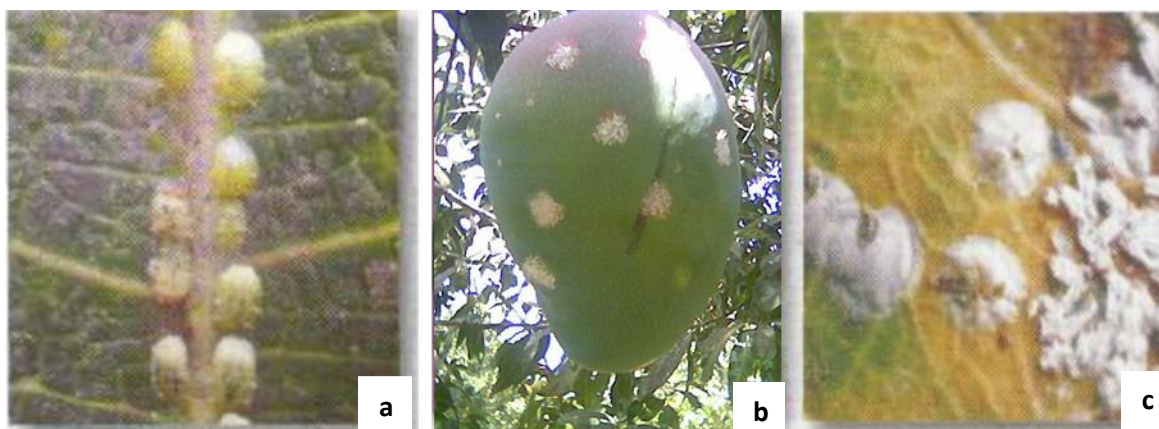


Figura 42. Escamas blandas *Aulacaspis tubercularis* Newstead. a. Infestación en fruto; b. Escamas de machos hacia la derecha; c. Escama de hembras hacia la izquierda. Nótese la diferencia de forma y tamaño de las escamas del macho y la hembra.

Fuente: Bernal et al. (2009)

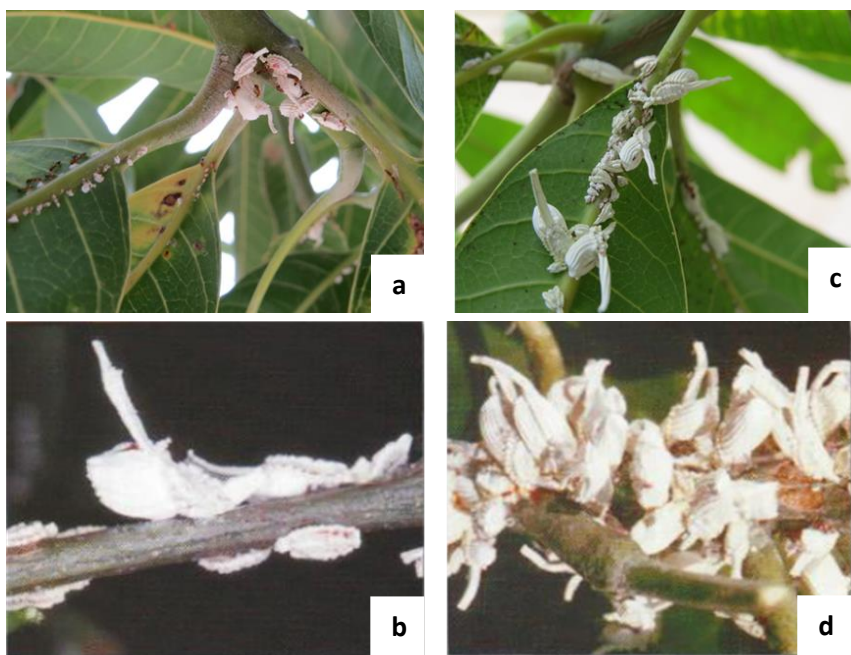
Las escamas causan un daño cosmético cuando infestan los frutos. Algunas especies como *Aulacaspis tubercularis* y *Aspidiotus destructor* causan síntomas de clorosis en las hojas o frutos.

Escamas blandas (Coccidae)

En ataques fuertes pueden causar defoliación. Muchos de ellos excretan miel de rocío, un líquido azucarado que promueve el desarrollo de la fumagina. Estas condiciones son severamente dañinas en plántulas o en árboles de mucha edad. También pueden causar un daño cosmético cuando infestan directamente el fruto o cuando la fumagina crece en los frutos cubiertos por la miel de rocío que estos excretan.

Cochinilla acanalada del mango (Monophlebidae)

Se han reportado infestaciones altas de *C. multicatrices* sobre mango en Gualanday (Tolima), que afectan ramas y causan síntomas de achaparramiento (Kondo et al. 2008) (figura 43). Es recomendable examinar cuidadosamente el envés de las hojas y tallos para detectar la presencia de estos insectos. Se necesita usar una lupa con 10X de aumento para detectar escamas pequeñas. Si se encuentran algunas escamas es recomendable podar las ramas o las hojas infestadas. Se debe destruir el material infestado y limpiar completamente la zona de las plantas afectadas.



Fotos: Takumasa Kondo y Ángela Arcila

Figura 43. *Crypticerya multicatrices* Kondo & Unruh. a. Adultos; b. Ninfas del tercer instar; c y d. Ramas de mango severamente infestada.

Trips, bichos de candela (Thysanoptera: Thripidae)

Un gran número de especies de trips son consideradas plagas porque se alimentan de plantas de valor comercial. Las heridas producidas por los trips causan daños directos en la fruta que dejan cicatrices en su epidermis y ocasionan un daño cosmético que reduce su valor comercial (figura 44).



Foto: Demian Kondo

Figura 44. Daño típico causado por trips (Thysanoptera) en fruto de mango.

Capítulo IX

Cosecha

Para garantizar la calidad, la fruta se debe recoger cuando está fisiológicamente madura. La variedad Tommy y Keitt se pueden cosechar cuando su maduración se encuentra en grado 3, la cual se caracteriza porque la cáscara aún no ha empezado a cambiar a color amarillo y rojizo. En cambio, la variedad Yulima debe ser cosechada en un punto cercano al grado 5 o madurez de consumo (figura 45), la cáscara no debe tener tonalidades verdes, como sí admiten las otras dos variedades, porque no alcanza a dar la calidad requerida.

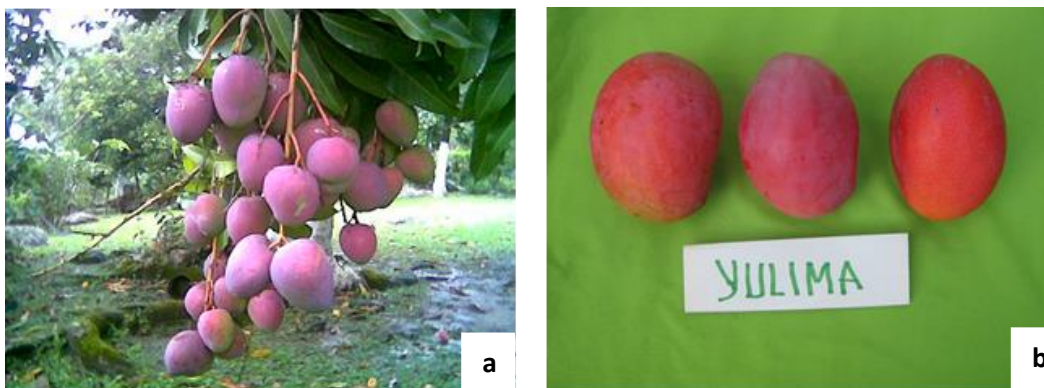


Foto: José Arboney Guzmán

Figura 45. Mangos Tommy y Yulima maduros. a. Frutos de mango Tommy maduros mostrando pelusa blanquecina como un signo de madurez; b. Mango Yulima cosechado en un punto cercano al 5 o madurez de consumo.

Maduración del mango

Muchos índices de madurez han sido evaluados, incluyendo el número de días desde la completa floración, la forma del fruto, la gravedad específica, el color de la cáscara, el color interno de la pulpa, el contenido de almidón, los sólidos totales (contenido de material seco), el contenido de sólidos solubles o azúcares (Brix) y la acidez titulable. Tan pronto como los mangos empiezan a madurar (figura 45), ocurren los siguientes cambios composicionales y fisiológicos:

- Cambios en el color de la cáscara de verde a amarillo (en algunos cultivares).
- Cambios en el color de pulpa de verde a blanquizco a amarillo y a anaranjado (en todos los cultivares) (figura 46).

- Incremento en el contenido de carotenoides (colores amarillo y anaranjado) y disminución en el contenido de clorofila (color verde), los cuales están relacionados al color de la cáscara y al color de pulpa, enunciados previamente.
- Disminución de la firmeza de pulpa e incremento en el contenido de jugo.
- Conversión de almidones en azúcares principalmente para incrementar la dulzura de la fruta.
- Disminución de la acidez titulable, la cual está asociada con lo amargo y la acidez del fruto de mango.
- Incremento en el contenido total de azúcares (combinación de azúcares, ácidos, pectinas solubles y otros compuestos solubles) y que están asociados con la dulzura de la fruta de mango.
- Incremento en las características de los aromas volátiles.
- Incremento en la tasa de producción de dióxido de carbono en cuatro veces, de 40 a 50 hasta 160 a 200 mg/kg/h a 20 °C.
- Incremento en la tasa de producción de etileno en diez veces, de 0,2 a 0,4 hasta 2 a 4 ml/kg/h a 20 °C.



Figura 46. Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Tommy Atkins.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a las épocas de cosecha del mango en Colombia, cobra importancia la variedad de pisos térmicos que hacen de los territorios georreferenciados para la producción de este fruto, lugares de cosecha en gran parte del año (tabla 20).

Tabla 20. Épocas de cosecha y fenología del mango nacional

Región	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Costa Caribe	Flor	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta	Fruta	Vegetativo	Vegetativo	Vegetativo	Vegetativo	Vegetativo	Flor
Antioquia	Vegetativo	Vegetativo	Llenado frutos	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta	Fruta	Vegetativo	Vegetativo	Vegetativo	Vegetativo
Tolima	Vegetativo	Vegetativo	Llenado frutos	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta	Fruta	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta
Cundinamarca	Fruta	Llenado frutos	Llenado frutos	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta	Fruta	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta
Suroccidente	Vegetativo	Vegetativo	Llenado frutos	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta	Fruta	Llenado frutos	Llenado frutos	Fruta	Fruta

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la región del Tolima se presentan dos cosechas: la primera de junio a julio, y la segunda, de noviembre a diciembre, en contraste con la producción de la costa Caribe.

Procedimientos previos a la cosecha

La adopción de ciertas medidas previas a la cosecha mejora la calidad del fruto, el precio y reducen los riesgos contra la salud. Se pretende eliminar toda fuente de contaminación con residuos físicos, químicos o biológicos del fruto ya formado, que pueden causar problemas para la salud de los consumidores y afectar la calidad final del producto. El centro de empaque, las áreas de almacenamiento, equipos de cosecha, vehículos y todos los materiales que entran en contacto con la fruta, deben estar en óptimas condiciones de limpieza y desinfectados para asegurar la calidad y precios competitivos del producto.

Consejos prácticos:

- Verificar el tiempo de espera para uso de los plaguicidas antes de la cosecha.
- Todas las instalaciones, equipos, vehículos, instrumentos y recipientes deben ser limpiados y desinfectados con agua potable.
- Todos los equipos, instrumentos y recipientes que van a entrar en contacto con los frutos deben ser de materiales no tóxicos y fáciles de limpiar.
- Realizar la inspección de los recipientes para embalaje y los lugares de almacenamiento para evitar roedores, aves e insectos.
- Mantener los contenedores y las instalaciones de almacenamiento limpios.
- Eliminar los contenedores en mal estado que puedan causar daño a la fruta.
- Disponer de la basura, subproductos, partes no comestibles y sustancias peligrosas en recipientes claramente identificados.
- Realizar el raleo de frutos para dar calibres y tamaños mayores. De acuerdo con exigencias, en mercados de mayor valor esta práctica es válida y puede compensar los costos incurridos.

Procedimientos de cosecha

Las buenas prácticas de cosecha deben contribuir a la competitividad y la producción de fruta de calidad para un mercado superior y exigente. Estas prácticas evitan la diseminación de enfermedades en el predio, así como de

contaminantes químicos, físicos y biológicos que causan problemas de salud para el trabajador, el medio ambiente y el consumidor.

- Cosechar en horas de la mañana para evitar el calentamiento del fruto, las altas temperaturas facilitan los procesos de degradación.
- Establecer el punto óptimo de cosecha en campo con indicadores visuales en lo posible varios (color, tamaño, etc.). La calidad del producto se da por la madurez adecuada en el árbol y no fuera de este.
- Cuando se utilizan técnicas destructivas como corte del fruto para determinar el momento de cosecha, estos restos deberán ser eliminados del área de cosecha y de almacenamiento en un recipiente adecuado para este fin.
- Es necesario conocer las exigencias del mercado para establecer el mejor punto de cosecha para cada variedad y tomar muestras representativas que indiquen el tiempo de cosecha adecuado.
- Los frutos cosechados deben reunir los estándares y características de cada variedad, la calidad del fruto depende del proceso de maduración en el árbol.
- Utilizar un instrumento de corte para separar el fruto de la planta, dejando parte del pedúnculo. En lo posible, desinfectar el instrumento cuando se cambie de un árbol a otro. Para cosechar árboles de gran tamaño se deben utilizar varas con redes y cuchillas (figura 47a).
- La duración de la remoción del látex varía de 20 minutos hasta 4 horas dependiendo del tiempo que le tome al fruto dejar de gotear el látex.
- Los contenedores o canastillas deben ser previamente lavados y en lo posible esterilizados con agua clorada.
- Mantener siempre los recipientes con los frutos cosechados bajo sombra antes de enviarlos a la zona de almacenamiento.
- Proteger los frutos contra golpes y lesiones, el revestimiento de los contenedores con materiales blandos (espuma de polietileno) es una buena opción.
- El transporte del sitio de producción al centro de acopio debe buscar el menor daño del fruto, a partir de la utilización de canastillas que limiten la presión del fruto por el peso de los mismos (figura 47b).



Fotos: José Arboney Guzmán

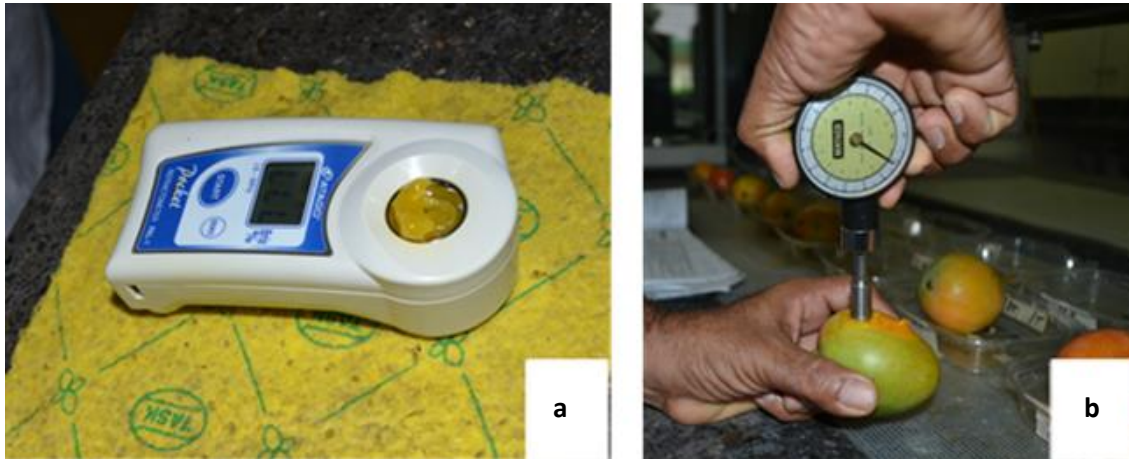
Figura 47. Procedimientos de cosecha. a. Varas con redes usadas en cosechas de frutas; b. Transporte de la fruta por pequeños productores.

Dadas las expectativas con los tratados de libre comercio (TLC) se abre la posibilidad de que la producción de mango en el departamento del Tolima incursione en mercados internacionales; para ello es importante que los productores se familiaricen con la normatividad aplicable para esta fruta.

Sólidos solubles totales (SST)

Los azúcares son los mayores sólidos solubles en el jugo de mango y, por lo tanto, los SST pueden ser usados como estimativos del contenido de azúcar. Los SST pueden ser determinados con una pequeña muestra de jugo de fruto usando un refractómetro que mide el índice de refracción, el cual indica cómo el haz de luz es desacelerado a través del jugo del fruto (figura 48a). El refractómetro tiene una escala para el índice de refracción y otra para su equivalente en grados Brix o en porcentaje SST, el cual puede ser leído directamente. Los refractómetros digitales remueven los errores potenciales del operador en la lectura de los valores.

Los niveles SST en mangos verdes maduros (mínimo del 7 % al 9 % en cosecha) incrementan con la maduración hasta alcanzar del 14 % al 20 % en fruta madura. El nivel mínimo aceptable de SST puede diferir en mangos destinados para exportación dependiendo de la distancia de transporte. La firmeza del fruto está relacionada con el incremento de los sólidos solubles por la maduración del fruto y por lo tanto es otro parámetro a tener en cuenta (figura 48b).



Fotos: José Arboney Guzmán

Figura 48. Equipos para determinar calidad de la fruta. a. Refractómetro manual para determinar sólidos solubles; b. Penetrómetro manual para medición de la firmeza de pulpa de mango.

Para mayor información sobre las calidades exigidas en los mercados en fresco e industria, tanto para los mangos de variedades mejoradas como para los denominados criollos, consúltense en los anexos 1 y 2 las respectivas normas del Icontec.

Capítulo X

Poscosecha

Antes de acondicionar y preparar el producto para el mercado, este se debe proteger en sitios determinados (del cultivo o de la finca) de la radiación solar excesiva, pues genera deshidratación, pérdida de peso y disminución de la calidad de la fruta. Estos sitios de acopio temporal protegen los frutos de la lluvia, la humedad y cualquier foco de contaminación que pueda llevar a posteriores pudriciones.

La fruta cosechada se debe seleccionar, y se debe descartar y enterrar las que no se puedan comercializar o que tengan magulladuras, daños por insectos o pudriciones (figura 49). En el acondicionamiento de la fruta se comienza por el lavado con agua limpia para eliminar impurezas y residuos de látex.



Foto: Carlos Abaunza

Figura 49. Mango seleccionado por estado de maduración.

Lavado

Se recomienda realizarlo en una pila de lavado o tanque de inmersión (figura 50) que debe contener agua clorada a 15 ppm (43 ml de solución de hipoclorito de sodio al 3,5 % de cloro líquido comercial por cada 100 L de agua), esto con el fin de reducir

la carga microbiana y de eliminar impurezas y suciedades del fruto. Después del lavado con agua clorada, se procede a lavar con agua potable saliendo del tubo para eliminar cualquier residuo de cloro que pudiera haber quedado.



Foto: Faber Ibarra

Figura 50. Tanque de inmersión usado para el lavado inicial de diferentes frutas.

Vida en estante

El mango es un fruto climatérico, es decir, es capaz de seguir madurando una vez cosechado, siempre y cuando haya alcanzado un nivel de desarrollo caracterizado por el tamaño máximo (madurez fisiológica).

Los frutos verdes pueden mantenerse a temperatura ambiente durante alrededor de cuatro a diez días dependiendo de la variedad. Esta vida de anaquel de los frutos se puede prolongar con el reenfriamiento, tratamientos químicos y baja temperatura. Las temperaturas ideales para su maduración están entre 21 y 24 °C. Si la maduración se produce a temperaturas inferiores, el mango no desarrolla plenamente su sabor.

Los mangos se pueden almacenar a 14 °C alrededor de tres a cuatro semanas antes de la maduración. Una vez alcanzado el punto óptimo de madurez, es importante prestar atención a la manipulación de la fruta, debido a que el ablandamiento de la pulpa hace que el fruto sea más susceptible a daño por golpes.

El mango, por ser una fruta perecedera, al no ser consumido o transformado en un tiempo determinado deberá ser almacenado en condiciones específicas con el fin de evitar que se altere su calidad. La duración del almacenamiento depende del producto, de su estado sanitario y manejo. En la tabla 21 se identifican las condiciones óptimas de temperatura y humedad relativa óptimas para el almacenamiento de mango.

Tabla 21. Condiciones óptimas de almacenamiento del mango

Variedad	Temperatura óptima (°C)	Humedad relativa (%)	Duración en semanas
Mango común, azúcar	7-9	85 a 90	3
Chanclero	12	85 a 90	2-3
Tommy Atkins, Sufaida	8-12	85 a 90	2-3
Kent, mariquiteño	10	85 a 90	3

Fuente: García et al. (2013)

Encerado de frutos

El encerado del fruto de mango, que se realiza usualmente con formulaciones a base de Carnuba, es un procedimiento que mejora su apariencia aumentándole el brillo natural y reduciendo la pérdida de agua de los frutos, que causa su apariencia opaca. El cepillado durante la aplicación de cera ayuda a obtener una distribución uniforme en los frutos. Si se usa el método de rociado para la aplicación de la cera, se debe tener cuidado para prevenir la inhalación de gases por parte de los trabajadores que la están aplicando.

La cera debe ser aplicada de acuerdo con las instrucciones de la etiqueta del fabricante. Una fuerte y completa aplicación de cera puede dañar los mangos, especialmente, los frutos inmaduros, que son susceptibles a daños en las lenticelas y en la cáscara que se desarrolla después de un periodo de almacenaje.

Las organizaciones de productores del Tolima deben considerar la cadena de frío para el mango, como un insumo más para alargar la vida útil de la fruta, por lo tanto, en el desarrollo de su proyecto productivo la asociatividad ofrece beneficios, entre ellos la facilidad de gestión del recurso económico para

adquisición de cuartos fríos y vehículos refrigerados y asesoría para hacer un manejo técnico sobre atmósferas controladas:

Requisitos y efectos de las atmósferas controladas (AC):

- AC óptima: 3 al 5 % de O₂ y 5 al 8 % de CO₂
- La AC retrasa la maduración y reduce la respiración y la tasa de producción de etileno. Vida potencial poscosecha a 13 °C (55 °F): dos a cuatro semanas en aire, tres a seis semanas en AC, dependiendo del cultivar y del estado de madurez.
- La exposición a menos del 2 % de O₂ o a más del 8 % de CO₂ puede inducir alteración del color de la piel, pulpa grisácea y sabor desagradable.

La transformación del fruto convencionalmente ofrece una pulpa fresca, néctar y mermelada mediante procesos artesanales.

Capítulo XI

Transformación y valor agregado

Las alternativas agroindustriales de presentación del mango son variadas como: pulpa fresca, néctar, mermeladas, mango en rodajas, congelados por el proceso IQF. Para ello se requiere de equipos especializados. El conocimiento del fruto y de sus potenciales industriales ofrece un portafolio amplio e inexplorado de posibilidades agroindustriales.

La tabla 22 resume las características nutricionales de frutos promedio de mango.

Tabla 22. Valor nutricional de 100 g de pulpa fresca de mango

Agua	81,7 g	Vitamina A	389 mcg_RE
Energía	65 kcal (272 kj)	Vitamina E	1,120 mg_ATE
Proteína	0,51 g	Tocoferol alfa	1,12 mg
Grasas	0,27 g	Ácidos saturados	0,066 g
Carbohidratos	17,00 g	Ácidos insaturados	0,101 g
Fibra dietaria total	1,8 g	Ácidos poliinsaturados	0,051 g
Cenizas	0,50 g	Aminoácidos	
Calcio	10 mg	Triptófano	0,008 g
Hierro	0,13 mg	Treonina	0,019 g
Magnesio	9,0 mg	Isoleucina	0,018 g
Fósforo	11 mg	Leucina	0,031 g
Potasio	156 mg	Lisina	0,041 g
Sodio	2 mg	Metionina	0,005 g
Zinc	0,04 mg	Fenilalanina	0,017 g
Cobre	0,11 mg	Tirosina	0,01 g
Manganeso	0,027 mg	Valina	0,026 g
Selenio	0,6 mcg	Arginina	0,019 g
Vitamina C	27,2 mg	Histidina	0,012 g
Tiamina	0,056 mg	Acido aspártico	0,042 g
Riboflavina	0,57 mg	Alanina	0,051 g
Niacina	0,584 mg	Acido glutámico	0,06 g
Ácido pantoténico	0,16 mg	Glicina	0,021 g
Vitamina B6	0,160 mg	Prolina	0,18
Folato total	14 mcg	Vitamina A IU	3894 IU

Fuente: Pereañez et al. (2009)

Un proceso general de elaboración de pulpa de fruta para exportación consta de los siguientes pasos:

Tratamiento térmico

En la marmita, la pulpa recibe un tratamiento térmico adecuado para evitar su deterioro químico y microbiológico. Este tratamiento consiste en aplicar calor hasta que la parte central de la pulpa colocada en la marmita alcance los 95 °C; debe mantenerse a esta temperatura por 10 minutos. La agitación es muy importante durante todo este proceso.

Aditivos

La suma de aditivos es recomendable para prolongar su vida útil. Uno de estos aditivos es el ácido cítrico al 0,3 % como acidulante para bajar el pH y evitar así el crecimiento de microorganismos. Además, estas condiciones permiten la acción del preservante utilizado, que en la mayoría de los casos es el benzoato de sodio al 0,1 %.

También se recomienda la adición de ácido ascórbico al 0,1 %, para que actúe como antioxidante y evite así el cambio de color del producto final (oscurecimiento). También ayuda a combatir los hongos y levaduras.

Estos aditivos se agregan un poco antes de que termine el tratamiento térmico, puede ser cinco minutos; se disuelven en un poco de agua o pulpa caliente y se da una buena agitación para asegurar una distribución homogénea. El producto final debe tener 13 °Brix y un pH de 3,4 a 3,5.

Capítulo XII

Mercadeo y comercialización del mango

Se considera necesario definir las condiciones de mercado del producto de mango debido a que según sea la línea de mercado escogido, asimismo, dependerá la estrategia tecnológica y el plan de manejo de las plantaciones. El producir mango para agroindustria (pulpas o puré de mango) o mango verde, es diferente a producir mango de mesa para consumo fresco; cada uno de ellos tendrá una demanda de mayor o menor grado tecnológico, según sea el mercado final, por lo que las recomendaciones aquí hechas deberán ajustarse según sea el mercado.

El comercio de mango colombiano tiene tres nichos claramente definidos: exportación de producto procesado, comercialización interna de producto fresco y procesado y un tercer mercado interno en crecimiento de mango verde fresco. Todas las posibilidades de comercialización giran en torno a la calidad del producto, pero principalmente a volúmenes de producción, periodicidad y épocas de cosecha.

Mercado nacional

En el 2014, los departamentos de Cundinamarca y Tolima concentraron el 62,1 % de la producción de mango a escala nacional con 90.790 y 77.231 t/año (Agronet 2016) respectivamente, y tanto sus variedades mejoradas como las comunes son apreciadas en el mercado de consumo fresco y procesado, teniendo como principales mercados las ciudades de Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Bucaramanga, entre otras.

En cuanto a los centros de comercialización nacional de mango, la Central de Abastos de Bogotá (Corabastos) fue la que mayor cantidad de mango comercializó para el año 2008, con una cantidad de 25.179 t, participando con el 49 % del total comercializado en plazas a escala nacional, seguido por la Central Mayorista de Medellín, con el 23 % del total, lo que corresponde a un volumen de 11.563 t comercializadas tanto en mayoristas como en minoristas.

Por su posición geográfica y buena condición vial, la zona productora de mango del valle del Alto Magdalena tolimese distribuye su producción hacia mercados

como Ibagué, Armenia, Girardot y Corabastos en Bogotá, disminuyendo costos en el transporte, dado que son los puntos mayoristas más cercanos.

Los supermercados de cadena existentes en las ciudades circunvecinas del Alto Magdalena tolimense participan en la comercialización del mango, aunque en bajos volúmenes; estos hacen acuerdos comerciales con las pocas organizaciones consolidadas de productores y con algunos fruticultores que son codificados e incluso visitados por un coordinador de compras del supermercado.

Mango fresco verde

Con relación al mercado interno del fruto maduro y verde, un 67,1 % de las personas consumen mango fuera del hogar en forma de fruta entera o en trozos, y un 32,9 % lo hacen en forma de jugos naturales, presentándose un potencial muy grande debido a que el mango se ha posesionado como la segunda fruta preferida por los consumidores colombianos fuera del hogar.

Si bien este mercado es importante y dinámico, también es evidente que los precios del producto final, al igual que la calidad, cantidad y periodicidad de la materia prima limitan su expansión interna (García et al. 2010).

Cabe reseñar que Colombia ocupa la vigesimocuarta posición a escala mundial en consumo per cápita de mango, registrando en el 2007 un consumo aparente de 3,9 k/año, frente a otros países que llegan a los 13 k/año.

Mango para agroindustria

Pulpa, jugo, néctar, salsas, cóctel de frutas con mango como ingrediente, mango deshidratado (rodajas y cuadritos), vino, líquido de cobertura, yogurt con mango como ingrediente y helados son algunos de los principales productos transformados de la fruta de mango en el país. Recientemente se aprobó exportación de trozos o rodajas de mango congelado a Estados Unidos (ICA 2013).

En la zona del valle del Alto Magdalena es mínimo el avance en cuanto a transformación de mango; un primer ejercicio se está haciendo en congelamiento y empaque al vacío de pulpa. Esta situación plantea la necesidad

de que se acompañe con mayor esfuerzo a los productores en la generación de estrategias e iniciativas para generar valor agregado, considerando las perspectivas del mercado.

Mercado internacional

Para el mercado internacional es importante establecer la ventana exportadora donde Colombia puede tener cabida, teniendo en cuenta variedades locales (azúcar y vallenato, entre otras), estacionalidad de la cosecha y destino.

Exportaciones e importaciones de fruta fresca

Las exportaciones de mango en fresco durante los últimos dos años muestran un comportamiento en aumento registrando los mayores volúmenes en 2016, cuando se exportaron 864,5 t y solo 283.2 t en 2015 (tabla 23 y figura 51); estos niveles se consideran muy bajos para abastecer las demandas de los mercados internacionales. Los principales destinos de exportación son Canadá, Reino Unido, Francia y Países Bajos.

El mango fresco de Colombia ingresa al mercado europeo y específicamente al Reino Unido, de abril a agosto, pero la oferta colombiana se concentra en el periodo comprendido entre mayo y julio, durante la cosecha en Colombia de mediados de año. El mercado europeo se provee de mango fresco durante todo el año, gracias al acceso de un gran número de proveedores que alterna su predominio en este mercado. Cuando Colombia ingresa al mercado, la mayor parte de los proveedores están presentes. Sin embargo, en ese periodo la oferta proveniente de Sudamérica se reduce por la ausencia del producto derivado de Perú y Ecuador, así como por una notable baja en la oferta de producto brasilero. Es importante tener en cuenta que el mercado de Estados Unidos crece, la oferta mundial ha aumentado a un ritmo más acelerado y esto ha ocasionado una reducción de los precios.

En cuanto a las exportaciones recientes de mango fresco proveniente del departamento del Tolima, estas son incipientes y han llegado solo a 3,31 t en el 2012, por un valor FOB de us\$20,05 (miles). En años anteriores no se registran exportaciones. Canadá, Holanda y Suiza fueron los destinos de estas exportaciones.

Respecto a las importaciones de mango fresco al país, la mayoría provienen de Ecuador y Perú, con un 78 % y un 19 % respectivamente. Se observa una tendencia al aumento en las importaciones ya que crecieron en un 45 % entre el año 2011 y 2012 (STNCM 2012).

Tabla 23. Exportaciones de mango en fresco provenientes de Colombia, años 2015 y 2016

País	2015		2016	
	Volumen (kg)	Valor (miles US\$/FOB)	Volumen (K)	Valor (miles US\$/FOB)
Canadá	82.367	371	629.441	1.435
Reino Unido	42.276	50	74.884	195
Francia	99.765	325	68.577	289
Países Bajos	44.579	233	67.646	127
Curazao	143	0	11.337	22
Italia	2.088	38	3.790	35
España	10	0	2.396	6
Suecia	1.226	23	1.667	27
Israel	0	0	1.472	15
Suiza	10	0	1.055	8
Rusia	690	5	600	5
Aruba	1.252	2	399	1
Estados Unidos	70	2	348	19
Portugal	7.350	9	330	2
Singapur	0	0	192	1
Ecuador	68	2	142	4
Emiratos	0	0	114	3
Kuwait	0	0	75	0
Panamá	118	3	75	2
Noruega	0	0	30	2
Alemania	154	1	6	0
Hong Kong	0	0	1	0
Brasil	156	0	0	0
Chile	950	30	0	0
Total	283.270	1.093	864.575	2.197

Fuente: Agronet (2016)

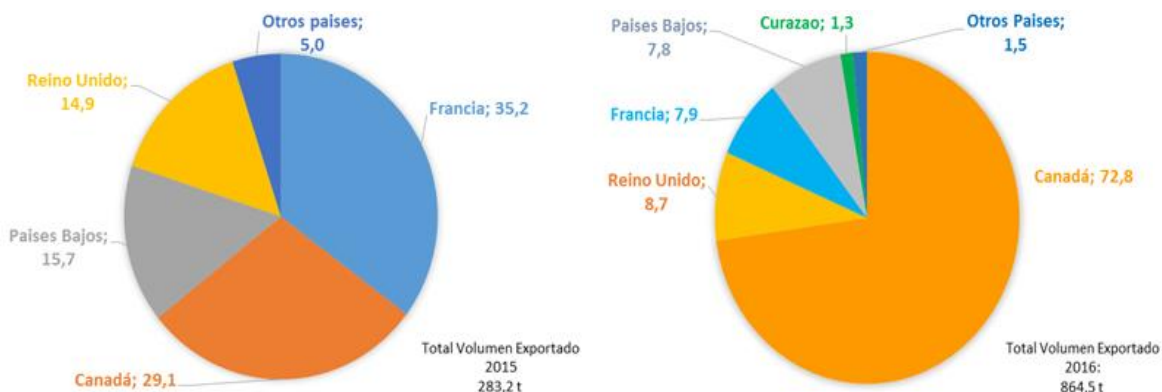


Figura 51. Exportaciones en volumen de mango provenientes de Colombia año 2015 y 2016.

Fuente: Elaboración propia a partir de Agronet (2016)

Exportaciones e importaciones de mango transformado

El jugo de mango, es el principal producto procesado que se exporta. Sin embargo, estas exportaciones han venido a la baja, pasando de 500 t en el 2010 a 31 t en el 2014. En cuanto los principales destinos de exportación es Estados Unidos, que ha sido el principal punto de colocación, sin embargo, igual que otros países las exportaciones han disminuido (tabla 24 y figura 52).

Tabla 24. Exportaciones de jugo de mango, provenientes de Colombia

País	Año					Total general
	2010	2011	2012	2013	2014	
EE. UU.	239.795	97.440	27.137	11.540	31.007	406.918
España	187.560	24.573	4.568	0	0	216.701
Países Bajos	72.600	17.480	0	0	0	90.080
Australia	0	34.428	0	0	0	34.428

Fuente: Elaboración propia a partir de Agronet (2016)

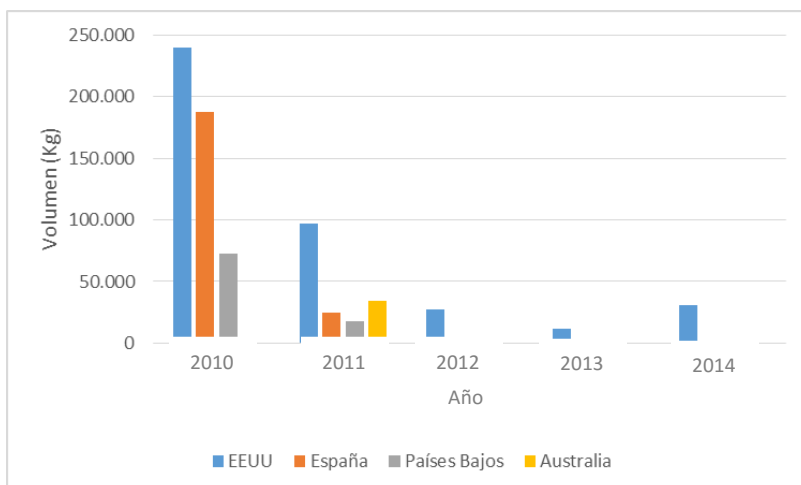


Figura 52. Volumen de exportaciones de mango procesado provenientes de Colombia (2012).

Fuente: Elaboración propia a partir de Agronet (2016)

Colombia mostró su mayor participación en la distribución del valor de las importaciones estadounidenses por país de origen (en miles de dólares CIF), de pasta o puré de mango, del 30,8 % (346 t en el 2005) superando a países como México, Filipinas, India, Francia, Ecuador, República Dominicana y Perú. Para este mismo año, con respecto al mango congelado, Colombia ocupó el cuarto lugar después de México, Perú y Ecuador; el mango deshidratado se ubicó en el sexto lugar. En cuanto a jugo, Colombia exportó a Estados Unidos, Jamaica, Holanda, Panamá, Venezuela.

El esfuerzo de los exportadores colombianos de mango ha tenido poco éxito hasta ahora; sin embargo, la experiencia más reciente de los exportadores del Caribe colombiano muestra que es posible competir en los mercados internacionales con este producto y desarrollar las condiciones de éxito para lograrlo. En primer lugar, los proyectos de exportación han tenido que ser ajustados a las condiciones agroclimáticas de las zonas de producción en Colombia. En segundo lugar, el paquete tecnológico adoptado, que se hizo a semejanza del aplicado por Ecuador y Perú. De igual manera, se han estado redefiniendo las variedades con mejores posibilidades en los mercados internacionales, incluyendo los cultivares nativos, como el vallenato; esto ha implicado la sustitución de algunas áreas de variedades como el Haden.

En concordancia, se abre un espacio para las variedades nativas, que coincide con la tendencia en los mercados a probar nuevas variedades, a medida que el consumidor se habitúa al producto. Esto abre posibilidades para comercializar el producto de tamaño más pequeño al tradicional. Por otra parte, el creciente interés de los consumidores por el sabor representa oportunidades para otras variedades cuyo principal atributo deja de ser la apariencia externa. En cuanto a las importaciones de mango procesado, no se reportan volúmenes significativos, en lo que va corrido del 2013, la cifra de importación no ha superado las 0,5 t.

En síntesis, y de acuerdo con la información de la Secretaría Técnica Nacional de la Cadena de Mango (MADR 2013), la cadena presenta oportunidades en los mercados internacionales, tanto para el producto en fresco como para la industria. Los argumentos generales son los siguientes:

- Para el mango en fresco, el país puede aprovechar dos ventanas de oportunidad en el mercado americano en los meses de febrero, marzo y abril, y, diciembre y enero, en los que no hay producción de mango en los países competidores como México, Ecuador y Perú.
- En el mango industrial existe una ventana de oportunidad para concentrado de mango en Estados Unidos porque salen en fechas diferentes al de la India.
- Los tratados de libre comercio sin arancel para concentrado de mango.
- Posición geográfica privilegiada, frente al resto de países competidores cercanos a Estados Unidos.
- Variedades de mango adaptadas a los requerimientos industriales. Altos grados Brix (dulzura).
- Las exportaciones de India están decreciendo, como resultado de la disminución del área sembrada, frente al aumento de ingresos de la población.

Capítulo XIII

Valoración de subproductos

El fruto puede ser usado cuando está en estado verde, medio maduro o completamente maduro. La pulpa cocida y endulzada puede ser empleada en la preparación de dulces, conservas, pastas y golosinas. Los productos secos o deshidratados en capas delgadas, con sabor natural, son buenos complementos en la industria de heladería (Medina et al. 1981). En la India es muy usual el uso de un polvo agrídulce, llamado *amchur*, hecho de la pulpa seca y molida. La semilla molida se usa en ocasiones como harina y las flores y hojas tiernas se comen en ciertas partes del sudeste de Asia (Parrotta 1993).

La corteza contiene mangiferina, es astringente y es empleada contra el reumatismo y la difteria en la India. Extractos de frutas inmaduras y de la corteza, tallos y hojas han mostrado actividad antibiótica. En algunas de las islas del Caribe, la decocción de hojas se toma como un remedio para la diarrea, fiebre, dolor de pecho, diabetes, hipertensión y otros males (Morton 1987).

En Antioquia se avanza en el conocimiento de los potenciales de esta especie, la Universidad Nacional de Medellín, ha reconocido la riqueza de la estructura del mango en la variedad Tommy Atkins, pues incrementa los niveles de Ca que permiten teóricamente incorporar un 20 % de la ingesta diaria recomendada (IDR)/200g de mango fresco.

Por otra parte, la Universidad de Antioquia ha demostrado la actividad inhibitoria del extracto etanólico de la semilla de mango sobre los efectos enzimáticos de los venenos de las serpientes *B. asper* y *P. nasutum* y la actividad antimicrobiana sobre *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus*, microorganismos de la flora normal en su boca y colmillos. Se propone la vinculación de departamentos de biología a nivel interinstitucional para seguir indagando en la bioquímica de esta reacción y en su instrumentación en el bien inmueble departamental, dedicado a este tipo de investigación en Armero-Guayabal (Tolima). La valoración se mide por el costo de esta investigación aplicada con variedades en el plazo inmediato y los beneficios de los productos, procesos y patentes derivadas.

En Tolima, específicamente en el municipio de Roncesvalles, se plantea la introducción de una bebida láctea a base de mermelada de mango a un costo de producción aproximado de \$1.541/L (pesos colombianos), absorbiendo la producción del sur y centro del departamento. En el centro de investigaciones Nataima se estudia el contenido de grasa en la semilla de las 85 accesiones presentes en la colección nacional de mango, que puede dar origen a aplicaciones farmacológicas y culinarias, hasta ahora inexploradas en la región.

Capítulo XIV

Indicadores económicos

Los indicadores económicos de productividad para el departamento del Tolima muestran mejores niveles que el promedio nacional, por lo tanto, se constituye en un cultivo que se debe priorizar y más cuando hace parte de la política de cadenas productivas del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y su participación fue incluida a partir del año 2009, cuando se conformó la organización de cadena del mango a escala nacional, con la participación de Asohofrucol, organizaciones de productores, industriales e instituciones de apoyo, como el MADR, el ICA y el Sena.

Rendimientos por hectárea

En cuanto al área mínima rentable para la producción de mango en el departamento del Tolima, según el Plan Frutícola Nacional (Asohofrucol 2006) se estima en 1,6 ha, con un precio mínimo de venta de producto en fresco de \$680.000/t y un rendimiento promedio de 12,4 t/ha. Sin embargo, el MADR (Agronet 2016) reporta para el departamento del Tolima un rendimiento promedio de t/ha para el año 2014, indicador que puede revelar los esfuerzos en tecnificación por parte de productores con el apoyo de instituciones de investigación como Corpoica (tabla 25).

Tabla 25. Área, producción y rendimiento para los tres departamentos más productores de mango

Departamento	Año	Área (ha)	Producción (t)	Rendimiento (t/ha)
Cundinamarca	2014	8.530,8	90.790,3	10,6
Tolima	2014	5.539,0	77.231,0	13,9
Magdalena	2014	2.189,0	24.848,0	11,4

Fuente: Elaboración propia a partir de Agronet (2016)

Costos de producción del modelo productivo

De acuerdo con información de la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Mango (MADR 2013), los costos promedio por hectárea dependen de la tecnología utilizada. Así, por ejemplo, para la variedad de mango mediano, el costo es de \$10.180.640 por hectárea, mientras que para mango criollo el valor es de \$7.441.210. Cabe reseñar que los costos de establecimiento y sostenimiento para un cultivo tecnificado de mango (con riego incluido) pueden estar alrededor de los \$18 a \$20 millones por hectárea.

En cuanto a los costos de producción en el Tolima están un tanto por encima de los valores señalados en la tabla 26, dado el mayor grado de tecnificación de la zona, derivado de la experiencia de más de dos décadas y la investigación transferida a productores, a cargo de Corpoica y los productores de avanzada, además de la continua capacitación que se ofrece en la región, a cargo de secretarías agropecuarias municipales, el Sena y Asohfrucol.

Tabla 26. Costos de producción nacional de mango por tipo de productor (\$/ha)

Año de producción	Mediano variedad	Mediano criollo	Pequeño variedad	Pequeño criollo
2008	8.905.666	6.313.828	3.937.891	3.972.366
2009	9.529.063	6.755.796	4.213.543	4.250.432
2010	9.865.439	6.994.276	4.362.281	4.400.472
2011	10.180.640	7.217.743	4.501.656	4.541.067
2012	10.495.841	7.441.210	4.641.031	4.681.662

Fuente: Alvarado (2012)

Los retos en investigación sugieren la vinculación de gremios, el sector público y la academia, con miras a establecer la base de la construcción del territorio tolimense, a través de sistemas de producción de mango, condicionados al análisis de sostenibilidad predial, zonal, municipal y regional, además de la participación activa en la estrategia de ciencia, tecnología e innovación para el departamento, enmarcado en proyectos específicos como el del triángulo del Tolima.

Un marco de referencia específico para los costos del modelo productivo de mango para el valle del Alto Magdalena en Tolima, son los datos de la tabla 27, correspondientes muestra los resultados obtenidos en cuanto a la elaboración

de una estructura de costos de producción del cultivo de mango para el departamento del Tolima para el año 2016, haciendo énfasis en el problema de la mosca de la fruta en este cultivo, con base a información técnica que Corpoica obtuvo y organizó en el Centro de Investigación Nataima y posteriormente validó y consolidó con los pequeños y medianos productores del municipio de El Espinal en el departamento del Tolima. Para esto se referencio con base a un estudio de pre inversión realizado en el marco del proyecto de apoyo Alianzas Productivas – Mango – del municipio de El Espinal seleccionado en las convocatorias del Ministerio de Agricultura año 2011. En el anexo 3 se precisan los rubros o actividades que involucra el cultivo para mayor referencia.

Tabla 27. Costos de producción de una hectárea de mango según rubro y periodo. Municipio de El Espinal año 2016 (miles de pesos)

Concepto	Unidad	V. Unit (miles de pesos)	Años															
			1		2		3		4		5		6		7		8	
			Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor	Cant	Valor
Preparación terreno	Jor	35	10	350		0		0		0		0						
Aplicación materia orgánica	Jor	35	3	105		0		0		0		0						
Trazado, hoyado siembra	Jor	35	9	315	1	35		0		0		0						
Transporte y distribución material vegetal	Jor	35	0,5	17,5	0,5	17,5	0,5	17,5	0,5	17,5								
Aplicación herbicidas	Jor	35	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210
Plateo	Jor	35	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210	6	210
Control de malezas	Jor	35	12	420	12	420	10	350	8	280	7	245	6	2.520	5	2.100	4	1.400
Control de plagas y enfermedades	Jor	35	6	210	6	210	5	175	4	140	4	140	4	840	4	840	4	700
Fertilizaciones	Jor	35	2	70	3	105	4	140	4	140	4	140	4	280	4	420	4	560
Podas	Jor	35	1	35	2	70	3	105	3	105	4	140	4	140	4	280	4	420
Riegos y drenajes	Jor	35	3	105	3	105	3	105	4	140	4	140	4	420	4	420	4	420
Construcción y mantenimiento cercos	Jor	35	6	210		0	2	70		0	2	70		0	2	0		0
Recolección, selección y empaque	Jor	35	0	0	0	0	0	0	6	210	8	280	16	560	20	700	25	875
Monitoreo plagas	Jor	35	2	70	2	70	2	70	2	70	2	70	2	70	2	70	2	70
Total mano de obra	Jor	35	64,5	2.328	39,5	1.453	39,5	1.453	41,5	1.523	45	1.645	50	5.250	55	5.250	57	4.865

Continúa...

Continuación																		
Costos directos																		
Arboles injertos puesto en finca cultivador	N°	7	110	770	5	35		0		0		0		0		0		0
Materia orgánica	t	210	1	210		0		0		0		0		0		0		0
Fertilizantes edáficos	kg	2,9	0,5	1,45	1	2,9	3	8,7	5	14,5	6	17,4	6	17,4	6	17,4	6	17,4
Fertilizantes foliares	Lt/kg	25	0,5	12,5	1	25	3	75	5	125	6	150	6	150	6	150	6	150
Insecticidas	Lt/kg	45	5	225	5	225	5	225	5	225	5	225	5	225	5	225	5	225
Fungicidas	Lt/kg	90	1	90	1	90	2	180	3	270	4	360	6	540	8	720	12	1.080
Herbicidas	Lt/kg	25	5	125	5	125	5	125	6	150	6	150	6	150	6	150	6	150
Bactericidas	Lt/kg	25	4	100	4	100	4	100	6	150	6	150	6	150	6	150	6	150
Inductores florales	kg	3,6	0	0	0	0		0		0	100	360	100	360	100	360	100	360
Trampas	Unidad	10	0	0		0	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10	1	10
Proteínas control mosca	Lt/kg	21	0	0		0	0,2	4,2	0,2	4,2	0,2	4,2	0,2	4,2	0,2	4,2	0,2	4,2
Combustibles y lubricantes	Ha/Año	800	1	800	1	800	1	800	1	800	1	800	1	800	1	800	1	800
Herramientas varias	Ha/Año	22	1	22	1	22	1	22	1	22	0	0	0	0	0	0	0	0
Fumigadora de espalda	N°	285	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5	0,1	28,5
Fumigadora estacionaria	N°	4550		0		0		0		0	0,1	455	0,1	455	0,1	455	0,1	455
Repuestos y mantenimiento	Global	190	1	190	1	190	1	190	1	190	1	190	1	190	1	190	1	190
Postes para cercos	N°	8	15	120	0	0	8	64	0	0	8	64	0	0	8	64	0	0
Alambre púas	Rollo	176	0,5	88	0	0	0	0	0,5	88	0	0	0	0	0,5	88	0	0

Continúa...

Continuación																		
Grapas	kg	5,3	3	15,9	0	0	0	0	0,5	2,65	0	0	0	0,5	2,65	0	0	
Elementos mantenimiento riego	Gbl	45	1	45	1	45		0	1	45	1	45	1	45	1	45	1	45
Canastillas	Nº	15		0		0		0	3	45	6	90	6	90	5	75	1	15
Total insumos, equipos y htas				2.843		1.688		1.832		2.170		3.099		3.215		3.535		3.680
Subtotal costos directos				5.171		3.141		3.285		3.692		4.744		8.465		8.785		8.545
Costos indirectos																		
Tierra	\$/ha	1.500	1	1.500	1	1.500		0	1	1.500	1	1.500	1	1.500	1	1.500	1	1.500
Costo de oportunidad de capital	DTF de Costos Directos	0,0736	5.171	381	3.141	231,2	3.285	241,8	3.692	271,8	4.744	349,2	8.465	623	8.785	646,6	8.545	628,9
Administración	Gbl	1.200	0,05	60	0,05	60	0,05	60	0,05	60	0,05	450	0,05	450	0,05	450	0,05	450
Contador	Gbl	32	1	32	1	32	1	32	1	32	1	32	1	32	1	32	1	32
Vigilancia	Jor	40		0		0		0		0	2	80	2	80	2	80	2	80
Asistencia técnica	Gbl	2700	0,1	270	0,1	270	0,1	270	0,1	270	0,1	270	0,1	270	0,1	270	0,1	270
Análisis foliares		30		0		0		0		0		0		0		0		0
Análisis suelos		25	1	25	0	0	0	0	1	25	0	0	0	0	1	25	0	0
Servicios públicos	Gbl	600	0,05	30	0,05	30	0,05	30	0,05	30	0,05	30	0,05	30	0,05	30	0,05	30
Tarifas agua riego		60		0		0		0		0		0		0		0		0
Depreciación instalaciones riego	Global	126,16	0,1	12,6	0,1	12,62	0,1	12,62	0,1	12,62	0,1	12,62	0,1	12,62	0,1	12,62	0,1	12,62
Depreciación otras instalaciones		201,84	1,1	222	1,1	222	1,1	222	1,1	222	1,1	222	1,1	222	1,1	222	1,1	222
Continúa...																		

Continuación

Fomento	1% de las ventas	0,01	0	0	0	0	0	0	2320	23,2	4.640	46,4	9.280	92,8	11.600	116	14.500	145
Impuestos locales	0,5 por mil de arriendo	0,0005	1500	0,75	1.500	0,75	0	0	1.500	0,75	1.500	0,75	1.500	0,75	1.500	0,75	1.500	0,75
Subtotal Costos Indirectos				2.533		2.359		868,4		2.447		2.993		3.313		3.385		3.371
Total costos				7.704		5.500		4.153		6.140		7.737		11.778		12.170		11.916

Fuente: Varón et al. (2017)

En cuanto a la distribución de los costos se estima, con base en información de la Secretaría de Cadena que, para una plantación de ocho años, estos se distribuyen de la siguiente manera: mano de obra 32 %; insumos y equipos 40 % y costos indirectos 28 %.

En cuanto a los costos unitarios de producción para la región, según datos de la Secretaría Técnica Nacional de la Cadena, se calculan en \$677, costos que se consideran muy altos respecto a países como Perú y Ecuador, por lo que se requiere iniciar planes de fortalecimiento de la asistencia técnica y la transferencia de tecnología en el primer eslabón de la cadena (MADR 2013). Un análisis detallado de la producción de mango en el departamento muestra que este representa el 18 % del área sembrada a escala nacional, con un decrecimiento en los últimos seis años.

En el Tolima, el mango se encuentra sembrado en buena parte del territorio, su mayor producción se concentra en los municipios de El Espinal y Guamo, en donde el cultivo alcanza el 71,8 % del total de los cultivos de los dos municipios. San Luis, Piedras, Coello, Natagaima y Ambalema también registran un alto índice de siembra de mango (tabla 28).

En cuanto al comportamiento anual del área sembrada, en los últimos cinco años, los municipios muestran tendencias diferenciadas, con un comportamiento a la baja en la mayoría de estas, mostrando una tasa negativa de crecimiento a escala departamental del 5,5 % al año, mientras que a escala nacional el índice de crecimiento ha arrojado un resultado positivo.

En términos de producción, Tolima presenta óptimos niveles de participación a escala nacional, donde se registra un promedio de 27,1 % con cerca de 56.806 t en el periodo comprendido entre el 2007 y 2012. En la tabla 29 se muestra un alto índice de crecimiento de la producción en los municipios de El Espinal, Guamo, San Luis y Coello con respecto a otras regiones como Piedras e Icononzo que muestran resultados negativos.

Tabla 28. Evolución del área sembrada de mango por ha en el departamento del Tolima

Municipio	2007	2008	2009	2010	2011	2012*	Promedio	Participación	Crecim. anual
Región Alto Magdalena									
El Espinal	1.300	1.300	1.343	1.108	1.108	1.234	1.232	29,6%	a2,7%
Guamo	1.250	1.230	1.347	500	500	967	966	23,2%	a14,2%
San Luis	375	378	381	411	421	394	393	9,5%	1,8%
Piedras	428	435	442	40	40	277	277	6,7%	a33,5%
Coello	195	204	213	238	215	213	213	5,1%	2,1%
Natagaima	65	65	76	80	775	213	212	5,1%	38,3%
Ambalema	190	160	160	40	43	119	119	2,9%	a21,9%
Coyaima	110	108	108	110	110	109	109	2,6%	0,1%
Purificación	90	90	90	90	85	89	89	2,1%	a0,6%
Suárez	110	110	109	30	30	78	78	1,9%	a19,8%
Saldaña	90	84	54	50	50	66	66	1,6%	a9,2%
Prado	70	60	60	55	55	60	60	1,4%	a3,2%
Lérida	33	38	34	34	50	38	38	0,9%	4,3%
Carmen de Apicalá	40	35	30	40	40	37	37	0,9%	0,9%
Venadillo	40	40	38	28	28	35	35	0,8%	a5,9%
Ortega	23	23	25	25	27	25	25	0,6%	2,4%
Flandes	40	35	15	15	15	24	24	0,6%	a14,5%
Alvarado	22	22	nd	nd	nd	nd	22	0,5%	0,0%
Mariquita	25	18	nd	nd	nd	nd	22	0,5%	a32,9%
Armero (Guayabal)	17	17	17	nd	nd	nd	17	0,4%	0,0%
Otros municipios									
Melgar	120	120	120			nd	120	2,9%	0,0%
Falan	40	40				nd	40	1,0%	0,0%

Continúa...

									Continuación
Icononzo	40	40	3			nd	28	0,7%	a129,5%
Ibagué	15	15	15	35	35	23	23	0,6%	15,8%
Honda	28	25	25	12	17	21	21	0,5%	a9,2%
Anzoátegui	8	8				nd	8	0,2%	0,0%
Valle de San Juan	8	8	8	8	8	8	8	0,2%	0,0%
Departamento	4.772	4.708	4.713	2.949	3.652	4.165	4.160	100%	a5,5%
Región Alto Magdalena	4.521	4.460	4.542	2.894	3.592	4.007	4.003		a4,9%
Participación por región	95%	95%	96%	98%	98%	96%	96%	96%	
Total nacional	21.314	22.003	23.656	22.000	22.277	22.284	22.256		0,5%
Participación región Magdalena vs. Nacional	21,2%	20,3%	19,2%	13,2%	16,1%	18,0%	18,0%		a5,4%

* Proyectado por Asohofrucol. Nd: No dato.

Fuente: MADR (2013)

Tabla 29. Evolución de la producción de mango por toneladas en el departamento del Tolima

Municipios	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio	Participación	Crecimiento anual
Región del Alto Magdalena									
El Espinal	16.350	12.708	29.597	15.776	15.700	18.053	18.031	31,7%	1,4%
Guamo	15.000	18.152	32.595	9.500	9.600	16.993	16.973	29,8%	a7,2%
San Luis	1.120	1.120	9.855	10.692	11.097	6.790	6.779	11,9%	45,6%
Coello	3.450	2.244	5.626	5.282	3.150	3.957	3.951	6,9%	4,7%
Piedras	4.000	4.500	6.740	600	500	3.272	3.269	5,7%	a28,6%
Ambalema	1.785	1.245	1.560	1.560	1.560	1.544	1.542	2,7%	a0,1%
Suárez	645	890	2.696	140	142	904	903	1,6%	a19,4%
Purificación	750	650	720	820	750	739	738	1,3%	1,4%
Coyaima	1.350	420	720	570	590	731	730	1,3%	a6,5%
Carmen de Apicalá	550	480	450	600	1.200	657	656	1,2%	11,2%
Natagaima	975	980	240	240	186	525	524	0,9%	a23,1%
Flandes	400	400	450	450	480	437	436	0,8%	2,8%
Prado	450	450	360	275	280	363	363	0,6%	a7,9%
Saldaña	410	516	336	252	298	363	362	0,6%	a7,3%
Alvarado	330	330				nd	330	0,6%	0,0%
Venadillo	240	250	340	375	375	317	316	0,6%	7,7%
Armero (Guayabal)	90	115	289			nd	165	0,3%	58,3%
Lérida	275	231	73	73	102	151	151	0,3%	a15,6%
Mariquita	96	144				nd	120	0,2%	40,5%
Ortega	88	160	60	66	60	87	87	0,2%	a8,3%
Otros municipios									
Falan	400	400	nd	nd	nd	nd	400	0,7%	0,0%
Melgar	250	260	300	nd	nd	nd	270	0,5%	9,1%
Icononzo	360	360	27	nd	nd	nd	249	0,4%	a129,5%
Honda	195	190	124	144	42	139	139	0,2%	a17,3%
Continúa...									

									Continuación
Valle de San Juan	0	0	210	210	210	126	126	0,2%	a15,3%
Anzoátegui	80	80	nd	nd	nd	nd	80	0,1%	0,0%
Ibagué	0	0	128	128	130	77	77	0,1%	a14,9%
Total departamento	49.639	47.275	93.495	47.752	46.452	56.224	56.806	100,0%	a0,3%
Total región Alto Magdalena	48.434	46.065	92.707	47.271	46.070	56.193	56.123	98,6%	0,2%
Partic. región	97,6%	97,4%	99,2%	99,0%	99,2%	99,9%	98,8%		0,5%
Total nacional	184.986	187.887	239.745	201.026	221.015	207.249	206.985		2,5%
Participación región Magdalena vs. nacional	26,2%	24,5%	38,7%	23,5%	20,8%	27,1%	27,1%		a2,3%

* Proyectado Asohfrucol. Nd: No dato.

Fuente: MADR (2013)

En cuanto a los rendimientos, el departamento muestra mejores niveles de productividad que el promedio nacional (13,7 t/ha vs. 11,1 t/ha), con un crecimiento anual del 7,3 % frente a 1,8 % del referente nacional (tabla 30). Las localidades con mayores niveles de productividad se presentan en los municipios de Ambalema, Valle de San Juan, Flandes, San Luis, Coello y Guamo, que según los indicadores sobrepasan casi el doble del promedio nacional.

Tabla 30. Evolución de los rendimientos de mango en el departamento del Tolima (t/ha)

Municipios	2007	2008	2009	2010	2011	2012	Promedio	Crecim. Anual
Promedio Tolima	10,0	9,9	16,7	14,9	14,9	13,3	13,3	7,3%
Promedio región Alto Magdalena	10,9	10,7	17,3	14,8	15,1	13,8	13,7	5,9%
Promedio Nacional	10,4	10,4	12,2	10,8	11,9	11,2	11,1	1,8%

* Proyectado Asohofrucol

Fuente: MADR (2013)

En productividad, es importante señalar que Colombia se encuentra entre los 30 países con mayor rendimiento por hectárea en el mundo (FAO c2017), con una producción de 10,2 t/ha; el país supera el promedio mundial de 9,5 t/ha, siguiendo la tendencia de los países pequeños productores, que presentan los más altos rendimientos por hectárea en la producción de mango. Sin embargo, a escala regional, comparado con los de países vecinos como Perú y Ecuador, donde los rendimientos promedio son de 15 a 18 t/ha, el país es menos competitivo.

Perspectivas del desarrollo a escala regional

El cultivo de mango en el Tolima es una de las cadenas agroproductivas priorizadas en el marco del Plan de Desarrollo Departamental 2012 al 2015. El capítulo del sector agropecuario del plan precisa:

Se enfocará el desarrollo agropecuario basado en encadenamientos productivos que tiendan a la generación de valor agregado, factores habilitantes para la agroindustria y estrategias comerciales que incluyan una marca regional para posicionamiento de mercados y diferenciación del producto. Se promoverá el desarrollo de la horticultura y la fruticultura en el

Tolima acorde a las condiciones del mercado; fortaleciendo encadenamientos como aguacate, mango y cítricos entre otros en aspectos como: Mejoramiento de la calidad, trazabilidad e inocuidad y desarrollo tecnológico para la producción, empresarización de las organizaciones locales y regionales, gestión comercial y valor agregado (Gobernación del Tolima 2013).

Según cálculos del Plan Frutícola Nacional (PFN), submodelo departamental Tolima (Asohofrucol 2006), la priorización de frutales para el departamento mediante la modelación económica, partiendo de un juego de variables como oferta edafoclimática, tradición productiva, tecnología, rentabilidad financiera, ambiental y social y el consumo interno, se priorizaron las especies frutales con mayor potencial para el departamento, en donde el mango aparece en primer lugar, seguido de naranja, limón, bananito, aguacate, guayaba, mora, tomate de árbol, toronja, guanábana, lulo, maracuyá, granadilla y papaya.

Teniendo en cuenta la información anterior, se precisó que el departamento cuenta con un potencial para la siembra de mango de unas 5.000 ha; de esta área, en el plan nacional frutícola se recomendó que el 70 % sea de mango criollo para la industria y 30 % de mango de mesa, adecuado para el consumo en fresco. Cifras que, sin embargo, deberán ser revisadas debido a la baja industrialización local del mango criollo y a una mayor demanda del mango de mesa. Las 5.000 ha nuevas para el cultivo de este fruto se deben distribuir en los municipios de Coello, Guamo, Natagaima, Coyaima, Suárez y Purificación; no obstante, en estos es recomendable actualizar los cálculos de acuerdo con las nuevas tendencias del mercado, los tratados de libre comercio (TLC) y los desarrollos científicos que surjan en el futuro.

Un recurso que tiene la región y que puede facilitar la expansión del cultivo es la existencia del distrito de Riego del Triángulo del Tolima, que involucra parte del territorio de los municipios Natagaima, Coyaima y Purificación. Este distrito de riego cuenta con una extensión de aproximadamente 24.607 ha aprovechables, y representa un excelente potencial para el desarrollo comercial y tecnificado de por lo menos 10.000 ha de frutales, que, según las proyecciones, generarían más de 14.000 empleos permanentes por año, entre directos e indirectos.

La caracterización general de la cadena productiva del mango para agroindustria, se concentra principalmente en las diferentes variedades de mango criollo que son cosechadas en Colombia, siendo el Tolima una de las zonas que cuenta con las condiciones adecuadas para el establecimiento de estos cultivos.

Cabe señalar que, para la consolidación de la cadena, los programas de certificación tienen un gran impacto, pues contribuyen con la implementación de programas como buenas prácticas agrícolas (BPA), que como consecuencia directa mejorarán las condiciones sanitarias y agronómicas del cultivo y, por lo tanto, su producción, posicionamiento en el mercado y comercialización.

Recientemente, la cadena productiva del mango fue priorizada por el Programa de Transformación Productiva (PTP) del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, como uno de los subsectores a potenciar, en aras de convertirlo en un producto exportador de talla mundial.

A escala regional, el departamento del Tolima en conjunto con Cundinamarca, hacen parte del comité regional de la zona centro de la cadena, conformado por los siguientes actores: Secretaría de Agricultura del Tolima, Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, Asohofrucol (Nacional, Comité Departamental de Cundinamarca y del Tolima), Sena, Corpoica, ICA, Frutijab, representantes de comercializadores, Umata Anapoima, Umata Girardot, Centro Provincial Brisas del Magdalena, Promango, Asomango, Mangocol, representante de los asistentes técnicos de Cundinamarca y del Tolima, Fundación Yulima, Fundación Crear, Pulpas S.A.S. y el proyecto Mega de la CCB.

El objetivo de estas iniciativas es promover la competitividad y productividad de la cadena, en concordancia con los lineamientos de la Ley 811 del 2011, sobre organizaciones de cadena. Entre sus principales acciones desarrolladas se cuentan: actualización tecnológica de asistentes técnicos y productores, capacitación en buenas prácticas agrícolas (BPA) e inocuidad, creación del centro de gestión veredal, apoyo en la gestión de proyectos a la convocatoria de alianzas productivas, actividades de transferencia de tecnología a través de las escuelas rurales de campo, apoyo en la realización de talleres de podas ejecutados por Asohofrucol, construcción del acuerdo de competitividad y una misión internacional Perú-

Ecuador. Cabe resaltar que el acuerdo de competitividad³ fue recientemente aprobado por el Consejo Nacional de la Cadena de Mango y se constituye en un instrumento clave para orientar el accionar de la cadena a largo plazo; su visión, objetivos y alcances se visualizan en la tabla 31.

Tabla 31. Acuerdo de competitividad de la cadena productiva del mango 2012-2023

Visión	En el 2023 la Cadena Productiva del Mango liderará de forma concertada, con la participación activa de todos los actores que la componen, un proceso sólido y estructurado para consolidar su desarrollo integral en las áreas sociales, económicas, técnicas y ambientales y demostrará su capacidad competitiva en el sector agroalimentario a escala nacional e internacional.
Misión	Somos una cadena productiva integradora en todo el proceso productivo agroalimentario, reconocidos por el alto nivel de competitividad y compromiso desarrollado a partir de procesos de planeación, formación y seguimiento, dirigida a apoyar a los pequeños y medianos productores a través de alianzas estratégicas con los otros eslabones que en ella participan.
Objetivo general	Desarrollar integralmente procesos productivos agroindustriales de mango que sean altamente competitivos en el país y para el mercado internacional.
Objetivos específicos	<ul style="list-style-type: none"> • Garantizar permanentemente el servicio profesional de asistencia técnica a los pequeños, medianos y grandes productores de mango en el país. • Promover la constitución y legalización de organizaciones empresariales de productores de mango. • Difundir masivamente los avances de investigación científica pública y privada con el fin de controlar el ataque de plagas y enfermedades. • Concientizar a los actores de la cadena por la participación activa y permanente en busca de mejorar las actuales condiciones de competitividad en los mercados nacionales e internacionales. • Comprometer a los entes de investigación públicos y privados para concretar y lograr acuerdos comerciales a futuro que sean permanentes y rentables. • Diseñar, estructurar y desarrollar talleres teórico - prácticos dirigidos a fortalecer las organizaciones de productores, utilizando como herramienta giras para conocer experiencias exitosas.

Fuente: MADR (2013)

³ El acuerdo fue aprobado por el Consejo Nacional de la Cadena del Mango en la primera sesión del año 2013.

Los autores

Jairo García Lozano

jgarcia@corpoica.org.co

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima, con maestría y doctorado en Ciencias Agrarias con énfasis en fisiología vegetal. Las temáticas de investigación en las cuales ha participado son el estudio de recursos genéticos vegetales, zonificación edafoclimática de la aptitud de tierras para diversos cultivos, interacción genotipo ambiente y evaluación de mecanismos de adaptación de los cultivos bajo condiciones de estrés abiótico. Ante el efecto directo de cambio climático y en la búsqueda de estrategias de adaptación, tiene interés en profundizar en el estudio de los mecanismos de respuesta fisiológicos y bioquímicos al estrés hídrico, lumínico y térmico en cacao, mango y cítricos.

Carlos Alberto Abaunza González

cabaunza@corpoica.org.co

Agrólogo de la Universidad Jorge Tadeo Lozano, con maestrías en Agroecología y Desarrollo Rural Sostenible de la Universidad Internacional de Andalucía y en Gestión Ambiental de la Universidad Javeriana. Participa en la investigación de los factores asociados a la morfología y factores químicos, físicos y biológicos que contribuyen a la formación de suelos en diferentes regiones y sistemas productivos del país con el objeto de generar prácticas de manejo y acondicionamiento físico del suelo y su distribución en el paisaje, dándole, por consiguiente, un mejor uso a los recursos naturales y a la naturaleza misma. Su interés está enfocado en relacionar características de los nichos ecológicos con aspectos fenológicos de los cultivos en los sistemas de producción que permitan zonificaciones más precisas de áreas para producción de cultivos.

Jesús Elías Rivera Velasco

Ingeniero Agrónomo de la Universidad Nacional de Colombia, con experiencia en formulación y evaluación de proyectos en el sector agropecuario; investigación y desarrollo de mercados; desarrollo de estrategias de comercialización para mercados locales y nacionales; formulación de planes y conformación de ruedas de negocios; concepción e implementación de sistemas de seguimiento y evaluación de proyecto y programas. Tiene conocimientos y experiencia sobre la operación de instrumentos de apoyo al sector agropecuario como el seguro agropecuario, alianzas productivas, promoción de emprendimientos, investigación y desarrollo, entre otros.



Bibliografía

- Abad M. 1993. Sustratos. Características y propiedades. En: Cánovas F, Díaz JR, editores. Cultivos sin suelo. Almería, España: Instituto de Estudios Almerienses. pp.47-62.
- Abad-Berjon M, Noguera-Murray P, Carrión-Benedito C. 2004 Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán M, editor. Cultivo sin suelo. Madrid, España: Mundi Prensa. pp. 113-158.
- Abaunza CA, Arcila AM, Yacomelo MJ. 2016 Identificación de sustratos potenciales para la producción de mango en vivero en la región Caribe. Informe final meta. Zona Bananera, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Agronet. 2016. Estadísticas. Agrícola. Área, producción, rendimiento y participación. [consultado 2017 abril]. <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx>.
- Aluja SM. 1984. Manejo integrado de moscas de la fruta (Diptera: Tephritidae). México DF: Programa Mosca del Mediterráneo.
- Alvarado JR. 2012. Las tareas del Acuerdo de Competitividad de la Cadena del Mango. Frutas y Hortalizas. [consultado 2017 mar];(25):16-19. <http://www.asohofrucol.com.co/archivos/Revista/Revista25.pdf>.
- Anila R, Radha T. 2003. Studies on fruit drop in mango varieties. J Trop Agr. 41:30-32.
- Ansorena J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Arauz LF. 2000. Mango anthracnose: economic impact and current options for integrated management. Plant Dis. 84(6):600-611.
- [Asohofrucol] Asociación Hortifrutícola de Colombia. 2006. Plan Frutícola Nacional. Cali, Colombia: Asohofrucol.
- Avilán L. 1989. Descriptores para mango. Maracay, Venezuela: Instituto de Investigaciones Agronómicas-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.
- Avilán L, Rengifo C, Dorantes Y, Rodríguez M. 1993. El cultivo del manguero en Venezuela. Fonaiap Divulga. 10(42):23-28.
- Avilán L, Dorantes I, Rodríguez M, Arellano J. 1998. Caracterización y comportamiento floral de algunos cultivares de mango. Agron Trop 48:69-82.
- Avilán L, Rodríguez M, Ruiz J. 2000. El mango se poda: ¿por qué, cuándo y cómo? Fonaiap Divulga. 85:13-16.

- Bahtia R, Gupta D, Chandel J, Sharma N. 1995. Relative abundance of insect visitors on flower of major subtropical fruits in Himachal Pradesh y their effect on fruit set. *Indian J Agr Sci.* 65:907-912.
- Bally ISE. 2006. *Mangifera indica* (mango), ver. 3.1. En: Elevitch CR, editor. *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry.* Hawaii, EE. UU.: [PAR] Permanent Agriculture Resources; [consultado 2011 junio]. <http://www.agroforestry.net/tti/>.
- Bateman MA. 1972. The ecology of fruit flies. *Annu Rev Entomol.* 17(1):493-518.
- Bernal JA, Díaz CA, Tamayo A, Kondo DT, Mesa NC, Ochoa R, Tamayo PJ, Londoño M. 2009. Tecnología para el cultivo del mango con énfasis en mangos criollos. Rionegro, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- Canizales SA, Celemín JS, Mora-Delgado J. 2010. Diversidad y uso de arvenses en pasturas de fincas ganaderas del Alto Magdalena (Tolima, Colombia). *Zootecnia Trop.* 28(3):427-437.
- Casierra-Posada F, Guzmán JA. 2009. Efecto del portainjerto y del injerto intermedio sobre la calidad de fruta en mango (*Mangifera indica* L.). *Agron Colomb.* 27(3):367-374.
- Castillo E. 1987. Combate químico de *Anastrepha striata* (Diptera: Tephritidae) en cinco variedades de *Psidium guajava* L., en Turrialba, Costa Rica [trabajo de grado] [San José, Costa Rica]: Universidad de Costa Rica.
- [CCI] Corporación Colombia Internacional. 2010. Estudio diagnóstico para el acceso del mango a los mercados internacionales al 2010. Bogotá, Colombia: [MADR] Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Colombia, [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 1806, Por la cual se dictan disposiciones para el registro y manejo de predios de producción de fruta fresca para exportación y el registro de los exportadores. Bogotá, Colombia: Diario Oficial, 7 de septiembre de 2004.
- Colombia, [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. Resolución 3180, Por medio de la cual se establecen los requisitos y procedimientos para la producción y distribución de material de propagación de frutales en el territorio nacional y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia: ICA, 26 de agosto de 2009.
- [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias, [Asohofrucol] Asociación Hortifrutícola de Colombia. 2013. Modelo tecnológico para el cultivo de mango en el valle del Alto Magdalena en el

- departamento del Magdalena; Asohofrucol; [consultado 2015 dic]. http://www.asohofrucol.com.co/archivos/biblioteca/biblioteca_264_MP_Mango.pdf.
- [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias, Fondo Adaptación. 2016. Sistema de apoyo para la toma de decisiones agroclimáticamente inteligente. [consultado 2017 mar 31]. <http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/SEMapa/Inicio/>.
- Corredor JP, García J. 2011. Fenología reproductiva, biología floral y visitantes florales en los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Hilacha y Tommy Atkins en el valle del Alto Magdalena (Colombia). *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria*. 12(1):21-32.
- Cruz E, Sandoval M, Volke V, Ordaz V, Tirado JL, Sánchez, J. 2010. Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas. *Terra Latinoam*. 28(3):219-229.
- Dag A, Gazit S. 2000. Mango pollinators in Israel. *J Appl Hort* 2:39-43
- Davenport T, Núñez ER. 1997. Reproductive physiology. En: Litz RE, editor. *The mango: botany production and uses*. Wallingford, UK: CAB International. pp. 69-146.
- Eskafi FM, Kolbe MM. 1990. Predation on larval and pupal *Ceratitidis capitata* (Diptera: Tephritidae) by the ant *Solenopsis geminata* (Hymenoptera: Formicidae) and other predators in Guatemala. *Environ Entomol*. 19(1):148-153.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. s. f. Evapotranspiración de referencia (ET_o). [consultado 2017 abr]. <http://www.fao.org/3/a-x0490s/x0490s01.pdf>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2017. Statistics. [consultado 2015 oct]. <http://www.fao.org/statistics/en/>.
- [FAO] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2002. El cultivo protegido en clima mediterráneo. Roma, Italia: FAO; [consultado 2016 oct 18]. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/005/s8630S/s8630S00.pdf>.
- Fonteno W, Harden C, Brewster J. 2000 Procedures for determining physical properties of horticultural substrates using the NCSU porometer. Raleigh, EE. UU.: Horticultural Substrates Laboratory, North Carolina State University.
- García J, Sandoval AP, Forero F, Floriano JA, Salamanca G, Bernal JA, Gómez G. 2009a. Atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria.

- Espinal, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- García J, Floriano JA, Corredor JP, Bernal JA, Vásquez LA, Sandoval AP, Forero F, Gómez G. 2009b. Descripción de las variedades de mango criollo colombiano. Espinal, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- García J, Bernal JA, Díaz CA, Arboney J. 2010. Selección del material de siembra y propagación de mango criollo. Espinal, Colombia. [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- García J, Sandoval AP. 2011. Recomendaciones para la implementación de buenas prácticas agrícolas en la producción de mango en el Tolima (primera versión). El Espinal, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria.
- García J, Sandoval A, Lozano MD, Varón E. 2013. Guía técnica para el cultivo de mango. Modelo productivo dirigido a mejorar la productividad y la competitividad. Espinal, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria.
- Gehrke-Vélez MR, Castillo-Vera A, Ruiz-Bello C, Moreno-Martínez JL. 2011. Viabilidad y germinación del polen en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataúlfo. *Interciencia*. 36(5):378-385.
- Gobernación del Tolima. 2013. Plan de desarrollo Departamental 2012-2015. Unidos por la grandeza del Tolima. Ibagué, Colombia: Gobernación del Tolima.
- Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz. s. f. Cultivos frutícolas- Fruticultura. Santa Cruz, Bolivia: Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz.
- Gobierno del Estado de Colima. 2005. Paquete tecnológico para el cultivo de mango en el Estado de Colima. N.º 003. Colima, México: Gobierno del Estado de Colima.
- Hedström I. 1992. Why do guava fruit flies, *Anastrepha striata* (Tephritidae), avoid the upper canopy of host trees? *Trop Pest Manage*. 38(2):136-143.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2009. Manual técnico para viveristas en mango. Bogotá, Colombia: ICA.
- [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario. 2013. Colombia podrá exportar mango fresco en rodajas a EE. UU. [consultado 2016 abril].

- <http://www.ica.gov.co/Noticias/Agricola/2013/Colombia-podra-exportar-mango-fresco-en-rodajas-a.aspx>.
- [Icontec] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. 2003. NTC 5210. Frutas frescas. Mango. Variedades mejoradas. Especificaciones. Bogotá, Colombia: Icontec.
- [IDEAM] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2005. Atlas Climatológico de Colombia. Bogotá, Colombia: IDEAM
- [IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Tolima. Bogotá, Colombia: IGAC.
- [IPGRI] International Plant Genetic Resources Institute. 2006. Descriptors for mango (*Mangifera indica* L.). Roma, Italia: Biodiversity International.
- Juliano J, Cuevas N. 1932. Floral morphology on the mango (*Mangifera indica* L.) with special reference to the Pico variety from the Phylippines. Philipp Agr. 21(1):15-24.
- Kondo T, Ramos AA, Vergara EV. 2008. Updated list of mealybugs and putoids from Colombia (Hemiptera: Pseudococcidae and Putoidae). Bol Mus Ent Univ Valle. 9(1):29-53
- León W. 2003. Estudio anatómico del xilema secundario de 17 especies de la familia Anacardiaceae en Venezuela. Acta Bot Venez. 26(1)1-30.
- Ligarreto GA. 2012. Recursos genéticos de especies frutícolas en Colombia. En Fischer G. Manual para el cultivo de frutales en Colombia. Bogotá, Colombia: Produmedios. pp. 35-53.
- Litz RE. 1997. The mango. Botany, production and uses. Nueva York, EE. UU.: CABI.
- [MADR] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural. 2000. Manual del exportador de frutas, hortalizas y tubérculos en Colombia. Bogotá, Colombia: MADR.
- [MADR] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Rural. 2013. Informe de Coyuntura de la cadena de mango. Bogotá, Colombia: Secretaría Técnica Nacional de la Cadena.
- Medina JC, Bleinroth EW, Martin ZJ, Quast DG, Hashizume T, Figueiredo NMS, Moretti VA, Canto WL, Bicudo Neto LC. 1981. Manga: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas, Brasil: Instituto de Tecnologia de Alimentos.
- Ministerio de Minas, [UPME] Unidad de Planeación Minero Energética, [Ideam] Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia. 2006. Atlas del viento y energía eólica de Colombia. Bogotá, Colombia: MAVDT, UPME.

- Mora J, Gamboa J, Elizondo R. 2002. Guía para el cultivo del Mango. San José, Costa Rica: Ministerio de Agricultura y Ganadería.
- Morton JF. 1987. Fruits of Warm Climates. Miami, EE. UU.: Echo Point Books & Media; [consultado 2017 abril]. <https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html>.
- Mukherjee SK. 1953. The mango, its botany, cultivation, uses and future improvement. *Econ Bot* 7(2):130-162.
- Mukherjee SK. 1972. Origin of mango (*Mangifera indica*). En *Econ Bot*. 26(3):260-264.
- Nakasone HY, Paull RE. 1998. Tropical fruits. Wallingford, Reino Unido: CAB International.
- Núñez L, Pardo F. 1989. Las moscas de las frutas. Cartilla ilustrada 49. Bogotá, Colombia: [ICA] Instituto Colombiano Agropecuario.
- Osorio JA, Martínez EP, Hío JC. 2012. Screening de filtrados de cultivos microbianos, extractos vegetales y fungicidas para el control de la antracnosis del mango. *Agron Colomb*. 30(2):222-229.
- Parrotta JA. 1993. *Mangifera indica* L. Mango. Res. Note SO-ITF-SM-63. Nueva Orleans, EE. UU.: US Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station.
- Pereañez JA, Patiño AC, Ciro G, Vargas LJ, Vásquez J, Salazar A, Rey J. 2009. Búsqueda de alternativas terapéuticas para el accidente ofídico en residuos agroindustriales de frutas tropicales. *Vitae*. 16(3):378-387.
- Popenoe W. 1917. The pollination of the mango. *Bulletin of the US Department of Agriculture*. 542:1-20.
- Prieto JJ, Covarrubias JE, Romero A, Figueroa J. 2005. Paquete tecnológico del cultivo del mango en Colima. Colima, México: Gobierno del Estado de Colima.
- Ramírez F, Davenport TL. 2010. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Hort*. 126(2):65-72.
- Rao VNM, Khader JBMMA. 1980. Effect of pruning and thinning of young shoot clusters of mango. *Sci Cult*. 46(2):71-72.
- Reyes C. 2004. Manejo agronómico del mango (*Mangifera indica* L.). Documento presentado en: Curso Nacional sobre Producción de Frutas de Clima Cálido. Palmira, Colombia.
- Rivera DM. 1996. Embriogénesis somática, transformación y regeneración del mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo e Hindi [tesis de doctorado] [Ciudad de México]. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

- Rodríguez M, Guerrero M, Sandoval R. 2002. Guía técnica. Cultivo de mango. [consultado 2015 dic]. <http://docplayer.es/337802-Guia-tecnica-cultivo-de-mango.html>.
- Sánchez-García JA, Avendaño-Flores S, Martínez-Martínez L, Figueroa-De la Rosa JI, Jarquín-López R. 2014. Parasitoides asociados a moscas de la fruta del género *anastrepha* Schiner (Diptera: Tephritidae) en Oaxaca, México. *Nat Desarro*. 12(1):46-58.
- Sergent E, Casanova E, Leal F. 1993. Influencia de algunos factores climáticos y nutricionales sobre el rendimiento del mango (*Mangifera indica* L.) *Rev Fac Agron (Luz)*. 10(3):287-296.
- Sierra J, Arcila A. 2002. La biodiversidad vegetal de las pasturas tropicales: elemento indispensable para una producción limpia en la ganadería. *El Cebú*. (324):36-40.
- Singh L. 1969. Mango. En: Ferwerden PP, Wit F, editores. *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Wageningen, Países Bajos: H. Veenman & Zonen. pp. 309-327.
- Siqueira KMM, Kiill LHP, Martins CF, Lemos IB, Monteiro SP, Feitoza EA. 2008. Estudio comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco. *Rev Bras Frutic*. 30(2):303-310.
- [STNCM] Secretaría Técnica Nacional de la Cadena del Mango. 2012. Informe de gestión. Bogotá, Colombia: STNCM.
- Sousa JH, Pigozzo CM, Viana BF. 2010. Polinização de manga (*Mangifera indica* L. - Anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do São Francisco, Bahia. *Oecol Aust*. 14(1):165-173.
- Spencer JL, Kennard WC. 1956. Limited stigmatic receptivity may contribute to low fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). *Proc Am Soc Hort Sci*. 67:287-289.
- Sturrock D. 1944. Notes on the mango. Stuart, EE. UU.: Stuart Daily News.
- Tafur RR, Toro JC. 2005. Proyecto productivo del mango en los departamentos de Bolívar, Córdoba y Sucre. Cali, Colombia: Grupo Gestor de Frutales.
- Támara RE. 2016. Diseño de campo para sistema de riego por goteo lote establecimiento. Informe de gestión. Sevilla, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CI Caribia.
- Valverde JC. 2007. Riego y drenaje. San José de Costa Rica: Euned.
- Varón EH, Sierra PV, Dorado FJ. 2017. Estrategias tradicionales de manejo de la mosca de la fruta en fincas de agricultores de Tolima y Cundinamarca,

- validadas. Informe final de meta. Espinal, Colombia: [Corpoica] Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CI Nataima.
- Villasmil M. 2008. Uso de desechos orgánicos compostados en mezclas para la producción de dos plantas de temporada [tesis de maestría]. [Barquisimeto, Venezuela]: Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado.
- Young TW. 1942. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Florida. Proc Fla State Hort Soc. 55:106-110.
- Wharton RA, Gilstrap FE, Rhode RH, Fischel-M M, Hart WG. 1981. Hymenopterous egg-pupal and larval-pupal parasitoids of *Ceratitis capitata* and *Anastrepha* spp. (Dip.: Tephritidae) in Costa Rica. Entomophaga. 26(3):285-290.

Anexos

Anexo 1. Normas Técnicas de Calidad NTC 5139-5140 para mangos criollos

Establece los requisitos que deben cumplir los denominados mangos criollos, que para este caso considera tres variedades de la especie *Mangifera indica* L., también llamadas mango común o hilacha, azúcar y vallenato, destinados para el consumo fresco o como materia prima para la agroindustria. La tabla 32 establece los pesos y calibres aceptados para la manipulación de los mangos criollos.

Tabla 32. Descripción peso y calibre para mango. NTC 5139

Hilacha		Azúcar		Vallenato		Tolerancia
Peso (gramos)	Calibre	Peso (gramos)	Calibre	Peso (gramos)	Calibre	
<101	40	<101	40	>151	24	10 % en número o peso de mangos que tenga la mitad de la diferencia del calibre inmediatamente superior e inferior al especificado en el empaque
101 a 130	28	101 a 130	28	151 a 200	15	
131 a 160	24	131 a 160	24	201 a 250	15	
161 a 200	18	161 a 200	18	251 a 300	12	
201 a 250	18	<200	15	301 a 350	12	
<250	15			<350	12	

Nota: los valores de calibre indican el número de frutos que ocupan un área de 400 mm x 300 mm, por cada rango de peso.

Fuente: MADR (2000)

Requisitos mínimos

El grado de desarrollo del mango debe permitir el transporte y la manipulación, de manera que llegue satisfactoriamente al lugar de destino.

- Enteros, con la forma característica de la variedad.
- De aspecto fresco y consistencia firme.
- Sanos, libres de ataques de insectos o enfermedades.
- Limpios, exentos de olores, sabores o materias extrañas visibles.

- Libres de magulladuras, fisuras o daños mecánicos, humedad exterior anormal.
- Exentos de daño causado por variaciones de temperatura.
- Los residuos de plaguicidas no deben exceder los límites máximos permitidos por el Códex.
- La altura máxima del empaque debe ser de 250 mm y la capacidad máxima de 25 kg.
- Las medidas de base de los empaques deben ser submúltiplos de las estibas de 1.200 mm * 800 mm y 1.200 mm * 100 mm.
- Los empaques de cartón deben construirse utilizando impermeabilizantes (retardantes de humedad), cuya proporción confiera resistencia en condiciones de almacenamiento (temperatura y humedad relativa).

Anexo 2. Norma Técnica Colombiana-NTC 5210 Variedades mejoradas

La Norma establece los requisitos que debe cumplir el mango en las variedades mejoradas: Tommy Atkins, Van Dyke, Irwin, Kent y Keit, destinados para consumo en fresco o para la agroindustria.

Producto

Los siguientes son los requisitos que deben cumplir las variedades mejoradas de mango.

El grado de desarrollo del mango debe permitir el transporte y la manipulación, de manera que llegue satisfactoriamente al lugar de destino (tablas 33 y 34).

- Enteros, con la forma característica de la variedad.
- De aspecto fresco y consistencia firme.
- Sanos, libres de ataques de insectos o enfermedades.
- Limpios, exentos de olores, sabores o materias extrañas visibles.
- Libres de magulladuras, humedad exterior anormal.
- Exentos de daño causado por variaciones de temperatura.

Tabla 33. NTC para variedades mejoradas

Categoría	Características	Tolerancia
Extra	Mangos de calidad superior, con la forma y el color característicos de la variedad	5 % por número o peso de frutos que no cumplan con las características de esta categoría, pero sí de la siguiente.
	Libres de defectos, exceptuando imperfecciones muy leves que no afecten el aspecto, la calidad y la conservación del mango (máximo 5 % del total de la superficie).	
1	Mangos de buena calidad, con la forma y el color característicos de la variedad.	El 10 % por número o peso de frutos que no cumplan con las características de esta categoría, pero sí de la siguiente.
	<p>Los mangos pueden presentar los siguientes defectos, siempre que no deterioren el aspecto, la calidad y la conservación del fruto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Defectos de forma • Leves defectos del pericarpio debido a raspaduras, quemaduras del sol, magulladuras sanas, venas alargadas o exudación de resina, que no excedan el 10 % de la superficie de la fruta. 	
2	Frutos que no cumplen las características de las categorías anteriores, pero satisfacen los requisitos mínimos.	El 10 % por número o peso de frutos que no cumplan con las características ni los requisitos mínimos, exceptuando los daños que impidan el consumo.
	<p>Los mangos pueden presentar los siguientes defectos, siempre que no deterioren el aspecto, la calidad y la conservación del fruto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Defectos de forma • Defectos de la piel debido a raspaduras, quemaduras del sol, magulladuras sanas, venas alargadas o exudación de resina, que no excedan el 15 % de la superficie de la fruta. 	

Fuente: MADR (2000)

Tabla 34. NTC para variedades mejoradas (tamaño, peso)

Calibre	Tommy Atkins	Van Syke	Irwin	Kent	Keitt	Tolerancia
	Peso (gramos)					
A	<401	<301	<201	<501	<501	El 10 % en número o peso de mangos que tenga la mitad de diferencia del calibre inmediatamente superior e inferior al especificado en el empaque
B	401-500	301-400	201-300	501-650	501-650	
C	501-650	401-500	301-400	651-800	651-800	
D	651-750	501-600	401-500	801-1.000	801-1.000	
E	>750	>600	501-650	>1.000	>1.000	
F			>650			

Cada variedad presenta diferencias de tamaño y forma.

Fuente: MADR (2000)

Anexo 3. Principales rubros y actividades para el establecimiento y manejo del cultivo de mango

Mano de obra	Insumos, equipos y herramientas	Costos indirectos
Preparación del terreno	Arboles injertos puesto en finca cultivador	Tierra
Aplicación de la materia orgánica	Materia orgánica	Costo de oportunidad de capital
Trazado, hoyado, siembra	Fertilizantes edáficos	Administración
Transporte y distribución material vegetal	fertilizantes foliares	Contador
Aplicación de herbicidas	Insecticidas	Vigilancia
Plateos	Fungicidas	Asistencia técnica
Control de malezas	Herbicidas	Análisis foliares
Control de plagas y enfermedades	Inductores florales	Análisis suelos
Fertilizaciones	Trampas	Servicios públicos
Podas	Proteínas control mosca	Tarifas agua riego
Riegos y drenajes	Combustibles y lubricantes	Depreciación instalaciones riego
Construcción y mantenimiento cercos	Herramientas varias	Depreciación otras instalaciones
Recolección, selección y empaque	Fumigadora de espalda	Fomento
Monitoreos de plagas	Fumigadora estacionaria	Impuestos locales
	Repuestos y mantenimiento	
	Postes para cercos	
	Alambre de púas	
	Grapas	
	Elementos mantenimiento riego	
	Canastillas	

Fuente: Elaboración propia a partir de Varón et al. (2017)

Anexo 4. Biología floral

Estudios relativos a la biología floral del mango se desarrollaron a partir del inicio del siglo xx y están relacionados con varios aspectos como la caracterización de la flor (Juliano y Cuevas 1932; Mukherjee 1953), apertura floral (Spencer y Kennard 1956) y polinización (Popenoe 1917; Young 1942; Sturrock 1944). En los últimos años se han seguido realizando estudios relacionados, algunos en el trópico (Bally 2006; Siqueira et al. 2008; Sousa et al. 2010), y otros principalmente bajo condiciones subtropicales (Bahtia et al. 1995; Dag y Gazit 2000). Es posible que la información en áreas subtropicales aporte poco a la realidad de nuestros cultivos. Sergent et al. (1993) indican que en cultivos perennes se ha demostrado que las condiciones de radiación, precipitación y temperatura tienen una influencia primordial en la floración y calidad de los frutos.

Según Ramírez y Davenport (2010), la floración del mango ocurre en respuesta a la edad del último flujo vegetativo en condiciones tropicales y, en subtropicales, la floración es inducida por bajas temperaturas. En el trópico, el crecimiento de mango es asincrónico, presentando a veces flores, frutos y yemas en latencia, al mismo tiempo en diferentes partes de la copa del árbol (Litz 1997). Para obtener información complementaria sobre la biología reproductiva del mango bajo nuestras condiciones ambientales del trópico, se evaluaron en dos cultivares de mango (Hilacha y Tommy Atkins) con los siguientes aspectos: desarrollo fenológico, caracterización morfológica, anthesis, descripción del grano de polen y visitantes florales, a fin de contribuir con la información necesaria para dar solución a problemas relacionados con la reproducción, el mejoramiento y la fisiología del cultivo.

Según las características cuantitativas, las inflorescencias de los dos cultivares son similares en cuanto al peso (Hilacha $29,2 \pm 2,5$ g; Tommy Atkins $29,7 \pm 2,5$ g) como en la longitud del pedúnculo ($0,2 \pm 0,05$ cm) y el ancho del pedúnculo ($0,7 \pm 0,03$ cm). Los dos cultivares tienen flores con cinco sépalos, cinco pétalos y su tamaño varía entre 6 y 9 cm.

Los datos del número de flores totales, flores hermafroditas, flores masculinas, porcentaje de hermafroditas por inflorescencia y relación flor hermafrodita: masculina, están entre los rangos que presentaron algunos cultivares de mango venezolanos (Avilán et al. 1998). Sin embargo, en este estudio los datos para el mango Tommy Atkins difieren un poco de los encontrados para el mismo cultivar en Venezuela (#ToFl: 2701; #FIHe:719; #FIMa: 1698; % FIHe: 26,6) (Avilán et al. 1998). Asimismo, se observa que las inflorescencias del mango Hilacha tienen una mayor ramificación que las de Tommy Atkins, tomando como referencia el mayor número de raquillas secundarias y terciarias (Hilacha $40\pm 0,9$ y $373\pm 19,2$; Tommy Atkins $33\pm 1,0$ y $245\pm 14,2$ respectivamente).

En cuanto al porcentaje de flores hermafroditas, este se encuentra entre el rango de 1,25 % a 81 % sugerido por Nakasone y Paull (1998). Se considera que estos cultivares tienen un buen porcentaje (Hilacha 21,7 %; Tommy Atkins 32,4 %), puesto que los árboles con valores menores a 4 % indican pocas posibilidades reproductivas (Singh 1969). Según Whiley y Searle, citados por Gehrke et al. (2011) una reducción en la relación de flores perfectas es más notoria en grupos de cultivares poliembriónicos tropicales. Esto se confirma al obtener un porcentaje en el mango Hilacha menor que el de Tommy Atkins. Anila y Radha (2003), en la India, observaron porcentajes de flores hermafroditas en seis variedades de mango, entre 44,39 % en Alphonso y 15,77 % en Muvandan. Según Davenport y Núñez (1997), la relación sexual es menos crítica que otros factores que afectan el amarre y la retención de frutos en mango, dada la gran cantidad de flores emitidas en esta especie en relación con el número de frutos requeridos para lograr cosechas rentables.

Algunas características de la biología floral observadas en el cultivar de mango criollo hilacha, tales como el mayor número de granos de polen, su mayor viabilidad y la fijación de un mayor número de frutos por inflorescencia sugieren una mayor adaptación de este mango a las condiciones ambientales del departamento de Tolima. Esto indica que tiene mayores opciones en obtener una alta polinización, fecundación y finalmente una mayor producción de frutos.

Descripción del grano de polen

La viabilidad de los granos de polen fue de 85,5 % en el cultivar de mango hilacha y 83,4 % en Tommy Atkins. Estos son porcentajes menores al 93 % registrado anteriormente para Tommy Atkins (Siqueira et al. 2008). Estas características pueden ser debidas no solo por genética de la especie sino también por las condiciones climáticas imperantes en cada región donde se realicen las evaluaciones. Al observarse en el microscopio, el grano de polen en estado hidratado presentó una forma esférica y un tamaño promedio de $31 \pm 0,2 \mu\text{m}$ para los dos cultivares. Esto concuerda con Litz (1997), quien indica un tamaño entre 20-45 μm con forma oblonga cuando secos y más esférica cuando hidratados. Siqueira et al. (2008), reportaron un menor tamaño en Tommy Atkins, que varía entre 16,0 y 28,5 μm . De la misma manera, para los dos cultivares los granos de polen se presentaron tricolpados, en concordancia con lo señalado por Gehrke et al. (2011) y Mukherjee (1953) para otros cultivares de mango.

El cultivar de mango hilacha presentó mayor cantidad de granos de polen por antera ($1.313 + 100$) en comparación con Tommy Atkins ($1.002 + 93,9$). Según Siqueira et al. (2008) en Tommy Atkins, hay en promedio 920 granos por antera, menor al presentado en este estudio.

Diversos estudios citados por Litz (1997), mencionan contenidos de 250 a 650 granos por antera, con una media de 410. Además de las condiciones ambientales, la diferencia en el número de granos por antera, puede estar relacionada con el tipo de flor, tanto hermafrodita como masculina, seleccionada para esta medición. Según Mukherjee (1953), en el mango se presenta una baja producción de polen por antera, contrario a la producción de néctar que se da en cantidades significativas.

Abreviaturas, siglas y acrónimos

Agronet	Red de Información y Comunicación Estratégica del Sector Agropecuario de Colombia Final del formulario
Asohofrucol	Asociación Hortifrutícola de Colombia
Asoprado	La Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de mediana escala del río Prado
BPA	Buenas prácticas agrícolas
CCB	Cámara de Comercio de Bogotá
CCI	Corporación Colombia Internacional
CIAT	Centro de Investigaciones de Agricultura Tropical
Corpoica	Corporación Colombiana de Investigaciones Agropecuarias
DANE	Departamento Nacional de Estadísticas
DIAN	Dirección de Impuestos Nacional
Frutijab Espinala	Empresa productora y comercializadora de frutas - Tolima
Fundación Yulima	Fundación Yulima para la Paz y el Desarrollo Sostenible
Ideam	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
Icontec	Instituto Colombiano de Normas Técnicas
MADR	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
MAVDT	Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial
MEGA	Modelo Empresarial de Gestión Agroindustrial

NMB	National Mango Board
PBZ	Paclobutrazol
Profrutales	Empresa Comercial Productora y Distribución de Material de Propagación de Frutales
Promango	Asociación de Productores de Mango de Tolima
PTP	Programa de Transformación Productiva
SENA	Servicio Nacional de Aprendizaje
SICEX	Trade Intelligence System
STNCM	Secretaría Técnica Nacional de la Cadena del Mango
Usocoello	Distrito de Riego de los ríos Coello y Cucuana (Tolima)
Usosaldaña	Asociación de Usuarios del Distrito de Adecuación de Tierras de Gran Escala del Río Saldaña
Asomango	Asociación Agroindustrial de Pequeños Productores de Mango - Tolima
Mangocol	Mangos de Colombia Cundinamarca

Glosario de términos

Agua disponible (AD). Es el contenido volumétrico de agua retenida en el suelo entre CC y PMP, se le denomina como el agua que puede ser aprovechable por la planta.

Capacidad de campo (CC). Contenido de agua volumétrica que queda en el suelo después de un riego o después de que se ha drenado el exceso de agua posterior a un aguacero.

Embriogénesis somática. Proceso por el cual se obtiene una estructura bipolar (embrión) sin que medie la fertilización de las gametas.

Monoembriónica. Una semilla de mango es monoembriónica si solo posee un embrión producto de la polinización y el árbol de mango que crece de esta semilla puede o no parecerse a la planta madre. Estos árboles casi nunca son propagados por semilla, ya que los resultados son impredecibles. En su lugar, son propagados vía asexual. Es una raza de mangos procedentes principalmente de la India.

Morfoagronómica. Referidos a los atributos visuales de los órganos de una planta que pueden ser medidos cuantitativa o cualitativamente (formas, colores y dimensiones).

Poliembrionía. Semillas de mango que poseen, además del embrión cigótico, producto de la polinización, uno o más embriones somáticos que son genéticamente idénticos al árbol madre. Raza de mangos provenientes principalmente del archipiélago malayo.



siembra