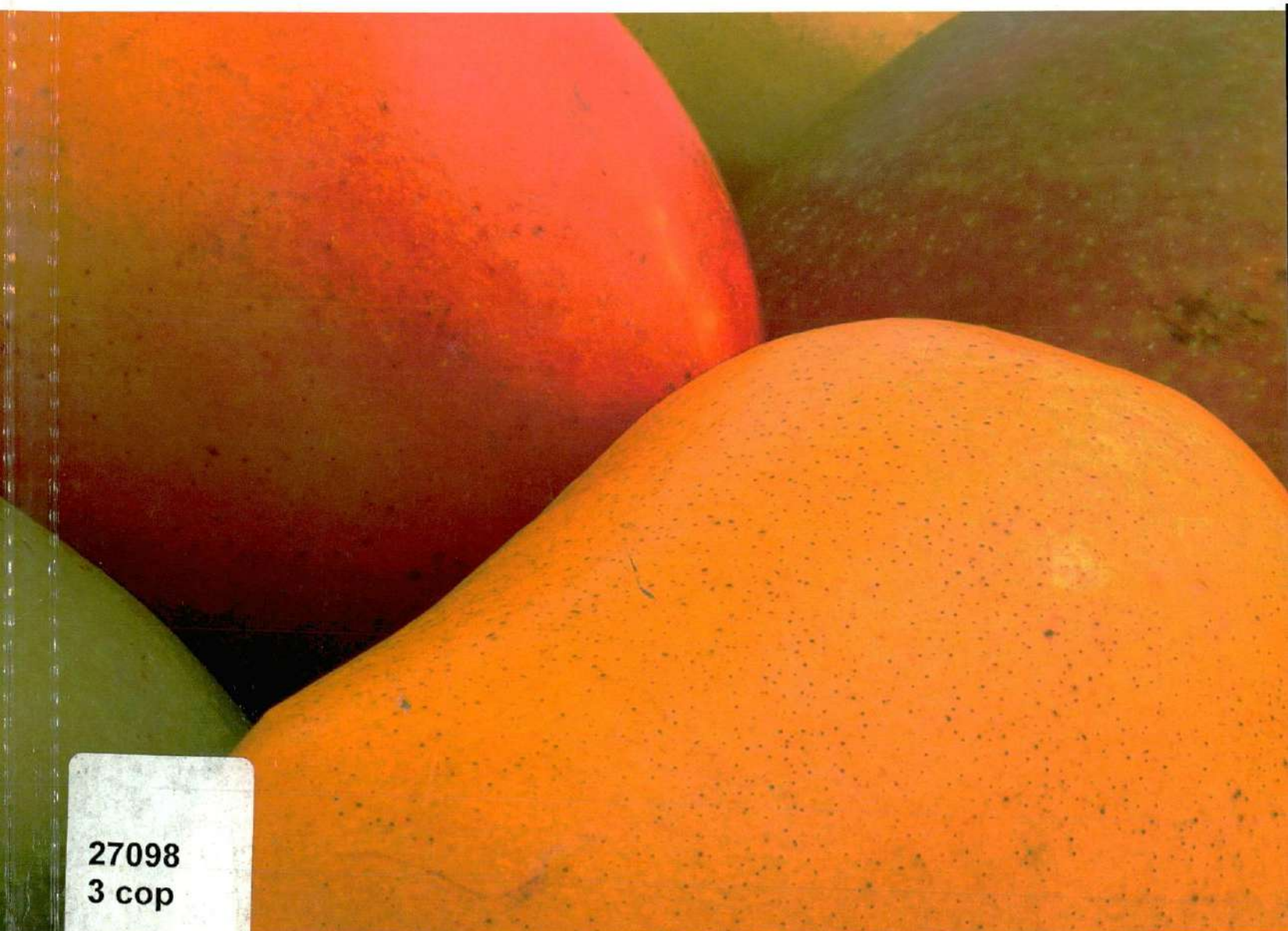


Guía técnica para el cultivo de mango

Modelo productivo dirigido a mejorar la productividad y la competitividad



27098
3 cop

29098
3 cop

65573

BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

20 ENE. 2015

Guía técnica para el cultivo de mango

Modelo productivo dirigido a mejorar la productividad y la competitividad

Nataima, Julio de 2013



Esta publicación fue financiada por la Gobernación del Tolima

Doctor Luis Carlos Delgado peñón
Gobernador del Tolima

Doctor Carlos Alberto Cabrera Cortés
Secretario de Desarrollo Agropecuario y Producción Alimentaria

Doctor Mario Rivera Gaona
Profesional Universitario - Supervisor
Secretaría de Desarrollo Agropecuaria y Producción Alimentaria

GUÍA TÉCNICA PARA EL CULTIVO DE MANGO:

Modelo productivo dirigido a mejorar la productividad y la competitividad

Jairo García Lozano I.A. MSc. cPhD.
Angélica Sandoval Aldana, I.Q, PhD
María Denis Lozano I.A. MSc. cPhD.
Edgar Varón Devia I.A. MSc. PhD

Fotografías:

Sergio Guzmán
José Arboney Guzmán
Jairo García Lozano
Pedro Morales
Orlando Morales

Ilustraciones:

Jairo García Lozano

Edición:

Impreso por: León Gráficas Ltda.

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA - BAC	
Compra <input type="checkbox"/>	Donación <input checked="" type="checkbox"/>
Canje <input type="checkbox"/>	Deposito <input type="checkbox"/>
Procedencia:	
Fecha: 20-01-2015 Costo	

Contenido

Presentación	5
Introducción	7
1. Selección de la variedad	9
1.1. Mangos para agroindustria.....	9
1.2. Mangos de mesa.....	10
1.3. Mangos verdes.....	11
2. Propagación	12
3. Selección del lote, trazado y siembra	13
3.1. Selección del lote.....	13
3.1.1. Clima	13
3.1.2. Suelos.....	14
3.2. Trazado.....	15
3.3. Siembra.....	16
4. Manejo Cultural	18
4.1. Sistema radicular.....	18
4.2. Control de Plantas Invasoras.....	18
4.3. Cultivos intercalados	18
5. Nutrición del cultivo	20
5.1. Etapas de crecimiento de un cultivo de mango	20
5.2. Estimación de los nutrimentos	21
5.3. Fertilización a la siembra o establecimiento	23
5.4. Fertilización en etapa de formación.....	23
5.5. Fertilización en producción.....	24
5.6. Ubicación de los fertilizantes	24
5.7. La fertilización orgánica y microelementos	25
6. Riego	26
6.1. Métodos de riego	26
6.2. Como estimar las necesidades de riego	27
6.2.1. Potencial evaporativo de la atmosfera.....	27
6.2.2. Monitoreo de humedad del suelo	29
7. Podas	32
7.1. Crecimiento y desarrollo del árbol de mango.....	32
7.2. Profundidad y sitio de corte	34
7.2.1. Tipo del corte	35
7.2.2. Cuidados en cortes cicatrización	37
7.3. Poda de establecimiento y estructura inicial del árbol	37
7.4. Poda de formación y mantenimiento del tamaño del árbol.....	40
7.5. Poda en árboles en producción.....	43

7.6.	Otras podas.....	44
7.6.1.	Rejuvenecimiento de huertos.....	44
7.6.2.	Renovación de huertos.....	46
7.6.3.	Residuos de la poda.....	47
8.	Manipulación de la floración.....	49
8.1.	Uso de reductores de crecimiento.....	51
8.2.	Uso de madurantes.....	53
8.3.	Uso de reiniciadores de crecimiento.....	53
9.	Principales plagas del mango.....	56
9.1.	Mosca de las frutas.....	56
9.2.	Larva de la inflorescencia de mango.....	57
10.	Manejo integrado de enfermedades.....	58
11.	La pudrición interna o colapso interno del fruto.....	59
12.	Cosecha y poscosecha.....	60
13.	Procedimientos de cosecha.....	61
14.	Procedimientos en poscosecha.....	63
15.	Procesamiento de pulpa de mango.....	65
15.1.	Calidad del mango para procesamiento.....	66
15.1.1.	Azúcares.....	69
15.1.2.	Minerales.....	70
15.1.3.	Compuestos bioactivos.....	71
15.1.4.	Fenoles totales.....	71
15.1.5.	Carotenos.....	71
15.1.6.	Fibra Dietética.....	72
	Bibliografía.....	73
	Anexo 1. Herramientas disponibles para tecnificar huertos de mango.....	75

Presentación

Desde el año 2006 con el apoyo financiero del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Asohofrucol, Corpoica C. I. Nataima planteó un programa de investigación dirigido a la búsqueda de estrategias para el incremento de la productividad y de soluciones a la estacionalidad de cosechas en mango. Se estudiaron diversos aspectos relacionados con el comportamiento fenológico, fisiológico y reproductivo de cinco variedades de mango y las condiciones climáticas que lo condicionan en la zona productora del Valle alto del Magdalena.

Paralelamente se adelantaron esfuerzos para la siembra de mango por parte del proyecto “Diseño e implementación de la fase demostrativa del Plan Agro-productivo del Distrito de Riego del Triángulo del Tolima” por parte del IICA con el apoyo de FONADE.

Como resultado de estas experiencias y de las recomendaciones existentes en países más exitosos en tecnología, se planteó una estrategia para establecer cultivos con mayor densidad de siembra a partir de árboles de menor porte, la búsqueda de escenarios más adecuados, donde se facilite manipular la floración con el fin de incrementar productividad y producir en épocas fuera de cosecha. Se estableció una alianza con productores de avanzada interesados y conocedores de la tecnología, quienes proporcionaron los huertos para validarla.

La presente guía técnica, ilustra de manera gráfica las recomendaciones para obtener una plantación tecnificada, donde los problemas tradicionales de mosca y antracnosis pueden ser controlados con mayor facilidad, la producción y calidad de la fruta se incrementa de manera importante, y dependiendo de los recursos disponibles como riego suplementario, se puedan buscar los momentos más oportunos de cosecha. Se espera hacia el futuro que esta guía pueda ser actualizada con los avances y desarrollos tecnológicos del momento, que sean validados para esta región.

Este documento no sería posible sin la ayuda de los productores de mango, cuya participación e interés permitieron el avance logrado, productores como la asociación PROMANGO quienes por iniciativa propia vienen trabajando de manera desinteresada, adelantando acciones en el mejoramiento de la actividad comercial en este cultivo. En especial a: Sergio Guzmán, Pedro Morales, Orlando Morales, María Luisa Rodríguez y Juan Rodrigo Alvarado, pues colocaron su conocimiento y algunos de sus predios que sirvieron como parcelas demostrativas para validar y transferir parte de la tecnología aquí expuesta.

Para el grupo de técnicos de Corpoica que participamos en esta experiencia tan positiva, no hay sino palabras de gratitud y amistad, por el excelente equipo de trabajo que conformamos entre productores e investigadores. También queremos agradecer la participación del grupo de productores de ASOMANGO y las diversas asociaciones productoras de Cundinamarca quienes manifestaron permanente y continuo interés por conocer y participar en los procesos de formación en las fincas demostrativas y los eventos de transferencia.

Lorenzo Peláez Suarez
Director Corpoica C.I. Nataima

Introducción

El mango es reconocido en la actualidad como uno de los frutos más finos. Aparentemente es originario del noroeste de la India y el norte de Burma en las laderas del Himalaya y posiblemente también de Ceilan. El mango está distribuido por todo el sureste de Asia y el archipiélago Malayo desde épocas antiguas. Ha estado bajo cultivo desde los tiempos prehistóricos 2.000 años A.C. Se le ha descrito en la literatura china del siglo VII como un cultivo frutal bien conocido en las partes más cálidas de China e Indochina. Los españoles introdujeron este cultivo a sus colonias tropicales del Continente Americano, por medio del tráfico entre las Filipinas y la costa oeste de México por los siglos XV y XVI.

El clima de donde es originario, es un clima subtropical caracterizado por poseer un periodo frío o invierno, donde el árbol crece lentamente y un periodo cálido donde es más activo florece y produce frutos. Se consideran dos razas de mango, una de la India y otra de Filipinas. La raza india es susceptible a la alta pluviosidad y la humedad del ambiente, son mangos de color rojo, con poca fibra y poca poliembrionia (un embrión por semilla). Los originarios de las Filipinas toleran mejor los ambientes húmedos, son de cáscara de color verde y cuando maduros dan tonalidades amarillas o verde-amarillas, poseen más fibra y son poliembriónicos (más de un embrión por semilla).

Los materiales comerciales de mango se han obtenido en Estados Unidos por procesos de mejoramiento desde 1940, son mangos monoembriónicos de buen tamaño redondos con colores verdes y cuando maduran dan tonalidades rojas y amarillo-rojizas, con muy poca fibra. Los más conocidos: Tommy Atkins, Keitt, Irwin, Kent, Edward, Palmer, Haden.

En nuestro país se tiene tres usos comerciales bien definidos para el mango:

Exportación de producto fresco (en muy poca proporción) y procesado: Se exporta el 0,5% de la producción total de mango, la oferta exportable es relativamente escasa debido a que el mercado interno es muy bueno, y los precios internacionales no son atractivos, por los costos de transporte y control sanitario, aun así es un mercado potencial que debe ser considerado. Sin embargo, se exporta con éxito el producto concentrado de pulpa de mango, el cual es un negocio creciente a nivel internacional

Comercialización interna de producto fresco y procesado: El potencial de los mercados internos es muy importante, prácticamente el 97,5% de la producción nacional se mercadea a este nivel, para el consumo en fresco y el mango procesado (jugos y refrescos). Las demandas internas tienen un crecimiento acelerado notándose una leve preferencia por los mangos rojos o de mesa, del cual comercialmente solo es bien conocido el mango Tommy. El mango de azúcar es una variedad colombiana muy apetecida que presenta precios elevados, incluso por encima del mango Tommy. A nivel industrial, la demanda por mango común es igualmente atractiva por la industria de refrescos.

Comercialización del mango verde: Hay un pequeño pero importante nicho de mercado para el mango verde. Se utiliza para venta en carretas en la calle o carritos en centros comerciales, se acompaña con sal y también se utiliza como acompañante de bebidas alcohólicas. La variedad más utilizada es el mango filipino y ocasionalmente el Albania.

La presente guía técnica está dirigida al mejoramiento de la productividad y la modernización del cul-

tivo de mango, mediante la incorporación de recomendaciones tecnológicas orientadas a la producción fuera de época de cosecha, con el fin de regular la situación de la oferta del producto, los precios y el ingreso de los productores. Se aborda sistemáticamente el proceso productivo, desde la elección de la variedad hasta la cosecha, ilustrando en lo posible cada una de las etapas del cultivo.

1. Selección de la variedad

En Colombia desde su introducción por los españoles, se han venido presentando una serie de cruces naturales que han generado una gama de variedades “criollas” las cuales se han estimado en cerca de 100 y se han podido caracterizar debidamente cerca de 50. Son variedades muy ligadas a las diferentes regiones donde son conocidas por su nombre local. Dentro de las variedades Colombianas hay dos muy importantes, como son el mango de azúcar, que se produce principalmente en el departamento del Magdalena y el mango común, conocido también como hilacha o brechoso, el cual está distribuido desde los 0 hasta los 1.600 msnm.

Desde 1940 se han desarrollado en Florida un grupo de cultivares con materiales de origen de la India de los cuales los más conocidos son Tommy Atkins, Keitt, Van Dyke y Kent. Hay una variedad de mango rojo reconocido por su coloración inicialmente como llamarada y actualmente como Yulima, esta variedad solo se cultiva en el Tolima. Producto de las evaluaciones locales adelantadas principalmente por los agricultores, se seleccionaron variedades precoces para la comercialización de mangos verdes en fresco, como el Filipino y Reina.

Los mangos amarillos tienen una gran dinámica en el mercado mundial, se destacan Ataulfo (México), Madame Francis (Haiti), Nam Doc Mai (Tailandia), Duncan (Florida), Myatrynat (Myanmar-Birmania), Carabao (Filipinas), Alphonso, Kesar y Todopuri (India), aún no han sido evaluados en Colombia.

La elección de la variedad finalmente dependerá, del mercado hacia el cual se desea incursionar y el ambiente en el cual se desea establecer. El cultivo, pensado en el mercado local y el potencial de exportación. Los consumidores norteamericanos adquieren productos orgánicos por motivos de salud, ya que dan menor importancia al factor ambiental; ellos no están dispuestos a comprometer la calidad o apariencia del producto por ser orgánico. El color externo del mango es un factor determinante, en EEUU prefieren variedades de coloración rojiza, entre las más populares se encuentran: Tommy Atkins, Kent y Haden.

En contraste, los consumidores de la Unión Europea UE, consideran los motivos de salud y también los relacionados con el medio ambiente, por esto, son ligeramente menos exigentes en cuestiones de calidad y apariencia que el mercado estadounidense. En Europa, donde predominan las variedades africanas y asiáticas, las de coloración verde y amarillos están cobrando importancia en el mercado. Las más populares son: Keitt y Amelie. Mientras que las variedades Ataulfo y Manila Súper están ganando terreno en ambos mercados.

De acuerdo a estos criterios los mangos más comúnmente utilizados y comercializados en el Tolima se exponen a continuación.

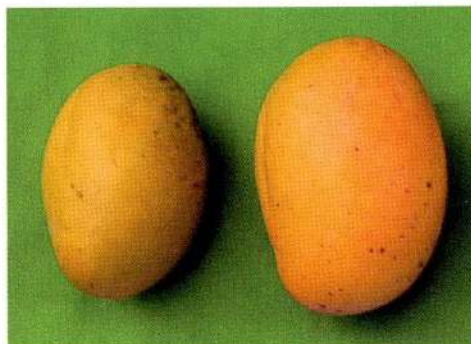
1.1. Mangos para agroindustria

Variedad Hilacha

Esta variedad se encuentra en todas las zonas productoras de mango de los departamentos de Tolima, Cundinamarca, Magdalena, Cesar, Córdoba, Bolívar, Huila y Antioquia. Presenta alta variabilidad en sus características externas e internas dependiendo del ambiente y el material que se siembre. Esta va-

riedad se puede encontrar con diferentes nombres según la localidad: hilacha, brechoso, puerco, hebra, hilaza, común y manga; se encuentra desde el nivel del mar hasta 1.600 m.s.n.m.

El material adecuado debe tener la siguientes características tamaño del fruto preferiblemente mediano (mayor a 200 g), sólidos solubles mayores a 18°Brix y contenido de pulpa superior al 60%.



1.2. Mangos 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 70 dentro de las cuales, las variedades que mejor desempeño han tenido son las siguientes:

Tommy Atkins



Aunque no es la mejor en dulzura y sabor, es la variedad mundialmente más conocida y la más sembrada en nuestro país. Produce un fruto con forma oblongo-ovalada, la piel es de color verde con tonos rojos y visos pequeños anaranjados. Su peso medio es de 500 a 550 g. La presencia de fibra en la pulpa es media-alta, se cosecha en estados prematuros de madurez alcanzando muy bien sus características finales, lo que le da más vida en anaquel y mayor po-

sibilidad de transporte. El tamaño de la semilla es pequeño. El árbol presenta una copa redonda con gran porte y vigor. Actualmente presenta un problema que consiste en el ablandamiento interno, el cual se discute más adelante y limita su siembra a condiciones donde se de muy buen manejo.

Keitt

Es considerado uno de los mejores mangos, cercano a las características del mango Kent, sin embargo no es tan conocido. La fruta del mango Keitt es de forma ovoide-oblonga, el color de la piel es verde oscuro y menos del 30% de color rojo. Su peso medio es de 500 a 600 g. La pulpa prácticamente no tiene fibra. El tamaño de la semilla es pequeño. Es un poco más tardío para florecer. La calidad de este fruto es excelente y tiene una larga vida comercial lo que permite cosechas con estados primarios de madurez. El hábito de crecimiento del árbol del mango Keitt se caracteriza por sus ramas largas y menor desarrollo que el mango Tommy.



Yulima

Mango conocido en el departamento del Tolima, que despierta la atención por su color, en el cual predominan tonos rojos intensos y naranjas cuando madura.

Es un mango que se debe cosechar muy cercano a madurez de consumo, al contrario de las variedades anteriores y presenta muchas diferencias en la calidad final especialmente en los contenidos de azúcares (°Brix).



Si se cosecha en estados primarios no alcanza los valores característicos de dulzura como requisito de calidad. Crece y florece bastante fácil, por esta razón es muy vulnerable a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en épocas de lluvia.

1.3. Mangos verdes

Son frutos que inicialmente fueron introducidos como mangos de mesa pero debido a características no deseables como susceptibilidad a mancharse con el látex o al excesivo tamaño que pueden alcanzar, fueron seleccionados para consumirse en estado verde con sal y como acompañante de licores.

Filipino



Es el más representativo para este uso, tiene muy poca fibra y semilla pequeña. Es de floración y cosecha temprana, con buen manejo agrícola puede producir todo el año, es de copa abierta produce frutas de tamaño muy grande, con un peso promedio de 900 g y de forma ovalada. Su color es verde y amarillento cuando madura, pero se comercializa verde. Es muy precoz por lo que sale de primero al mercado, por lo anterior se considera como una de las causas para disminuir el precio cuando el mango escasea y afectando la rentabilidad de los mangos rojos, que son mas tardíos.

2. Propagación

La obtención de plantas de buena calidad es quizás 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 son 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 que presenten características sobresalientes de calidad, mediante sencillos análisis fisicoquímicos del fruto y la pulpa como: firmeza, peso total del fruto, peso y grosor de la cáscara, peso de la pulpa, peso de la semilla y contenidos de sólidos solubles. Los frutos de los árboles seleccionados como ideales, deben cumplir como mínimo los parámetros de rendimiento en planta mayor del 75% y °Brix superior a 18. Preferiblemente de tamaño mediano con pesos mayores a 200 g. 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.

Los materiales comerciales de mangos de mesa se aconseja adquirirlos 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 es mango hilacha. La propagación por semilla solo se realiza para obtener el patrón que posteriormente será injertado con la variedad de interés.



En ningún caso se recomienda el uso de propagación por semilla para plantaciones comerciales.

3. Selección del lote, trazado y siembra

El área donde se va a instalar el huerto debe ser seleccionado teniendo en cuenta: aspectos del clima, el suelo, la disponibilidad de infraestructura, como los caminos de acceso, lo que debería permitir la circulación de vehículos durante todo el año, la disponibilidad de mano de obra calificada, sobre todo en época de cosecha; la disponibilidad de agua en cantidad y calidad con la facilidad de adelantar oportunamente los controles fitosanitarias, aplicación de productos para manipular la floración, etc. Las áreas azotadas por fuertes vientos se deben evitar o de lo contrario, establecer las barreras rompévientos.

3.1. Selección del lote

Un huerto bien planificado e instalado garantiza el éxito de la empresa y su rentabilidad. Por otra parte, un huerto instalado sin una planificación adecuada reflejará todos los errores cometidos en su instalación, el aumento y la acumulación de costos o pérdidas año tras año. Hay numerosos factores que afectan al funcionamiento de la cosecha de mango, sin embargo dentro de la cultura de la planificación de un huerto, se debe tener en cuenta:

- Aspectos relativos a la estacionalidad de la oferta y los precios, facilidades del transporte y puntos de venta.
- Conocer la fenología es decir la duración de cada etapa de desarrollo del árbol en la etapa reproductiva (reposo, brotación, desarrollo de brotes, floración y fructificación).
- Conocimiento de las condiciones de suelos y clima apropiadas para la variedad seleccionada y la aplicación de prácticas culturales dirigidas a ampliar el período de fructificación y cosecha de la fruta.
- Desde el inicio de la plantación centrar como objetivo la reducción del tamaño del árbol y de la copa con el fin de utilizar mayores densidades de plantas por área, mediante el uso integral de prácticas de manejo (poda y productos para controlar crecimiento y favorecer la floración).
- Tener variedades diversas para disminuir vulnerabilidad frente a condiciones sanitarias o climáticas extremas.
- Si se tiene una sola variedad y lotes grandes más de 5 ha se recomienda manejar por secciones o franjas para producir en épocas diferentes durante el año.

3.1.1. Clima

Con relación al clima las principales condiciones que se deben analizar son la temperatura, la humedad relativa y la precipitación. La alternancia entre periodos de lluvia y verano, define los periodos de crecimiento y periodos reproductivos.

Un periodo seco definido es muy necesario para la floración y fructificación del mango, la estación seca es importante porque hace que se paralice de manera temporal el crecimiento vegetativo lo que predispone al árbol para la producción de flores.

La precipitación en épocas de floración causa daños severos, la flor de mango es muy delicada y fácilmente dañada por la lluvia, lo cual también ahuyenta a los polinizadores naturales.

Si no dispone de riego, la época de lluvias debe coincidir con la formación del fruto con el fin de garantizar el llenado y tamaño adecuado.

Cuando llueve se presentan los mayores contenidos de humedad relativa, lo que genera condiciones de ambiente favorable para las enfermedades debido a la alta temperatura, aun así, los niveles máximos de humedad relativa reportados (74%) indican una buena condición para que las enfermedades fúngicas no se conviertan en problemas.

Los excesos o extremos en ambos casos pueden ser perjudiciales, un verano muy intenso puede causar la defoliación y muerte de la planta y el exceso de precipitación después de un verano fuerte es perjudicial por manchado de fruto, manchado o cuarteamiento del fruto y bajos contenidos de sólidos solubles.

3.1.2. Suelos

El mango es uno de los cultivos más resistentes, con facilidad para adaptarse a todo tipo de suelo pero que sean bien drenados, permeables y en lo posible profundos. Los suelos neutros a ligeramente ácidos (ph 5,5, a 7,5) son los mejores y los suelos alcalinos no son deseables.

Los suelos pesados y arcillosos deben evitarse, el mango no tolera muy bien los encharcamientos y mal drenaje por largos periodos de tiempo, sin embargo si se realizan las obras de drenaje necesarias



para evitar el anegamiento, estos pueden ser utilizados para la siembra de mango. Los suelos arenosos son también delicados de manejar, al igual que los poco profundos, porque conservan poca humedad, pero con riego frecuente y coberturas adecuadas para evitar la evaporación del suelo, pueden ser utilizados.

Como recomendaciones generales se plantea:

- Reducir al mínimo la intervención mecánica del suelo
- Utilizar un sistema de preparación del suelo que favorezca el desarrollo radicular.
- Practicar el subsolado en suelos compactados sólo cuando técnicamente sea recomendado, es decir la profundidad efectiva lo permita y no existan capas de arenas o gravas debajo de la capa endurecida.
- Se debe tener cuidado de 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 Guamo.

- 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.
- Al menos un análisis de suelos se deberá hacer antes de la instalación del huerto y posteriormente cada cinco 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.

3.2. Trazado

Distancias de siembra : Actualmente no existe estandarizada una distancia ideal 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. Tradicionalmente los árboles de mango se han dejado crecer libremente por lo que las distancias recomendadas hace 20 años eran de 10 a 12 metros en cuadro. La tendencia en la actualidad es manejar árboles de porte más bajo y distancias más cortas.

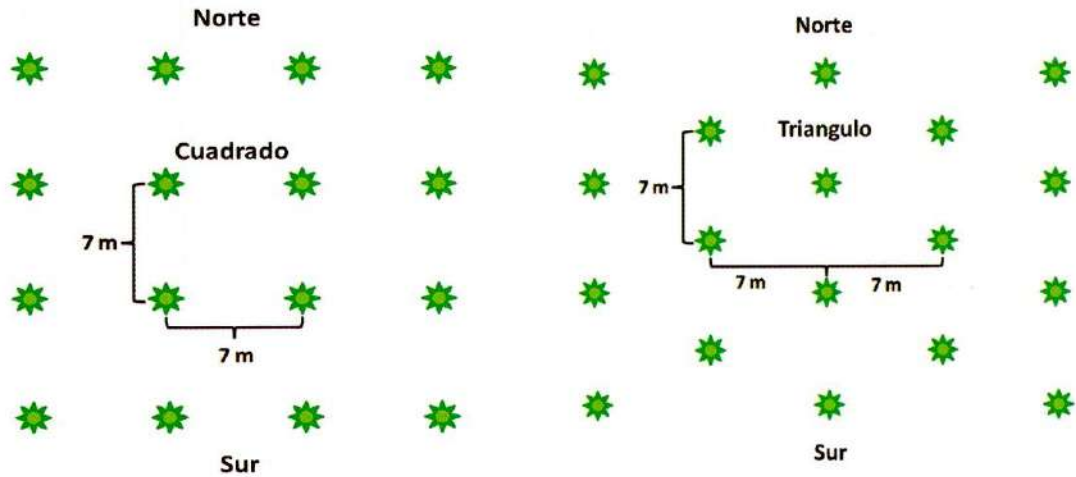
Normalmente en un suelo fértil y alta humedad se deben mantener distancias más bien amplias y en suelos secos, donde la precipitación sea inferior a 1000 mm por año, las distancias pueden ser tan cortas como 5 metros entre plantas. En estas condiciones el crecimiento se controla con el riego.

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. Otra variedad que crece bastante es el mango Filipino.

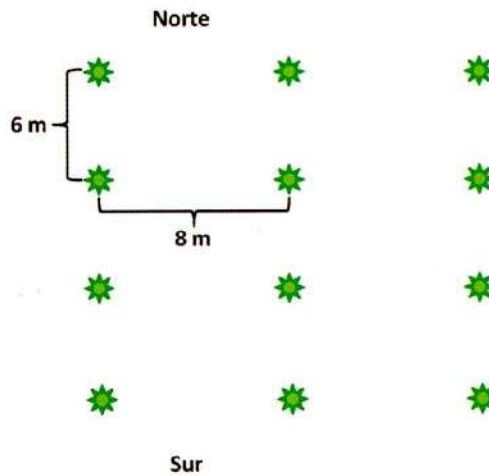
Si NO se utiliza poda de formación y de mantenimiento, ni reductores de crecimiento. La distancia debe ser entre 9 a 10 metros en cuadro. Nueve (9) metros en cuadro en suelos secos bien drenados con texturas arenosas a arenoso francas y 10 metros en cuadro en suelos francos a franco arcillosos con buen 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 y mediante el riego manejar las épocas de cosecha.

Si los lotes son menores de tres (3) hectáreas se deben manejar preferiblemente distancias en triángulo con el fin de manejar mayor número de árboles por hectárea. La mayoría de las actividades de manejo se realizarán de manera manual 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 va 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.

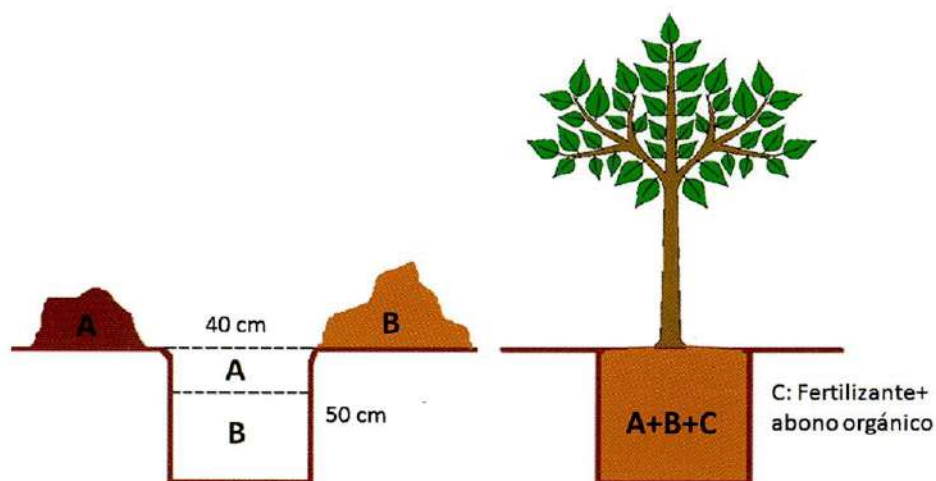


En sistemas tecnificados la distancia mínima entre plantas y surcos dependerá del nivel de tecnología a utilizar, con alta tecnología es posible disminuir aún más las distancias entre plantas. En estos sistemas se deberá ser más exigente en las podas de formación (enanificación de plantas) y en el uso de reductores de crecimiento (ver más adelante).

3.3. 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 nublado 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. Puede utilizarse mayores dimensiones según los recursos económicos y el tamaño del material proveniente del vivero.



- Al momento de la siembra se separan los horizontes del suelo (A y B), colocar un fertilizante (300 g) con alto contenido de fósforo como 10-30-10 y una palada de estiércol seco o 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. Apretar muy bien para que en la planta no quede burbujas de aire. Después de sembrados aplicar buen riego y coloque una cobertura de maleza muerta con el fin de mantener el suelo húmedo y fresco.

4. Manejo Cultural

4.1. Sistema radicular

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.

4.2. Control de Plantas Invasoras

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).

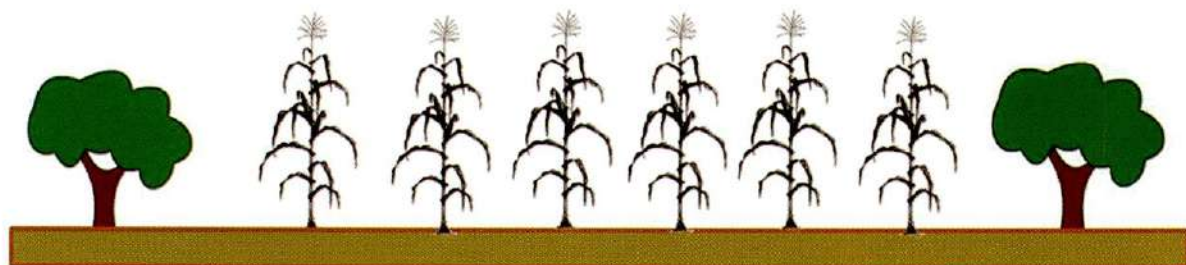
En las plantas adultas, el deshierbe se lleva a cabo en el surco y dependiendo del sistema se puede hacer mecánicamente con desbrozadora o guadaña sin causar daño a los tallos y raíces. En casos de emergencia, en la franja del entresurco se puede utilizar control químico ocasionalmente con herbicida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

4.3. Cultivos intercalados

El uso de cultivos 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 practica 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 principalmente 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 a intercalar; para preparar el terreno del cultivo intercalado, se debe 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 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 a intercalar, con el fin de no competir por luz. Para cultivos de talla inferior, la distancia no debe ser menos de un metro 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, disminuye 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.

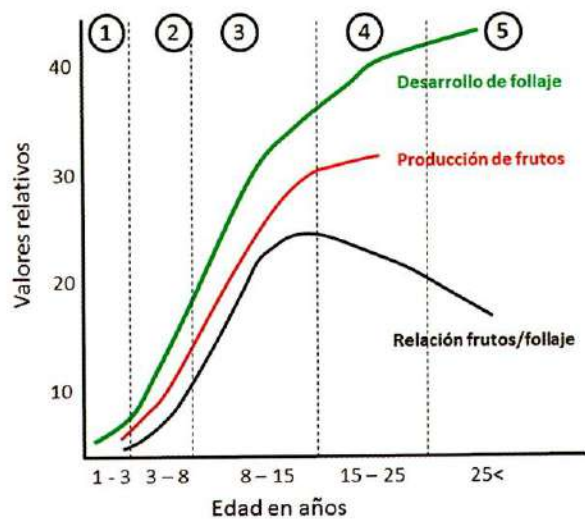
Una vez el árbol alcanza los dos años y medio de edad no deberá intercalarse cultivo adicional pues se requiere manejar el sistema hacia la producción rápida del primer ciclo.

5. Nutrición del cultivo

El mango se desarrolla relativamente bien en casi todos los suelos, en general, tolera suelos de baja fertilidad, sin embargo su producción aumenta en suelos más fértiles. Esta planta tiene un sistema radicular bien desarrollado, que le da una mayor capacidad para explorar un mayor volumen de suelo para satisfacer su demanda por agua y nutrientes. El fruto contiene cerca del 80% de su peso en agua, es decir el 20% es materia seca sintetizada durante su crecimiento y proviene del aire, el agua y el suelo; de esa materia tan solo el 10% se estima proviene del suelo, es decir, el aporte del suelo es menor en comparación con el aire y el agua, pero no menos importante. Los nutrientes esenciales juegan un papel importante y sin ellos no se puede asegurar buenas producciones y por consiguiente ganancias, es necesario devolverle al suelo los nutrientes extraídos para garantizar cosechas abundantes y producción permanente.

5.1. Etapas de crecimiento de un cultivo de mango

Una planta perenne como el mango pasa por diferentes etapas durante su ciclo de vida. Durante estas fases, diversas consideraciones deben ser adoptadas para la evaluación del estado nutricional o la conveniencia de suplementar nutrientes.



Etapa de establecimiento (1): Se requiere de condiciones que favorezcan el incremento del área foliar, 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 período puede durar entre los 3 y 8 años. No se debe exceder recomendaciones en nitrógeno que limitan la floración.

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 15 años. Se debe restringir casi que permanentemente el suministro de nitrógeno para evitar el excesivo desarrollo 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 período ocurre desde los 15 a los 25 años. La duración de este período está muy asociada con las condiciones edafoclimáticas del sitio donde este 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 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 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 presenta 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 idea de una plantación tecnificada en el trópico es postergar al máximo la entrada de la etapa 5 mediante un adecuado manejo de podas de control de tamaño y el uso racional del nitrógeno y el agua.

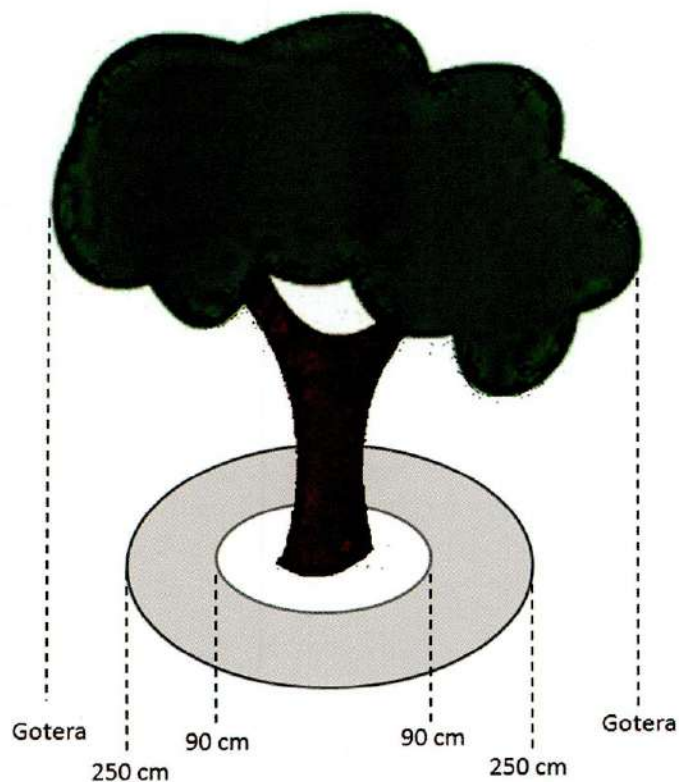
5.2. Estimación de los nutrimentos

Un procedimiento para calcular el fertilizante a utilizar, se basa en determinar inicialmente las cantidades de nutrientes disponibles en el suelo y la cantidad de nutrientes extraídos por el cultivo en un periodo de cosecha; la cual difiere de acuerdo a la edad y el estado fisiológico de la planta y determina los requerimientos de sus distintas partes: hojas, tallos, flores, frutos y raíces. Una vez tomados los nutrientes del suelo (nitrógeno, fósforo y potasio) son movilizados a las hojas en altas cantidades antes de la floración; momento en el cual y durante la formación de fruto, los contenidos disminuyen; durante la maduración los niveles se mantienen o pueden reducirse.

Estos estudios de fertilidad y requerimientos de nutrientes en nuestro país son bastante limitados, por lo que el registro de propiedades químicas de los suelos y los análisis de tejido foliar deben ser la herramienta para dar inicio a programas serios de manejo de la nutrición en mango en el Tolima.

Análisis químico de suelo

La muestra deberá tomarse antes de la instalación del huerto y posteriormente para controlar las recomendaciones de fertilizantes en la fase de producción. Seis (6) 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. Si se considera necesario se pueden tomar a más profundidades, por ejemplo para verificar la existencia de barreras químicas internas



que impidan la penetración de las raíces como deficiencia de calcio, exceso de aluminio, presencia de sales o de sodio intercambiable, etc.

El número de sub-muestras depende del tamaño del área de cada tipo de suelo seleccionado, si es menos de una hectárea, se debe tomar como mínimo cuatro sitios, en lotes grandes de más de 3 ha deben tener como mínimo 10 sitios de sub-muestreo. Las submuestras se mezclan y se obtiene una muestra de al menos 1 kg por cada profundidad.

En huertos en producción, las sub-muestras se deben recogerse 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.

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).

- Mantenga la misma agrupación de suelos utilizada en el análisis de suelos.
- Recoger sólo las hojas enteras y sanas, evitando hojas atacadas por plagas y enfermedades.
- Las hojas deben ser recogidas 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 3 y 4 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 período 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.

Síntomas Visuales

Es una forma de determinar las necesidades de fertilización, aunque cuando ya son visibles, la planta ha presentado retrasos en su crecimiento. Estos síntomas pueden ser por déficit o exceso y deberán realizarse por personas de experiencia. Estos síntomas permiten hacer las correcciones del caso en el esquema de fertilización edáfica o foliar.

Realizar el muestreo de hojas en lo posible con el fin de ir ajustando los programas de fertilización y regular sobre todo el uso del nitrógeno, como factor inhibidor de floración y estimulador de crecimiento vegetativo.

5.3. Fertilización a la siembra o establecimiento

Como se dijo anteriormente, se debe partir del conocimiento de las condiciones de la fertilidad natural del suelo, esos primeros análisis permiten determinar los niveles naturales de cada elemento y si se requiere del uso de correctores químicos para mejorar alguna limitante como acidez o alcalinidad. En caso de hacer corrección de pH, se debe realizar preferiblemente con cal dolomítica, la cual deberá ser incorporada antes de la fertilización y la siembra. *En lo posible no se debe mezclar el corrector del suelo con los fertilizantes especialmente amoniacales.* El fósforo es preferible que se aplique en la siembra en forma disponible DAP o superfosfato o en su defecto en un compuesto rico en fósforo. En la siembra se debe mezclar bien el fertilizante con el abono orgánico y la tierra removida. Esta mezcla se usa para el llenado del sitio de siembra (ver punto 3.3).

5.4. Fertilización en etapa de formación

La fertilización durante los primeros 2 años está dirigida a la rápida formación de la copa del árbol, con el fin de disminuir el periodo de entrada en producción.

A partir de los análisis se puede calificar los contenidos naturales en alta, mediana o baja disponibilidad. El nitrógeno es bien importante en esta primera etapa. Las cantidades de nitrógeno y potasio deben aplicarse en lo posible cada dos meses, ideal cada mes. Es mejor si se dispone de fertirrigación. El fósforo se aplica a partir del segundo año, siempre con buena humedad del suelo.

La fuente 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 (amoniacales), siempre con buenas condiciones de humedad.

Edad (meses)	Nitrógeno	Fósforo*			Potasio**		
		Alto	Medio	Bajo	Alto	Medio	Bajo
0 - 12	150				40	60	80
13 - 24	210	80	120	160	80	100	120
24 - 30	150***				40	60	80

*P₂O₅ g/planta

**K₂O g/planta

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

5.5. Fertilización en producción

Manejar técnicamente la fertilización en huertos mayores de 5 años, donde se tiene árboles cercanos a la máxima producción, es diferente a las etapas iniciales de formación. El nitrógeno debe ser regulado y monitoreado continuamente con análisis de tejido foliar para evitar excesos que afecten la floración. Actualmente se considera prácticamente como indeseable, a no ser que los suelos sean muy pobres en ese nutrimento.

Toneladas esperadas	Nitrógeno*			Fósforo**			Potasio***		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
<10	20	10	-	30	20	10	30	20	10
10 - 15	30	20	-	40	30	20	50	30	20
15 - 20	40	30	-	60	40	30	60	40	30
>20	50	40	-	80	60	40	80	50	40

*Kg de N/ha

**Kg de P₂O₅/ha

***Kg de K₂O/ha

Aunque en la tabla anterior se dan algunas recomendaciones de acuerdo a los niveles naturales en tejido foliar, el manejo adecuado de la cantidad de fertilizante necesario se fundamenta en la productividad y esta puede variar si se hace inducción de floración.

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. 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:

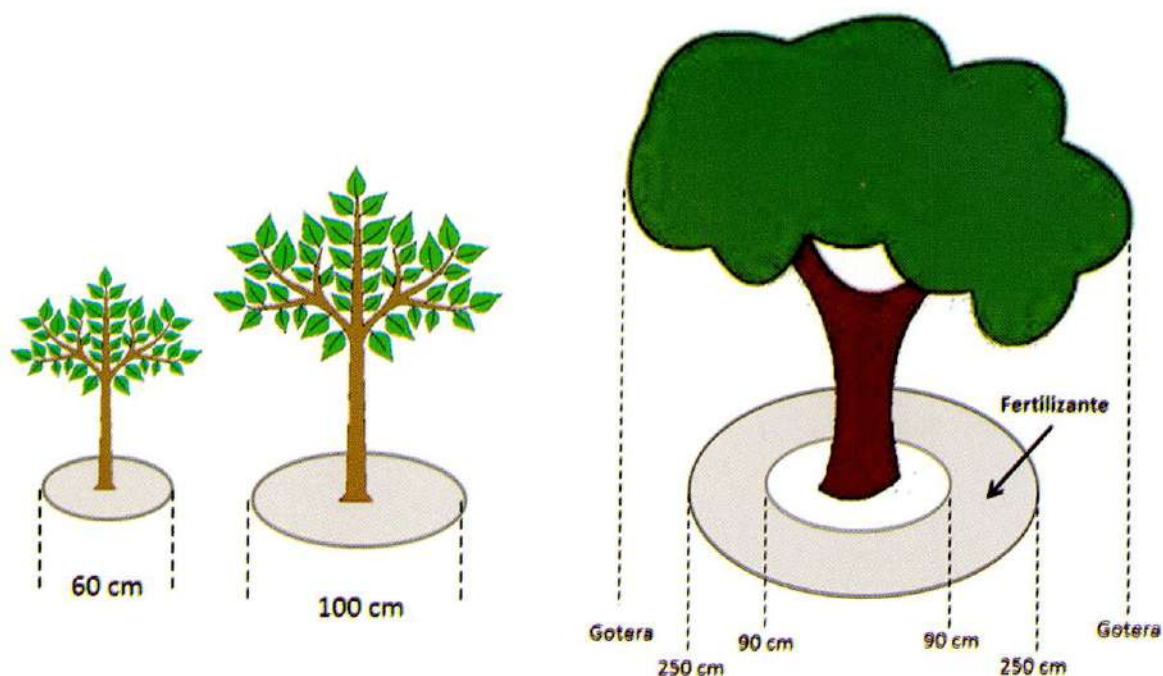
Nitrógeno: 50% después de la cosecha, 30% después de la floración y 20% 50 días después de la fructificación.

Fósforo: 60% después de la cosecha y el 40% antes de de floración.

Potasio: 25% después de cosecha, 20% antes de la inducción floral, 30% en inicio de de cuajado y 15% 50 días después de formado el fruto.

5.6. Ubicación de los fertilizantes

La aplicación de fertilizantes está directamente relacionada con la distribución del sistema radicular de la planta. En la fase de establecimiento, uno o dos meses después de sembrado, se puede dar inicio a la aplicación de fertilizantes en un radio de 30 cm alrededor de la planta, para el segundo año este radio ya puede ser de 50 cm, el radio va ampliándose a medida que se desarrolla la copa del árbol. A partir del tercer año cuando las plantas están en producción, el fertilizante debe ser aplicado en surcos alrededor del tallo y se deben alternar las franjas (no repetir) cada año. La ubicación de las franjas está



limitada por la proyección del bulbo húmedo (riego) y la proyección de la copa. Se recomienda aplicar el fertilizante alrededor de las plantas dentro del área de proyección de la copa en la misma banda donde se toman las muestras para análisis químico de suelos, se recomienda en lo posible incorporar los fertilizantes para protegerlos de la pérdida y mejorar la asimilación por las raíces.

5.7. La fertilización orgánica y microelementos

La fertilización orgánica implica el uso de los residuos orgánicos (de origen animal, vegetal, etc.) con el objetivo de incrementar el rendimiento del cultivo. Sin embargo 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.

Los Micronutrientes se suministran frecuentemente en aspersiones foliares. En caso de presentarse déficit 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.

6. Riego

En la actualidad el reto es mejorar la productividad, es decir producir más, mejor y a menor costo; proporcionando en los momentos oportunos, un producto de calidad a precios competitivos. El cambio a una fruticultura bajo riego está convirtiendo un sector tradicional en uno empresarial, ya sea mediante la asociación de productores o la vinculación del sector empresarial. Esto va de la mano con el aumento en la demanda en el consumo interno, lo que permite mejorar los ingresos de los pequeños y medianos productores.

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 ton/ha/año, sin embargo en países como Brasil se ha logrado triplicar estas producciones, llegando hasta 30 ton/ha/año, con el uso de riego.

El uso de riego hace posible optimizar la tecnología e incluir áreas que antes no eran aptas para este cultivo, así mismo 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.

6.1. Métodos de riego

Los sistemas de riego más utilizados en mango son el riego por goteo y la micro aspersión, son más eficientes en la aplicación y uso de energía. Ocasionalmente se puede usar el riego por aspersión, sin embargo este sistema presenta un mayor consumo de energía y mala distribución del agua, debido al choque del chorro con las copas de las plantas, por lo anterior solo puede ser utilizado durante los dos primeros años. No es adecuado su uso después que la plantación inicia floración, debido al golpe del agua a presión sobre las panículas y además porque puede alejar los insectos polinizadores; por lo que deberá ser modificado a tipo sub copa según la densidad de aspersores o preferiblemente a riego por micro aspersión.



El sistema más utilizado es micro aspersión, 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 más frecuentemente. 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 conjuntamente, aumentando su eficiencia.

6.2. Como estimar las necesidades de riego

La cantidad de agua a aplicar equivale a la cantidad que se evapora por acción del sol, la temperatura, el viento y la transpirada por el cultivo; a esto se le llama balance hídrico y equivale a sumar cuánta agua cae en el lote y cuanta se pierde. Para eso se deben medir los contenidos de agua permanentemente en el suelo y en la atmosfera, según sea el comportamiento de las lluvias en el año.

6.2.1. Potencial evaporativo de la atmosfera

La evaporación es el paso del estado líquido al gaseoso y la transpiración es la pérdida de agua del suelo a través de las plantas, hacia la atmósfera en forma de vapor, el proceso en su conjunto recibe el nombre de “evapotranspiración”. La planta se vale de este mecanismo para tomar nutrientes del suelo y transportarlos a todas sus estructuras internas, adicionalmente le permite mantener una temperatura adecuada y crear las fuerzas internas sobre los tejidos, lo que finalmente le permiten crecer.

Si la atmósfera está saturada de vapor de agua, disminuye la velocidad de evapotranspiración, por el contrario, si la atmosfera esta “seca” aumenta su velocidad y cantidad. Los factores que determinan que el ambiente sea más o menos evaporativo son la temperatura, la radiación, el viento y el contenido de humedad relativa. Este fenómeno se convierte en problema, cuando los contenidos de agua del suelo van disminuyendo hasta niveles en los cuales la planta no puede tomarla y empieza a fallar su funcionamiento; a medida que se restituye nuevamente el agua, por lluvia o riego, la planta puede normalizar su comportamiento. Si no se restituye el agua a tiempo, la planta puede entrar en un estrés severo que le impide su desarrollo normal llegando incluso a morir, así mismo, si las cantidades no son las necesarias, la planta no crece normalmente y disminuye su productividad.

Por lo anterior, es necesario conocer el poder evaporativo de la atmosfera, porque esto nos indica la cantidad máxima de agua, que una superficie de suelo cubierto con vegetación y con agua disponible, puede perder dependiendo de las condiciones ambientales. Esto a su vez, es la referencia para estimar cuánta agua debe ser devuelta al suelo para que la planta pueda continuar sus procesos vitales. Es una información muy valiosa especialmente para el área de influencia del triángulo del Tolima donde se presenta una época de exceso de humedad del suelo y posteriormente sequia extrema, durante la cual el suelo pierde el agua rápidamente, de no restituirse en forma oportuna la planta entrará en situación de estrés. La etapa de establecimiento inicial es la más vulnerable.

Existen varios métodos directos e indirectos para determinar la evapotranspiración potencial de la atmosfera. Los más comúnmente aplicados son las estaciones climatológicas y el tanque evaporímetro. A menudo se utilizan las ecuaciones que incluyen variables climáticas y están sujetas a calibraciones

locales. Independiente del método utilizado, los datos de evapotranspiración son necesarios con antelación al planeamiento de proyectos de riego.

Las **estaciones climatológicas** permiten estimar la Evapotranspiración de referencia (ET_o) mediante cálculos matemáticos por un método mundialmente reconocido llamado Penman-Monteith- FAO. Es el método más exacto y completo, actualmente son sistemas completamente automatizados pero costosos.



Otra manera más simple, pero menos precisa, para determinar evapotranspiración de referencia (ET_o) es por el **uso de tanques evaporímetros tipo “A”**, los cuales miden la cantidad de agua evaporada, y posteriormente mediante un coeficiente se calcula la evapotranspiración de referencia. Es de bajo costo y fácil de manejar en campo, en granjas pequeñas o medianas empresas.

Una vez conocido el poder evaporante de la atmosfera o ET_o, por cualquiera de los métodos existentes, se estima la evapotranspiración del cultivo (ET_c), es decir la cantidad de agua que pierde efectivamente el cultivo de mango. Esto se hace mediante un coeficiente de consumo del cultivo o “K_c”. 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:

Edad	K _c
1er año	0,4
2do año	0,5
3er año	0,6
>4 año	0,8

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

$$ET_c = ET_o \times K_c$$

En lo posible las estimaciones de la cantidad de agua a aplicar deberán ser recomendadas por personal experto o debidamente capacitado y dependerán del suelo, del ambiente y del sistema de riego diseñado en el huerto.

6.2.2. Monitoreo de humedad del suelo

La anterior recomendación 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 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 huerto.

Capacidad de campo (CC)

Contenido de agua que queda en el suelo después de un riego o después que ha drenado el exceso de agua posterior a un aguacero.

Punto de marchitez permanente (PMP)

Contenido de agua en el suelo en el cual las plantas se marchitan y no se pueden recuperar, aun así se les adicione suficiente humedad.

Agua disponible (AD)

Es la cantidad de agua entre CC y PMP, es el agua retenida en el suelo que puede ser aprovechable por la planta, se considera normalmente y posiblemente de manera equivocada que a un nivel del 50% se debe regar.

Sin embargo aun no ha se definido claramente para el mango cual es el nivel disponible de agua sobre el cual se deba restituir el agua perdida por evapotranspiración, por lo tanto se sugiere trabajar mínimo con el 60% de agua disponible durante el establecimiento. En época de producción se debe manejar entre el 30 y el 50% como estrategia para inducir floración.

Por lo anterior se resalta la importancia de realizar estudios físicos de suelo en cada huerto, para estimar con claridad los niveles de agua en que debe mantenerse para que el cultivo de mango no tenga problemas durante el crecimiento.

Textura del suelo	Capacidad del campo	Punto de marchitamiento	Humedad disponible
Arenoso	9%	2%	7%
Arenoso – franco	14%	4%	10%
Franco arenoso – 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%

Como se ve en la tabla anterior, según sea el tipo de suelo así mismo es la capacidad para mantener humedad disponible y aprovechable por la planta. Según esto, los suelos arcillosos, oscuros y planos cerca a las vegas de los ríos son los que mantienen mas 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 quieren cultivar mango.

Con el fin de verificar si el agua que se está restituyendo con el riego o con la lluvia es la adecuada, existen varias formas de medir la cantidad de agua en el suelo.



Manual

Por lo general se utiliza cuando no se cuenta con equipos para estimar con precisión el agua disponible. Se fundamenta en la apariencia visual y al tacto de los diversos horizontes que conforman el perfil del suelo de interés.

Tensiómetros

Es un instrumento que debe ser previamente calibrado y consiste en el paso del agua del interior del instrumento a través de una cápsula de porcelana, hasta llegar a un punto de equilibrio con el contenido de agua en el mismo. El agua está en contacto con un manómetro que registra la tensión (fuerza) con que el agua está adherida a las partículas del suelo, en unidades de presión (centibares).



Un suelo seco ejerce una mayor tensión y por lo tanto las lecturas serán mayores que las que presenta uno saturado de agua, donde la lectura es cero (0). En condiciones de sequía severa (niveles de humedad menor al 50% de agua disponible), no presentan un buen desempeño, adicionalmente se supone que con esos contenidos de humedad la planta ya esta estresada.

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

Sensores automáticos

Es el método más avanzado tecnológicamente, son múltiples las aplicaciones existentes y mide directamente en tiempo real la cantidad de agua disponible para las plantas. Estos sensores van acoplados a un dispositivo que almacena los datos o a un accesorio de visualización directa de la lectura. Per-

miten determinar si el contenido de agua está cerca a la capacidad de campo o al punto de marchitez permanente, son muy utilizados para corregir el programa de riego (frecuencia y tiempo de riego) y en su defecto dependiendo de su complejidad y costo, pueden estimar la recomendación de riego sin necesidad de los parámetros atmosféricos y cálculos anteriormente descritos.



7. Podas

El crecimiento inicial del árbol de mango es lento durante el primer año, pero una vez aumenta su área foliar, presenta una alta tasa de crecimiento, en condiciones cálidas y húmedas puede alcanzar grandes alturas. Sin embargo esto no es deseable en un huerto planificado y organizado. La idea es formar árboles de tamaño adecuado que faciliten el manejo agronómico y la cosecha, con el fin de producir frutas de excelente calidad de manera sostenible.

Era tradicional que el agricultor dejará crecer el árbol libremente y equivocadamente se asume que un árbol entre más grande sea más producción tendrá; sin embargo, en este manual se sugiere que se controle el crecimiento y la forma del árbol, buscando finalmente un huerto con mayor número de árboles, de tamaño máximo de 4 a 5 m de altura. Para ello necesariamente debe hacerse un esfuerzo en el manejo de la poda intensiva.



Árbol sin control de altura (izquierda) y con control, de crecimiento mediante poda (derecha). Foto: Jairo Garcia L.

Adicionalmente árboles de menor porte y con mayor exposición a la luz solar, disminuyen las condiciones que facilitan el desarrollo de los dos principales problemas sanitarios que presenta el mango: mosca de la fruta (*Anastrepha sp.*) y antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).

7.1. Crecimiento y desarrollo del árbol de mango

El árbol de mango presenta etapas de activo crecimiento, alternadas con etapas de reposo, en estas últimas la planta se prepara para la floración. Los periodos de activo crecimiento se llaman flujos y estos pueden ser vegetativos (brotes) y dependiendo de las condiciones endógenas de la planta, también pueden ser reproductivos (inflorescencias). Estas etapas de flujos de crecimiento o de reposo obedecen a un marcado efecto ambiental, especialmente influencia de las lluvias. Los periodos de verano inducen el reposo y maduración de tejidos, mientras que el inicio de las lluvias los periodos de reactivar crecimiento. Es de esperarse entonces, si el ambiente es húmedo y fértil, árboles de gran tamaño con dificultad para florecer y si el ambiente es seco árboles más pequeños y mayor facilidad para florecer.

Para un adecuado manejo de la poda, el primer paso consiste en conocer la duración de las diversas

etapas fenológicas por las que atraviesa el árbol (Figura 4), en especial desde el momento en que la yema terminal en reposo se activa hacia un nuevo flujo de crecimiento vegetativo hasta entrar nuevamente en reposo (duración de los flujos vegetativos). También debe conocerse el tiempo desde que una yema terminal se convierte en inflorescencia y el momento en el cual el fruto alcanza la madurez de cosecha. Esos datos son importantes porque definen los tiempos sobre los cuales se debe hacer la sincronización de la copa para buscar un momento adecuado para obtener la producción.

Estado principal 0: Desarrollo de las yemas



Estado Principal 1.
Desarrollo de hojas en
brotes vegetativos



Estado principal 3. Desarrollo de los brotes vegetativos

Estado principal 5.
Aparición del órgano
floral



Estado
principal 6:
Floración



Estado principal 7: Desarrollo del fruto

Etapas fenológicas por las que atraviesa una yema terminal en la copa de un árbol de mango. Jairo García Lozano.

Las condiciones ambientales determinan la posibilidad de manejar el crecimiento del árbol. El periodo de reposo es crucial para preparar la planta para la etapa reproductiva mas no garantiza que se presente floración en el 100% de los casos.

Al analizar una rama de mango, se pueden ver claramente los periodos de crecimiento y reposo, la identificación y el número de los flujos de crecimiento es muy importante porque define el momento en que la planta puede estar apta para entrar a la etapa reproductiva.



Ilustración del desarrollo de una rama de mango que presenta cuatro flujos de crecimiento vegetativo y donde los nudos son considerados como etapas de lento crecimiento o reposo. Foto: Jairo Garcia Lozano.

Se considera que una yema puede ser reproductiva, si está ubicada en una rama con al menos cuatro flujos de crecimiento previos. Esta ubicación del número de flujos es también importante para realizar la poda; podas profundas, es decir cerca al primer y segundo flujo son podas para renovar follaje y formar la planta, mientras que podas superficiales alrededor del cuarto y tercer flujos son podas de multiplicación de terminales y sincronización de la copa, para homogenizar floración y producción. Sin embargo esto puede ser alterado con el uso de reductores de crecimiento como se verá más adelante.

7.2. Profundidad y sitio de corte

La poda es quizás la práctica agronómica más importante en el cultivo de mango porque permite formar huertos con árboles de tamaño adecuado altamente productivos. Los árboles a libre crecimiento son muy grandes, presentando floración errática, son difíciles de manejar y de muy baja productividad y calidad.

Las podas en el árbol de mango pueden ser utilizadas de diversas maneras:

- Para guiar el crecimiento y la forma final de la planta (podas de formación)
- Para mantener la salud de la planta (podas sanitarias)
- Para limitar el crecimiento de la planta (rejuvenecimiento y control de altura)
- Para aumentar la calidad de flores, frutas, follaje o tallos (podas de multiplicación de yemas y de cosecha). Esta última es la más usada en un programa de manipulación de la floración.

Los nuevos conceptos de poda van dirigidos a obtener plantaciones tecnificadas con árboles de bajo porte fácilmente manejables y que respondan rápidamente a procesos de manejo agronómico (fertilización, control de plagas, control de enfermedades, inducción floral, etc.). Por esta razón, en plantaciones nuevas, rejuvenecidas o renovadas, el sitio del corte y la profundidad de la poda son dos elementos fundamentales.

Una poda profunda es cuando se hace el corte lo más cerca al sitio donde nace la rama que se está podando. Se utiliza principalmente para rejuvenecer, formar una nueva copa, engrosar ramas y dar arquitectura al árbol. No se debe esperar, que de cortes profundos se pueda obtener cosecha en ese ciclo productivo en la rama podada.

Un corte superficial, es cuando se corta la rama en un flujo de crecimiento más cercano a la parte terminal. Se utiliza principalmente para aumentar el volumen de la copa, aumentar los puntos vegetativos o reproductivos en un programa de inducción floral.

Otro papel muy importante de este corte es sincronizar fenológicamente la copa reproductiva. Dependiendo del momento en que se haga, determina el momento también de cosecha en un programa de manipulación de la floración.



Ubicación del sitio de poda cuando se requiere formar un árbol o engrosar una rama (poda profunda) y cuando se requiere sincronizar la copa (brotación o floración). Foto: Jairo García Lozano.

7.2.1. Tipo del corte

Una vez definida la profundidad de la poda, se selecciona el sitio de corte, el cual puede ser por debajo del entrenudo o por encima del entrenudo. Cuando se poda por debajo del entrenudo, el desarrollo de las yemas es de manera alterna, por lo que se debe utilizar para dar forma al árbol en siembras nuevas o rebrotes de arboles renovados o rejuvenecidos.

Corte por debajo del nudo (punto de reposo): Es utilizado para formar la planta y es el primer tipo de corte durante el establecimiento (flecha azul), produce ramas o terminales, pero en forma alterna, dándole al árbol formación y estructura. Posteriormente se utiliza alternadamente con despuntes para formar copas de bajo tamaño y con alto número de yemas terminales (enanificación de plantas), como se verá más adelante.



Corte por encima del nudo (punto de reposo): Este corte (flecha roja) se hace con el fin de multiplicar los nuevos flujos o yemas terminales, a este corte se llama **despunte**. Facilita la formación rápida de la copa pues multiplica el número de yemas terminales. En plantas adultas en producción se hace sobre el tercer nudo para aumentar el número de inflorescencias.



A) Corte realizado en ramas secundarias para desarrollo alterno de yemas laterales. B) Corte por encima del nudo o zona de reposo, se obtiene como resultado un mayor número de puntos de crecimiento (en ramas o brotes jóvenes) o de inflorescencias (en ramas o brotes maduros). Foto: José A. Guzmán-Jairo García L.

El uso continuo y alterno permite el engrosamiento de las ramas primarias y secundarias, con el fin de que sean más cortas, gruesas y fuertes, para que puedan soportar un mayor peso, aun siendo árboles de bajo porte (A). El corte por encima del nudo (B) se utiliza principalmente para aumentar el número de puntos de crecimiento y formar rápidamente una copa muy compacta y uniforme.

En programas de manipulación de la floración este corte permite aumentar el número de brotes reproductivos, ya que por una yema terminal, en lugar de obtener una inflorescencia se pueden obtener hasta cinco inflorescencias mas.

7.2.2. Cuidados en cortes cicatrización

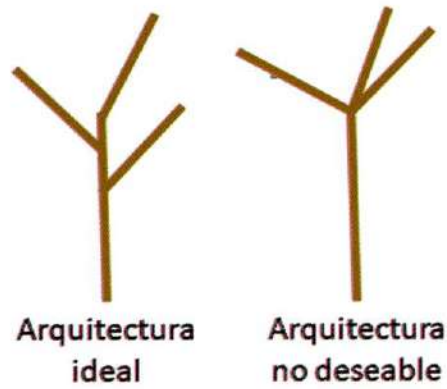
La estructuración de árboles de bajo porte, implica la protección de los cortes causados por la poda. Se puede preparar diversos productos para ello, la finalidad es buscar la mejor cicatrización de las heridas. Cuando las ramas son tiernas y jóvenes (diámetros menores a 2 cm) se puede utilizar directamente sobre la herida pintura anticorrosiva. Cuando las heridas son de mayor tamaño se sugiere preparar una solución con pintura tipo vinilo para exteriores tipo I, soluble en agua, a la cual se le adiciona un insecticida y un fungicida al 25%. En podas de rejuvenecimiento se recomienda cubrir las ramas expuestas, con pintura blanca para proteger la corteza de la radiación directa.



Protección de ramas con pintura blanca en podas severa para rejuvenecimiento, cortes en bisel protegidos con pintura blanca e insecticida, a la derecha una buena cicatrización de las heridas causadas por poda. Foto: José Arboney Guzmán.

7.3. 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.



Formación inicial del árbol el corte debe hacerse por debajo del nudo. Foto e ilustración: Jairo García L.

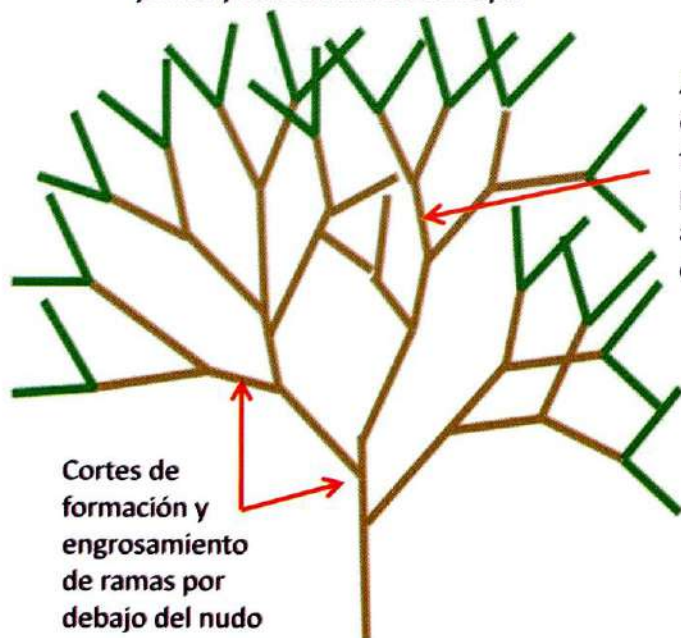
Se sugiere dejar de uno a dos flujos por encima del injerto para hacer el primer corte. El corte de formación debe hacerse por debajo del nudo de crecimiento entre 60 y 80 cm del suelo. Se debe buscar la formación de ramas alternas y no ramas con el mismo punto de crecimiento.



A) Corte por debajo del último nudo en un árbol en formación con el fin de buscar el desarrollo alterno de ramas primarias en el árbol adulto. B) Corte realizado en ramas secundarias para desarrollo alterno de yemas laterales. Fotos: José Arboney Guzmán- Jairo García L.

La poda de formación se realiza mejor utilizando tijeras de mano cuando los árboles son pequeños, una vez formadas las ramas principales se hacen nuevamente cortes por debajo del nudo, alternado con cortes por encima del nudo cada tres meses, con el fin de dar formación a las ramas secundarias. Posteriormente se harán despuntes con corte por encima del entrenudo, con el fin de cubrir rápidamente de muchos brotes la copa del arbolito al cabo del primer año y medio.

Cortes por encima del nudo multiplicación de yemas y sincronización de copa



Al interior de la copa en ramas terciarias se pueden alternar ambos tipos de cortes.



Ilustración de un árbol bien formado de 2 años de edad, alternado los cortes necesarios para que su tamaño sea menor, con bastantes puntos de crecimiento. Foto e ilustración: Jairo García L.

La poda frecuente realizada en árboles jóvenes estimula la iniciación rápida de retoños laterales, que luego formarán de cuatro a seis nuevas ramas laterales por punto de corte. El mango tiene una gran ventaja y es la capacidad de rejuvenecerse mediante la poda.

Hace 20 años se promocionó poda de formación por encima del nudo, sin embargo esta estructura provoca la formación de copas altas en forma de “V” que ocasionan auto sombreado de ramas bajas, no se pueden formar copas densas de baja altura por el debilitamiento de un solo punto de unión, que ocasiona el desgarre de ramas por su peso finalmente se obtiene un árbol de gran altura, con muy escasa ramificación inferior.



La poda inadecuada de formación no permite arboles de baja altura compactos y con ramas laterales donde obtener la cosecha.
Foto: Jose A. Guzman.

La proporción relativa entre las zonas productivas y no productivas depende del tamaño y forma del árbol, con la poda en “V” mientras más grande sea el árbol, más grande es la zona sombreada que no produce fruta, los árboles que tienen copas más anchas en la parte superior con relación a la inferior, con una zona sombreada extensa en proporción a su altura.

7.4. Poda de formación y mantenimiento del tamaño del árbol

Una vez se tiene el árbol ya formado, se debe manejar de manera tal que no supere un tamaño de cuatro metros, es decir, todo el manejo después del primer año y medio de vida es formar rápidamente una copa y a la vez evitar el alargamiento de las ramas primarias, al contrario, se debe buscar es el engrosamiento en lugar del aumento en longitud. **Es decir, tratar de enanificar el árbol.** Esto se logra con podas continuas profundas, disminuyendo el tamaño del árbol con cortes en el segundo flujo de crecimiento y alternar nuevamente cortes por encima y por debajo del nudo, con el fin de engrosar las ramas primarias para que ellas puedan resistir el peso de la fruta.



Podas de formación y mantenimiento de copa y altura, árboles de 1,5 a 2 metros de altura de dos años de edad e inicio precoz de producción. Fotografía: Sergio Guzmán.

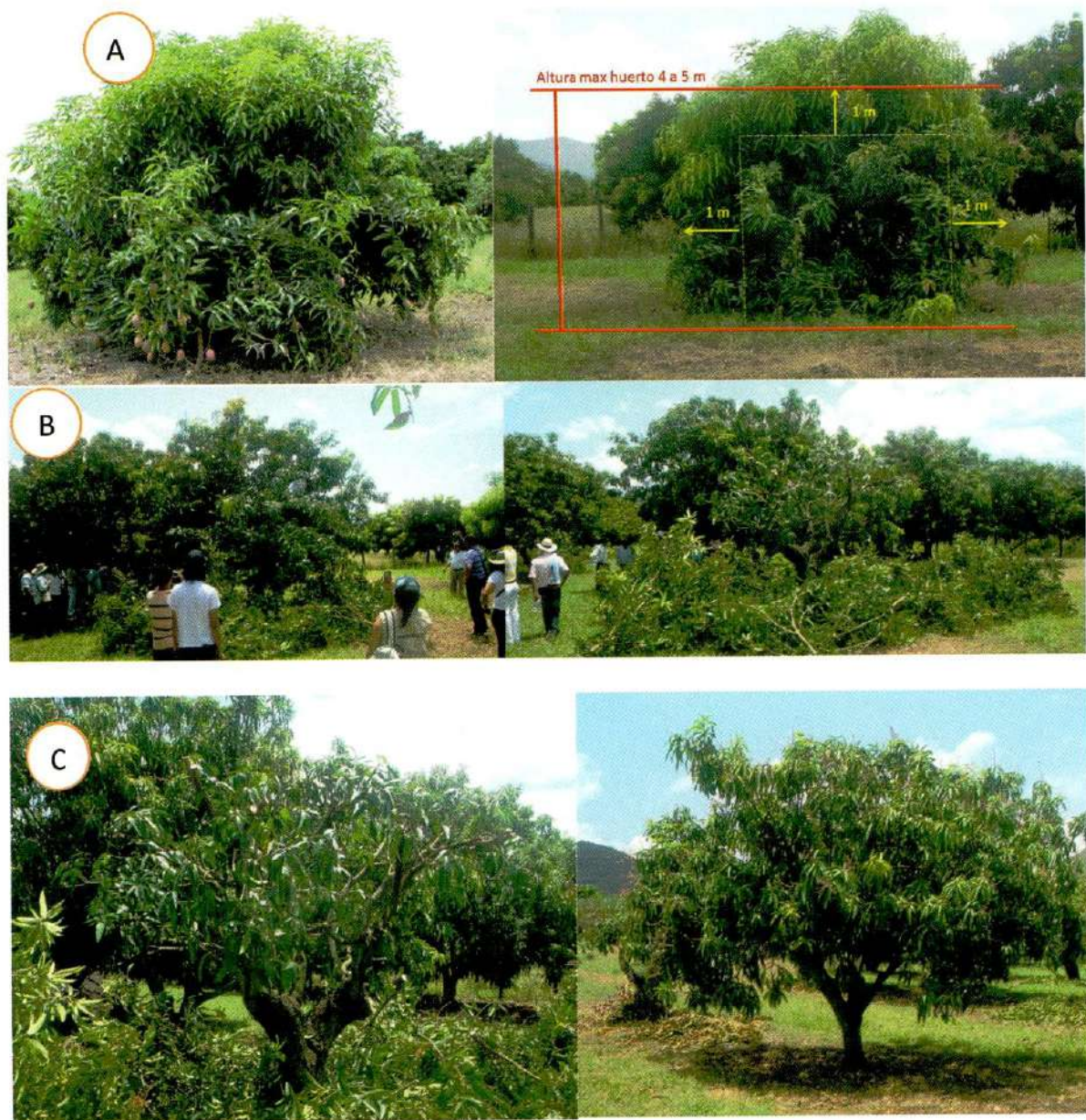
Al final de los tres años se tendrán árboles de bajo porte, que empiezan a dar producción con alturas muy bajas y que están listos para dar inicio a un programa de manipulación de la floración con técnicas de poda y reductores de crecimiento.



Plantación con árboles de tres años de edad y altura aproximada de 3 metros con copa sincronizada fenológicamente, listo para ser inducido. Foto: Jairo García L.

El uso intensivo de poda de formación cada 3 o 4 meses durante los tres primeros años de edad, debe conducir a tener un árbol de baja altura con ramas gruesas y un volumen de copa compacto con bastantes yemas terminales para dar inicio a programas de manipulación de la floración.

Los arboles no deben dejar crecer de manera exagerada como tradicionalmente se venía haciendo. Una vez la altura del árbol superan más de los cuatro o cinco metros, se deben hacer selectivamente podas profundas alternadas con despuntes (superficiales para reducir el tamaño y vigor del árbol sin sacrificar de manera importante el área productiva).



Podas de mantenimiento de altura con el fin de evitar excesivamente el desarrollo de los arboles. A-B después de que alcanza máximo los 5 metros debe podarse con una profundidad de hasta un metro del tamaño deseado incluyendo los laterales. C. sobre los nuevos brotes se procede a hacer la maduración e inducción de yemas con el fin de obtener nueva producción.

7.5. Poda en árboles en producción

Si se realiza juiciosamente la tarea de la poda de formación al cabo de tres años se tiene árboles de bajo porte en condiciones de producir, para ello, se debe estimular frecuentemente la formación de nuevos brotes de manera sincronizada con el fin de aumentar el número de frutos, durante este tiempo, el árbol podrá incrementar su tamaño hasta el punto deseado (máximo 5 metros de altura). En el proceso se eliminan también ramas improductivas, bajas (realce de la copa), ramas de crecimiento dominante por encima del límite permitido. Es importante eliminar residuos de la cosecha anterior (pedúnculos de flores o frutos) porque inhiben la formación de nuevas ramas.

Cuando el árbol ha alcanzado su madurez después de los 2,5 a 3 años o ya se encuentra en producción, está listo para un programa de manipulación de la floración. El primer paso consiste en la sincronización de la fenología en la copa. El despunte de las ramas tiene como resultado, el crecimiento sincronizado de nuevos brotes vegetativos laterales, en toda la copa del árbol. Esto facilita una floración uniforme, puesto que aumenta de manera significativa el número de yemas que producirán frutos. La mejor manera de hacerlo es con machetes afilados, de ahí la importancia de mantener el árbol de porte bajo, donde la copa puede ser alcanzada fácilmente con un operario y una pequeña escalera.

Las ramas a cortar no debe ser un grosor mayor a un centímetro de diámetro. El despunte de producción es exitoso cuando el árbol ha alcanzado su madurez o se encuentra en el período de plena producción. Esta práctica es la que puede garantizar una mayor producción puesto que se aumenta el número de puntos terminales reproductivos. Normalmente se llama despunte y se adelanta con brotes inmaduros o maduros. También puede hacerse podas más profundas (penúltimo flujo de crecimiento), lo que ocasiona un nuevo flujo vegetativo sobre el cual se hará el programa de inducción. En ese caso el corte se hará por encima del nudo, se multiplican los brotes vegetativos para posteriormente ser inducidos a floración. La cosecha se presentará un ciclo vegetativo más tarde.



Despunte de brotes inmaduros con cortes por encima del entrenudo para aumentar el número de brotes que posteriormente florecerán.

Foto Jairo García L. – Pedro Morales.

Cuando se tiene un programa de inducción de floración es posible de igual manera multiplicar el número de inflorescencias a partir de brotes maduros y listos para florecer, mediante despuntes ya sea con cortes por encima o debajo del entrenudo.



Brotes maduros y aptos para florecer despuntados con el fin de multiplicar el número de yemas reproductivas, a la izquierda corte por encima del nudo del último flujo, a la derecha corte por debajo del nudo. Fotos: Pedro Morales.

7.6. Otras podas

7.6.1. Rejuvenecimiento de huertos

Es un tipo de poda severa se hace necesaria para huertos donde los arboles son de gran tamaño que dificulta las labores de manejo fitosanitario perpetuando problemas de plagas secundarias como hormigas de problemas más graves como mosca de la fruta y antracnosis. Debido a la altura de los árboles la producción de frutos principalmente es de segundas y terceras. Adicionalmente la dificultad de cosecha encarece y limita la consecución de mano de obra.

Existen muchas formas de hacerlo y depende de los recursos con que se cuente para ello. Normalmente para evitar la pérdida total de producción se aconseja eliminar medio árbol dejando una parte de él en el eje sur norte, con el fin de que las ramas que se dejan para producción no le proporcionen oscuridad a los nuevos rebrotes. En el medio árbol o las ramas no eliminadas, mediante un adecuado manejo se puede obtener producción mientras se forma el nuevo árbol.



Etapas de rejuvenecimiento de un árbol de mango: A. Poda drástica para bajar altura y formación de brotes nuevos; B. Manejo de los brotes como si fuesen arboles en etapa inicial de formación; C. Árbol sincronizado y listo para un programa de manejo de floración (2,5 a 3 años). Fotos: Jairo García L.

7.6.2. Renovación de huertos

Cuando se poseen variedades que ya no son comerciales o se requiere cambiar la copa por alguna variedad de interés, no se requiere de siembras nuevas. Es posible cambiar las copas y hacer una nueva plantación en un huerto antiguo. Los principios a seguir son los mismos expuestos anteriormente para el rejuvenecimiento, de manera tal que no se pierda producción durante el proceso de cambio de copa. Cuando los tallos no son de mucha edad y demasiado gruesos se puede utilizar la injertación de yemas en corona.



Injerto en corona, cada injerto prendido deberá manejarse con los criterios básicos de poda de formación de un árbol nuevo mediante la alternancia de cortes por debajo y encima del nudo hasta darle la formación deseada al nuevo árbol. Fotos: Sergio Guzmán.

Si el árbol tiene demasiada edad y las ramas a injertar son muy gruesas el injerto en corona no funciona muy bien por lo que se deberá dejar crecer rebrotes de la variedad a reemplazar y sobre ellos hacer injertos de púa terminal como si fuese un patrón en condiciones de vivero.

En todos los casos de renovación, se recomienda que este tipo de trabajo sea realizado por personal calificado, se requiere de bastante experiencia para garantizar con éxito el adecuado reemplazo de la copa.



Foto Sergio Guzmán.

7.6.3. Residuos de la poda

Los residuos de poda se pueden convertir en un problema si el árbol tiene una gran altura y debe ser rejuvenecido o renovado. Usualmente se vende la madera de ramas gruesas para elaborar cajas (Guacales) y la madera mediana para hacer carbón. Los residuos más pequeños pueden ser destruidos con trituradoras de residuos de poda (ver anexo) e incorporados posteriormente con rastra pesada, siempre y cuando estén frescos. Una desbrozadora de alto rendimiento puede hacer un buen papel. La madera de mango una vez seca es difícil de destruir por este medio. En esos casos el uso de hongos benéficos como *Trichoderma sp.* pueden presentar resultados positivos.



Residuos de poda en un programa de rejuvenecimiento de plantaciones adultas los residuos secos pueden ser hospederos de plagas taladradoras de madera que pueden afectar los árboles. Los residuos deberán ser retirados o eliminados lo más rápido del lote. Foto: Jairo García L.

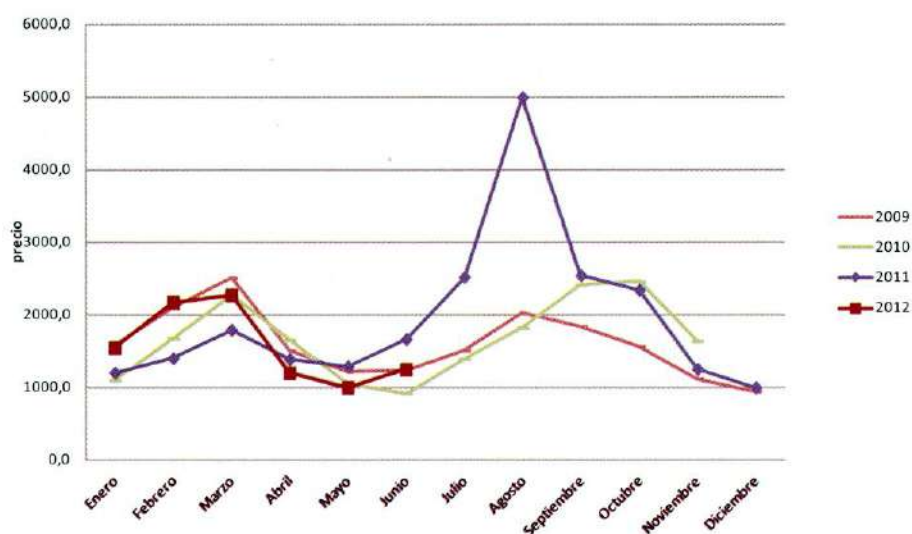


Producción de carbón con residuos de poda, una opción económicamente viable para el rejuvenecimiento o la renovación paulatina de huertos adultos de mango. Foto: Jairo García L.

8. Manipulación de la floración

El cultivo de mango en la región tropical responde en su etapa reproductiva a señales diferentes a su sitio de origen, en el subtrópico el inicio está marcado principalmente por la temperatura baja; mientras que en el trópico las señales que recibe son para el crecimiento vegetativo y poco favorables para la floración.

Bajo trópico y especialmente en la región ecuatorial, la única condición a la cual puede responder la planta, es la alternancia de periodos de lluvia y de verano. Los huertos normalmente siguen su ritmo reproductivo según el comportamiento climático, por lo que se concentra la producción de manera errática en ciertas épocas del año, lo que le confiere una condición de estacionalidad a la producción, lo que afecta el precio al consumidor como se observa en la siguiente gráfica. Esto ocurre también para la mayoría de las frutas en las zonas cálidas.



Fuente: SIPSA. Cálculos y Secretaria Técnica del Mango, Corabastos, Cali Cavasa, Cali Santa Helena, Bucaramanga Centro Abastos, Medellín Itagui, barranquilla barranquillita.

Dependiendo de la duración del periodo seco, es posible que se pueda manipular la floración mediante el uso adecuado de la poda anteriormente vista. Sin embargo, la presencia de lluvias fuera de época puede limitar un programa de sincronía floral mediante solo la poda.

En estos casos la **Bioregulación** es una estrategia que viene siendo ampliamente utilizada en diversas partes del mundo. Consiste en manipular un evento fisiológico de la planta, ya sea sobre expresándolo o inhibiéndolo. El conocimiento actual sobre los compuestos hormonales en las plantas, ha permitido explicar diversos procesos fisiológicos en la regulación del crecimiento y reproducción en mango. Las auxinas y giberilinas influyen en la dominancia apical, el crecimiento y el alargamiento celular, mientras que las citoquininas participan en la división; sin embargo también hay inhibidores de esos procesos que limitan el crecimiento vegetal. Otras funciones más específicas son la maduración de tejidos causada por etileno y la inhibición floral por las giberilinas, etc. Aún con lo anterior hay que

reconocer que la regulación de la expresión de eventos fisiológicos está en función del balance hormonal que debe darse en el lugar y momento indicado, lo que confiere en ciertos casos resultados inciertos. Para mayor información consultar “*Fenología del cultivo del mango (Mangifera indica L.) en el alto y bajo magdalena. Bases conceptuales para su manipulación*”. Experiencias adelantadas por Corpoica C.I. Nataima demostraron la posibilidad de usar este tipo de técnica bajo condiciones del Valle Cálido del Alto Magdalena. Es necesario utilizar sustancias químicas, porque se requiere manipular la condición endógena de la planta, balanceando su composición hormonal de manera tal, que en ciertos momentos se le den señales artificiales diferentes al clima, para producir en épocas fuera de la “cosecha normal”. Aunque no es una condición necesaria, si se dispone de riego la posibilidad de acceder a los mejores momentos del mercado con mayor beneficio económico es mayor (escasez del producto).

La Técnica de inducción floral se fundamenta en:

- Sustancias reductoras de crecimiento (Paclobutrazol –PBZ-)
- Madurantes de follaje (Ethephon, precursor de Etileno)
- Sustancias para reactivar crecimiento (Nitratos de K y Ca, y/o sulfato de amonio).

Además se requiere de prácticas muy bien sincronizadas de poda, riego y nutrición equilibrada, pero principalmente se debe conocer muy bien, los estados fenológicos (manifestaciones visibles de crecimiento vegetativo o reproductivo) por los que atraviesa la planta de mango durante el año. Adicionalmente se pueden integrar prácticas de manejo sanitario con el fin de proteger la producción de problemas como antracnosis.



Árbol de 4 metros de altura, con copa sincronizada y listo para un programa de inducción floral en un huerto de alta densidad a 7 x 7 m este es el primer paso para iniciar un programa de bioregulación de la floración en mango. Foto: Sergio Guzmán.

El árbol debe estar en pleno crecimiento, en muy buenas condiciones nutricionales y en plena etapa productiva (después del tercer año preferiblemente), una vez se realice la poda de sincronización con poda de despunte, se da inicio al proceso de manipulación floral.

8.1. Uso de reductores de crecimiento

El producto más utilizado se llama paclobutrazol (PBZ) y su función principal es inhibir la formación de Giberilinas una de las hormonas vegetales más importantes para el crecimiento de las plantas. Se aplica al suelo entre 3 a 4 meses antes de los efectos deseados, después o antes de la poda de despunte. Debido a su lento movimiento, debe aplicarse con muy buena humedad en el suelo y garantizar esta condición por un mes.

La dosificación depende del tamaño y forma de la copa. Si la copa del árbol es homogénea y proporcionada (la altura es igual a la base), se puede utilizar la medida del diámetro de la base proyectada en el suelo (b) en metros y se utilizan 4 g o cc (según el tipo de formulación del producto) por metro lineal.



Estimación de la dosis por árbol de PBZ cuando la copa es simétrica, medición del diámetro de la base proyectada de la copa en el suelo (b). Foto: Jairo García L.

Si: $b = 4$ m, entonces Dosis = 4×4 g = 16 g de producto comercial por árbol



Estimación de la dosis por árbol de PBZ cuando la copa no es simétrica, se requiere calcular el diámetro de la base de la copa (b) y la altura de la misma (a) en metros. Foto Jairo García L.

Si $a = 3$ m y $b = 4$ m entonces dosis = $(a + b) \times 2$

Dosis = $(3 + 4) \times 2 = 14$ g de producto comercial por árbol



La dosis calculada por árbol deberá estar diluida en 1 a 2 litros de agua según se requiera para humedecer muy bien entre los primeros 50 cm alrededor de la base del tallo. Foto: José A. Guzmán.

El papel principal de este producto es disminuir la tendencia del vigor vegetativo al reducir la proporción de giberilinas, disminuir el tamaño y tasa de crecimiento, favorecer la poda profunda y homogeneizar la copa del árbol.

Al aplicar este producto, en lo posible seguir las indicaciones del fabricante y asesorarse de un técnico con experiencia en el manejo del producto

8.2. Uso de madurantes

Esta estrategia lo que permite es acelerar el proceso de maduración de la rama con el fin de disminuir hormonas de crecimiento (auxinas y giberilinas) y balancearlas a favor de las hormonas de división celular (citoquininas). Independientemente del uso de PBZ esta labor tiene la finalidad de adelantar la cosecha pues se acelera el proceso normal de maduración de los brotes.

Se consigue haciendo aplicaciones foliares de un producto llamado Ethephon (precursor del etileno) en dosis de 0,5 cc del producto comercial por un litro de agua y se aplica con bomba de espalda, da mejores resultados con bomba a motor, porque se debe cubrir muy bien el follaje. Se debe hacer la aplicación preferiblemente en horas de la tarde cuando la temperatura no sea muy alta.



La elección del momento adecuado esta determinado por el término medio de desarrollo de las hojas en un brote. Foto Jose A. Guzmán

El ciclo de aplicaciones se inicia cuando la hoja tiene un término medio de maduración color verde claro, pero ya está totalmente formada y funcional, el objetivo es acelerar su maduración, se hace un promedio de tres aplicaciones semanales hasta alcanzar un color oscuro en el follaje, y la hoja adquiera una textura crujiente al tacto.

8.3. Uso de reiniciadores de crecimiento

Debido al tratamiento anterior, a la yema se le induce un reposo forzado y entra en latencia. Debido al efecto acumulado del PBZ y el etileno, la planta está con mayores probabilidades para emitir uno o varios flujos reproductivos.



Yema en reposo a ser reactivada

Foto: José A. Guzmán.

El paso siguiente es reactivar esas yemas dormantes para que entren en una nueva etapa de desarrollo reproductivo. Para ello se utilizan los nitratos de potasio, amonio, calcio y sulfato de amonio, se recomienda el uso combinado según los resultados de fertilidad del suelo y nutrición del árbol. El más utilizado y que tiene excelentes resultados es el nitrato de potasio al 4 % en volumen. No hay una regla del número de aplicaciones. Se espera que con tres ya la planta muestre resultados, de lo contrario se debe continuar.

Su papel independientemente del uso de PBZ o ethephon es acelerar la brotación de la yema y adelantar la cosecha.

Para obtener buenos resultados con el uso integral y sistemático de el reductor-madurante-reiniciador, es necesaria una buena condición nutricional de la planta y del manejo adecuado de riego; durante este proceso la planta debe presentar un estrés hídrico antes de la floración en los momentos de aplicación del madurante. Después de la aplicación del reiniciador y cuando se aprecie un rebrote floral de un 25 a 30% se puede aplicar riego para acelerar y uniformizar la brotación de inflorescencias.

Como resultado se obtiene una floración anticipada, abundante y homogénea en toda la copa y así mismo una mayor productividad, esta ultima dependerá de la buena nutrición del árbol y puede llegar hasta tres veces la producción promedio por año.



Resultados de la aplicación integral de PBZ-Ethephon-Nitrato de potasio y de calcio en mango Tommy y Keitt en las finca Palma Real en San Luis (Tolima). Foto: Orlando Morales

La aplicación de las recomendaciones aquí dadas dependerán del interés del productor, las condiciones del ambiente y desarrollo del huerto, así como de los recursos con que cuente el productor. Los mejores resultados se obtiene aplicando los tres procesos (retardador de crecimiento, madurante y reiniciador de crecimiento) con la ayuda de riego, sin embargo la aplicación de madurantes y reiniciadores, también presenta buenos resultados con relación a dejar los arboles a libre crecimiento.



Foto: Jairo García L.

9. Principales plagas del mango

9.1. Mosca de las frutas

La plaga que más afecta el cultivo de mango es la mosca de la fruta *Anastrepha spp.* El problema es muy acentuado cuando los **árboles presentan** un gran tamaño y “tocan Copa” es decir las copas se entrecruzan formando un microambiente húmedo y sombrío, propicio para insectos como hormigas, mosca de la fruta y enfermedades como antracnosis.



La mosca de la fruta es un insecto de color amarillo, con alas transparentes veteadas de color oscuro. Los adultos buscan las áreas más sombreadas y frescas dentro de los **árboles** y ovipositan dentro del fruto. La larva o forma inmadura es la que causa el daño pues se alimenta de la pulpa. Al final de su ciclo, la larva sale del fruto y cae al suelo donde empupa y después emerge como adulto nuevamente. El control de las formas inmaduras consiste en la colecta de frutos del suelo, enterrarlos o en su defecto introducirlos en bolsas plásticas transparentes, que después se exponen a la luz directa del sol.

El control de los adultos es químico, para ello se manejan unos índices de moscas capturadas por trampa/día. Las trampas utilizadas se conocen como McPhail, son trampas de detección para determinar el índice de capturas por trampa y dar inicio a programas de control químico mediante cebos. Con un índice de 1 ya se deben hacer controles.

Se usa un cebo que se prepara de la siguiente manera:

- Para 10 litros de cebo,
- 100 cc de Malation 57% CE
- 400 cc de Proteína hidrolizada
- 9.500 cc de agua



Las aplicaciones deben realizarse semanalmente bajo el siguiente esquema:

- 1ª semana: Todos los árboles
- 2ª semana: Por surcos pares
- 3ª semana: Por surcos impares
- 4ª semana: Repetir nuevamente el ciclo

Comercialmente se consigue un producto llamado SPINOSAD (*Saccharopolyspora spinosa*), el cual se utiliza en dosis de 1,6 litros por hectárea, se recomienda hacer una pre mezcla previamente antes de preparar la solución final.

El mejor control es la realización de podas que permitan mayor entrada de luz, exposición de los frutos al sol, rompiendo el confort dado por el microclima de árboles grandes con menor luminosidad dentro del dosel.

9.2. Larva de la inflorescencia de mango

Es una plaga poco conocida y no se tiene reportada como plaga importante en el mango, sin embargo es necesario considerarla, porque sus síntomas o daños normalmente se pueden confundir con los ocasionados por la antracnosis y el ataque severo de trips. En la zona de El Espinal y el Guamo se ha identificado un problema con la misma sintomatología, aunque aún no se ha clasificado el insecto. Son reportados en la literatura dos especies como *Erosomya mangiferae* y *E. indica*.

El adulto pone los huevos en las partes tiernas de la inflorescencias o en los frutos recién formados, se alimenta de los tejidos blandos y seca el tejido causando la caída de las flores o de los frutos pequeños. Para su identificación, se debe tomar una inflorescencia y golpearla suavemente sobre la palma de la mano abierta, si allí aparecen los estados inmaduros, hay infestación y debe recurrirse a control químico con un producto de amplio espectro.

10. Manejo integrado de enfermedades



La principal enfermedad que afecta el mango en la región productora de mango en el Tolima, es conocida como antracnosis, causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* es una enfermedad transversal a la mayoría de los frutales. Sin embargo, en mango causa altas pérdidas que pueden llegar fácilmente al 100% en condición extrema. 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 igualmente el fruto en formación hasta etapas avanzadas de desarrollo, pero son particularmente vulnerables los frutos en los primeros estadios de formación.

En las inflorescencias causa manchas oscuras sobre las flores que provocan su caída. El daño en los frutos son manchas negras de forma variada, ligeramente hundidas que a medida que avanza la enfermedad se pueden unir, romper la cáscara y dañar la pulpa.

El manejo debe ser preventivo de manera tal, que a medida que se presenten las condiciones ambientales que favorecen al hongo se dé inicio a un programa de manejo de sustancias protectantes (de bajo costo) y después curativas (de alto costo). No se debe recurrir a control curativo cuando los síntomas ya son evidentes porque no se alcanzará a recuperar la inversión. 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. Siguiendo el programa de inducción floral propuesto anteriormente, 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.

El control químico se hace a partir de productos fungicidas. Son múltiples los productos recomendados pero de igual manera varían los costos. Se sugiere asesorarse de un experto o de personal capacitado para iniciar un programa de manejo preventivo en el huerto que implica una rotación de productos para evitar problemas futuros de resistencia.

11. La pudrición interna o colapso interno del fruto



Es necesario exponer un problema que se viene presentando, muy a menudo en las variedades rojas de mesa, especialmente en la variedad Tommy Atkins. Se define como el resultado de un desequilibrio en el metabolismo inducido por uno o más factores ambientales antes o después de la cosecha, lo que lleva a un colapso celular y la aparición de zonas oscuras y pulpa acuosa en partes internas del fruto. Este es aún un fenómeno que no se ha explicado completamente.

Puede aparecer al principio de la maduración o después de la cosecha, durante la distribución y comercialización de la fruta.

Este problema ha causado grandes pérdidas económicas, principalmente por su difícil detección, a menudo a cargo del consumidor final.

Las causas se le atribuyen principalmente al origen genético del material, es más común en variedades de tipo monoembrionario, de origen americano como Tommy Atkins y Van Dyke, los materiales poliembriónicos no presentan esta vulnerabilidad. Igualmente se le puede asociar a un desequilibrio nutricional.

La deficiencia de calcio es posiblemente una de las causas principales, este nutriente es bastante estudiado y se le atribuye el papel de dar mayor firmeza y alargar la vida del fruto. Altos niveles de calcio en la fruta parecen posponer la maduración y senescencia, a través de la reducción de la respiración, aumentando la firmeza fruta y así extendiendo la vida postcosecha, manteniendo sus cualidades organolépticas. La deficiencia de calcio conduce a un deterioro de las membranas celulares, cambiando su arquitectura, fluidez y permeabilidad al paso de agua.

Los síntomas más comunes son la desintegración de la formación de la cavidad de pulpa por debajo del pedúnculo, causando un ablandamiento debajo de la cáscara y manchas necróticas en la pulpa. El colapso es el resultado de la desorganización celular interna, caracterizado por la degradación de la pulpa. Comúnmente se confunde con pudrición del pedúnculo pero son dos cosas completamente diferentes.

Las investigaciones en el tema sugieren que una adecuada nutrición en calcio y correcciones efectivas en los contenidos antes de la cosecha pueden ser una alternativa viable para el mantenimiento de la calidad final del fruto. Debido a la baja movilidad de calcio en la planta se requiere de suministro constante de este nutriente. Por lo tanto, la forma más adecuada de proporcionarlo sería con aplicaciones al suelo.

12. Cosecha y poscosecha

Los más importantes problemas de la producción de mango son: Bajo nivel tecnológico, el desconocimiento del manejo adecuado de pesticidas, desconocimiento de la formación y participación de los trabajadores en todos los aspectos del cultivo, ausencia casi total en el proceso de cosecha y poscosecha, falta de adecuación de infraestructura para la higiene personal, la seguridad y desconocimiento de los derechos laborales. Por lo que la implementación de buenas prácticas en mango requiere inicialmente de un proceso de concientización por parte del productor, siendo **la satisfacción del consumidor** el eje central de su sistema productivo, por lo que se requiere considerar:

- Seguridad para el Consumidor
- Reglamentaciones y protocolos existentes en el tema
- Adoptar los aspectos básicos de inocuidad
- Capacitación de los empleados en cada etapa
- Competitividad para acceder a mercados
- Focalización en los principales mercados
- Certificar la producción.

La adopción de medidas previas a la cosecha mejora la calidad del fruto, el precio y reduce los riesgos contra la salud. Se persigue eliminar toda fuente de contaminación con contaminantes físicos, químicos o biológicos, del fruto ya formado, que pueden causar problemas de salud a 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 ser bien limpios y desinfectados para asegurar la calidad y precios competitivos. Se sugiere:

- Verificar el tiempo de espera para uso de los plaguicidas antes de cosecha.
- Todas las instalaciones, equipos, vehículos, instrumentos y recipientes, deben ser limpiadas y desinfectadas 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 limpias.
- Eliminar los contenedores en mal estado que puedan causar daño a la fruta.
- Disponer de la basura, sub-productos, partes no comestibles y sustancias peligrosas en recipientes claramente identificados.
- Realizar el raleo de frutos para dar calibres y tamaños mayores, de acuerdo a exigencias, en mercados de mayor valor, esta práctica es válida y puede compensar los costos incurridos.

13. 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; evitan la diseminación de enfermedades en el predio, así como de contaminantes químicos, físicos y/o biológicos que causan problemas de salud para el trabajador, el medio ambiente y el consumidor.

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

Cuando existe duda sobre el estado de madurez, se debe cortar unas pocas frutas y partirlas para observar el grado de maduración, cuando la pulpa cerca de la semilla comienza a tomar un color amarillento, la fruta ha alcanzado su madurez fisiológica.

Al momento de cosecha se debe dejar una parte del pedúnculo y se procede al deslechado, la fruta se coloca con el pedúnculo hacia abajo, quebrándolo cerca de la base y dejando el fruto en esa posición hacia abajo durante unos 30 minutos.

Posteriormente se clasifica se empaca y en el proceso se debe evitar los golpes que le causen magulladuras que afecten la calidad de la fruta, en apariencia.



Punto de cosecha de mango Tommy y Keitt



Punto de cosecha de mango Yulima

Las normas básicas que hay que respetar son:

- Cosechar durante las horas más frescas del día: las primeras de la mañana o las últimas de la tarde. Los productos destinados a los mercados locales pueden ser recolectados a primera hora de la mañana. Cuando el destino son mercados más lejanos, puede resultar ventajoso, si se dispone de los medios de transporte necesarios, cosechar a última hora de la tarde y transportar el producto de noche o a primera hora de la mañana siguiente.
- No cosechar cuando el producto está mojado por la lluvia o el rocío. El producto húmedo se calentará excesivamente si no se ventila, y estará más expuesto al deterioro.
- Proteger en el campo el producto cosechado colocándolo en cobertizos abiertos, cuando no se puede transportar inmediatamente. Los productos expuestos directamente a los rayos del sol se calientan excesivamente.
- Establecer el punto óptimo de cosecha en campo con indicadores visuales en lo posible varios (color, tamaño, etc.). La calidad del producto lo da la madurez adecuada en el árbol y no fuera de él.
- 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.
- Proteger los frutos contra golpes y lesiones, el revestimiento de los contenedores con materiales blandos (espuma de polietileno) es una buena opción.
- No se debe mezclar fruta sana con fruta con algún tipo de daño, especialmente si su origen es biológico
- Recoger la fruta en mal estado o rechazada en recipientes diferentes, posteriormente realizar su disposición en un hoyo y taparla con cal.
- Durante la cosecha, no se debe permitir el contacto directo de la parte inferior de los recipientes con el suelo, para evitar posterior contaminación de la fruta en el proceso de apilado.
- Utilizar un sistema de registro del sitio de cosecha, fecha, hora y persona responsable.
- Evitar sobrecargar las canastillas para evitar el maltrato de la fruta en el momento de apilar o por sobrepeso en los frutos inferiores.

Por ningún motivo se debe acelerar la maduración de la fruta fuera del árbol con la aplicación de productos a base de Ethephon, que fomenta el cambio de color de la cáscara sin generar la maduración adecuada de la pulpa.

14. Procedimientos en poscosecha

En las fincas se requiere un centro de acopio donde la fruta va a estar protegida de los excesos ambientales (sol, lluvia y fuentes de contaminación) con el fin de garantizar la calidad del producto. El lugar debe estar limpio, organizado, con ventilación adecuada, buena iluminación y no almacenar otro tipo de productos con la fruta como abonos o fungicidas. Es necesario que a la fruta cosechada se le baje la temperatura lo más rápidamente posible esto con el fin de:

- Inhibir el crecimiento de microorganismos.
- Restringir la actividad enzimática, respiratoria y la pérdida de agua.
- Reducir la producción de etileno.

Sin considerar el tipo de instalación que se utilice, es importante disipar el calor que trae el producto del campo antes de introducirlo al área de almacenamiento. La inmersión en agua a temperatura de 8 a 10°C es la más apropiada.

Después de la cosecha, los procedimientos a seguir, especialmente en el transporte y el almacenamiento de las frutas, son esenciales para asegurar una buena higiene y desinfección y por lo tanto, mantener la calidad general del producto. La finalidad es garantizar en el área de embalaje, almacenamiento y sus alrededores un ambiente limpio y libre de fuentes de contaminación.

- Realizar una selección por calibre en finca para mercados específicos, disponer adecuadamente de los frutos rechazados.
- Establecer las instalaciones para poscosecha en un lugar distante, aisladas y con medidas de seguridad, lejos de corrales, áreas de almacenamiento de estiércol y otros lugares de concentración de ganado, especies menores o mascotas.
- Hacer control de plagas en el interior de la zona de almacenamiento.
- Aislar el área de recepción de la fruta y embalaje con el fin de impedir la circulación de personas no autorizadas y animales.
- Establecer un programa de mantenimiento y limpieza de herramientas e instalaciones de empaque, llevar registro de todos los productos, los procedimientos y la frecuencia de uso y las personas a cargo.
- Almacenar los productos químicos en lugares específicamente diseñados para esto y deben estar debidamente identificados
- Guardar los materiales de embalaje en un lugar limpio, seco y ventilado, por encima del suelo.
- Establecer que todos los vehículos y contenedores estén limpios y desinfectados, antes de su uso.
- Utilizar un sistema de registro de lotes procesados, finca, agricultor, trabajadores, punto de cosecha, tratamientos realizados, etc.
- Utilizar únicamente agua potable para cualquier proceso de limpieza.
- Se debe contar con un programa de entrenamiento constante de los trabajadores en el uso de químicos, prácticas de buena higiene personal, manipulación de alimentos y normas de seguridad

El transporte de los frutos hacia los centros de distribución local constituye uno de los puntos críticos en el manejo poscosecha, pues las pérdidas reportadas superan el 7%, ocasionadas por el uso de vehículos inadecuados, en mal estado y la falta de vías de comunicación adecuadas. Los requerimientos mínimos en los vehículos de carga son:

- Vehículo de buenas condiciones mecánicas, además de limpios y desinfectados antes de la carga
- El conductor debe tener experiencia en el transporte de alimentos.
- Los empaques utilizados deben favorecer la ventilación del producto evitando los focos de alta temperatura y ser suficientemente resistentes para ofrecer protección al producto y favorecer el apilado
- El producto debe ir protegido de los rayos solares, de las lluvias y el viento, que además de causar la deshidratación, también puede ser foco de contaminación. Es preferible utilizar colores claros en las carpas pues estos reflejan la energía solar y no la absorben aumentando el calor en la carga.

Almacenamiento

El almacenamiento es esencial para ampliar el período de consumo de las frutas, la regulación del suministro al mercado y también para el transporte a largas distancias.

El mantenimiento de mangos frescos en adecuados rangos de temperatura y humedad relativa es el factor más importante para mantener su calidad y minimizar las pérdidas poscosecha. Por ser una fruta con sensibilidad a daño por frío, cualquier variedad de mango está sujeta a graves daños si se conserva a temperaturas inferiores a 8 °C. En la tabla se encuentra las condiciones óptimas de almacenamiento de los mangos.

Condiciones óptimas de almacenamiento para mango

Variedad Mango	Temperatura óptima (°C)	Humedad relativa (%)	Duración semanas
Mango común, azúcar y chancleto	7 – 9 °C	85 a 90 %	3
Tommy Atkins, Sufaida, Kent, Mariquiteño	12 °C	85 a 90 %	2 – 3
Haden, Keitt	12 – 8 °C	85 a 90 %	2 – 3
Irwin, Zill	10 °C	85 a 90 %	3

15. Procesamiento de pulpa de mango

El mango es consumido en gran parte en estado fresco, pero también puede ser utilizado para preparar mermeladas, confituras o como materia prima en la industria farmacéutica. El consumo de los jugos naturales y conservas de frutas ha aumentado en los últimos años como consecuencia de los nuevos hábitos de consumo. EEUU, Japón y Alemania abarcan el 50,5% del mercado de frutas preparadas o en conservas.

El consumo de mango presenta una tendencia creciente en Norteamérica. A largo plazo, las perspectivas del consumo son muy favorables, lo que ha hecho que se incremente la oferta, con un aumento en el número de hectáreas plantadas y una incorporación de nuevos países que participan en el mercado de exportación

Respecto a los productos procesados se hace evidente que el mercado de mango procesado está creciendo. Los productos procesados, incluyen jugo de mango, mangos encurtidos, salsa picante de mango, pulpa de mango, pasta de mango, puré de mango, mango seco, tajadas de mango en salmuera, y harina de mango. India es el mayor exportador de mango procesado, seguido por Pakistán, Brasil y Zimbabwe. Los mayores importadores, incluyen los Emiratos Árabes Unidos, Arabia Saudita, Kuwait, los Estados Unidos, el Reino Unido y Canadá.

Hay una gran variedad de industrias que demandan frutas para fabricar alimentos, aunque también hay industrias no alimenticias como las farmacéuticas y homeopática que han empezado a demandar recientemente frutas frescas y procesadas en escalas pequeñas. Se pueden identificar tres subsectores de la industria que demandan la fruta para su procesamiento, son la industria de fabricación de productos alimenticios, la industria de otros alimentos y la industria de bebidas. En el sector industrial de fabricación de productos alimenticios se encuentran empresas dedicadas a la fabricación de preparados de frutas, mermeladas y jaleas, confites blandos, bocadillos y similares, yogur y kumis y jugos de frutas, así como el envasado y conservación en recipientes herméticos. En la industria de otros alimentos se clasifican las empresas que producen almidones, féculas y productos derivados. Entre las empresas dedicadas a la fabricación de bebidas se incluyen empresas dedicadas a la producción de mosto y vino de uvas y de bebidas gaseosas, y agua mineral, en esta categoría el mango se ha convertido en una de las frutas predilectas como materia prima industrial, especialmente para el sector de jugos.

Esta última industria es el mayor consumidor de mango en el país, la cual tiene una alta demanda de mangos criollos por su alto contenido en fibra, ideal para la preparación de pulpas, concentrados, bebidas y en menor proporción pulverizados y mermeladas. Esta demanda ha crecido debido al alto grado de aceptación que tienen los consumidores por el sabor del mango.

En el mercado estadounidense las importaciones de pulpa de mango congelada, tienen un porcentaje de participación del 6%, el principal proveedor de pulpa congelada es México, aportando el 59% de las importaciones, en segundo lugar Perú con el 23% . Colombia es el principal proveedor de concentrado de mango a los Estados Unidos, aportando el 29,5% de las importaciones, seguido por India y México con participaciones de 26% y 19%, respectivamente; este producto también se exporta a Holanda y Alemania.

15.1. Calidad del mango para procesamiento

Existen requerimientos básicos que deben cumplir las frutas de mango para lograr su aprovechamiento en la agroindustria, entre los que se destacan:

- Alto contenido de sólidos solubles (°Brix), esta propiedad se obtiene si las frutas se cosechan en el momento óptimo, madurez alcanzada en el árbol.
- Alto contenido de pulpa y bajo contenido de semilla
- Baja acidez
- Sin problemas fitosanitarios

A continuación se presentan los parámetros fisicoquímicos de pulpa de frutos de mango criollo hila-cha, recolectados en diferentes departamentos, en municipios cercanos a la rivera del Río Magdalena, como se observa los valores promedios son muy cercanos y presentan una excelente calidad para agroindustria.

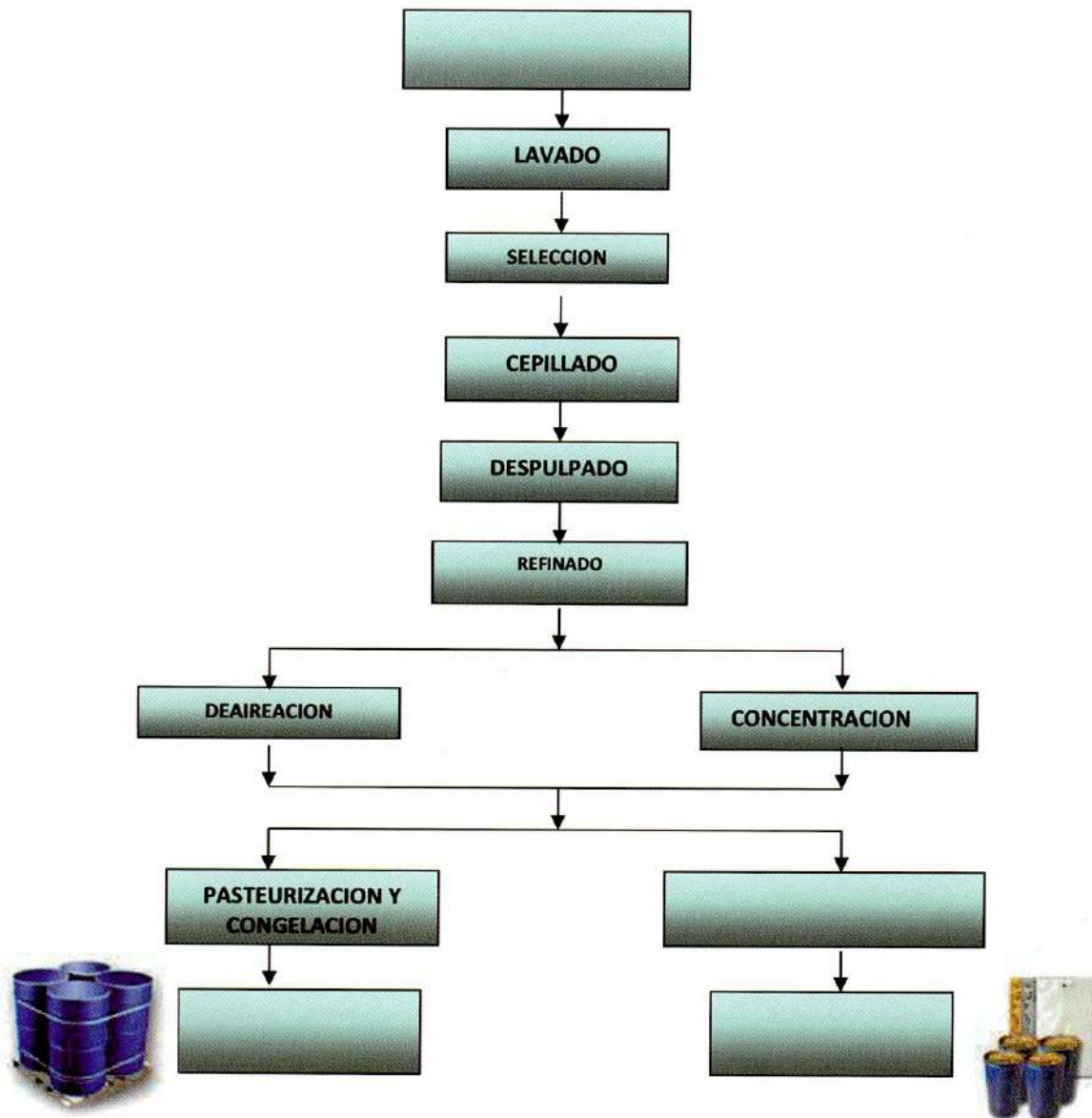
CARACTERISTICA	VALOR PROMEDIO
PESO (g)	163,55 ± 37,31
SOLIDOS SOLUBLES (°Brix)	17,4 ± 2,99
PORCENTAJE DE PULPA (%)	61 ± 4,82
pH	4,4 ± 0,29

La pulpa de mango es el producto obtenido por el despulpado, refinado y pasterizado de mango a partir de fruto fresco y sano, normalmente debe tener entre un valor mínimo de 14 °Brix, un pH entre 3,9 y 4,4 y un porcentaje de acidez entre 0,2 – 1,1 %. Para la obtención del concentrado, la pulpa se somete a evaporación para la pérdida parcial de agua hasta obtener 23 – 25 °Brix, ultrapasterizado y empacado asépticamente para su conservación, en tambores de entre 50 – 150 gal, con tapa y aro metálico externo y bolsa interna –aséptica– la cual va protegida por otra bolsa de polietileno.

La producción de pulpa y concentrado de mango se presenta en el siguiente diagrama de flujo: posterior a la llegada de la fruta a la planta de procesamiento, se inicia el proceso de selección, lavado y desinfección del fruto. Esta operación permite verificar la calidad de la fruta con la cual se elaborará el producto. Se debe examinar el grado de madurez, la integridad y sanidad de la fruta descartando aquella que no cumpla los parámetros establecidos en las normas.

Desinfección y Enjuague: Se realiza sumergiendo la fruta en una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm (5 ml/l) durante 5 min. Con esta operación se busca reducir la carga microbiana presente en las frutas, inmediatamente se debe escurrir la fruta y realizar un enjuague con abundante agua potable, para retirar las trazas de desinfectante que puedan afectar el producto final.

Despulpado: Esta etapa consiste en separar mecánicamente mediante aspas la cáscara y semilla de los frutos.



Refinado: Operación complementaria del despulpado que se realiza pasando el producto despulpado a través de un tamiz de abertura muy fina. Permite retener pedazos de semillas y la piel de la fruta que no alcanzaron a ser separadas durante el proceso anterior. Se realiza con el fin de obtener una pulpa más clara.

Concentración: El puré refinado se transporte hacia un evaporador continuo de capa delgada. El tiempo de residencia es muy corto y la concentración se alcanza en una sola etapa, para garantizar la calidad en este punto, la pulpa puede alcanzar hasta 28°Brix

Desaireación: La desaireación es el proceso para retirar el aire presente en la pulpa y de esta forma extender el tiempo de vida útil, al retirar el oxígeno se previene la oxidación del producto.

Esterilización: Se trabaja en un intercambiador de tubos concéntricos, por lo que se requiere unidades de servicio de vapor de agua y agua de enfriamiento, el arreglo es en una torre buscando maximizar el uso del espacio en la planta de procesamiento.

Empaque y Almacenamiento: El empaque se realiza en bolsas esterilizadas de capacidad de 200 kg las cuales se sellan y se introducen en canecas metálicas para facilitar su transporte. La diferencia de almacenamiento depende si la pulpa fue concentrada o no, aquella concentrada no requiere temperatura de congelación y su tiempo de vida útil es aproximada de 10 meses.

Trazabilidad para la Materia Prima: El requisito fundamental, para que los productos de una planta procesadora sean aceptados en los mercados objetivos, es cumplir las exigencias y certificaciones de calidad exigibles, en consecuencia la premisa básica es que todas las etapas y movimientos estén registrados.

Los cultivadores de las frutas deben cumplir con los estándares mínimos de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), por lo que los productores deben estar dispuestos a seguir los protocolos necesarios para cumplir los estándares y requisitos exigidos.

Se propone que los productores de frutas inicien el establecimiento de BPA con un modelo de registro sencillo, que cumplan los principales aspectos involucrados de las diferentes etapas del cultivo. La implementación y obtención de la certificación depende de las posibilidades de cada agricultor, pero se puede comenzar con pequeñas y constantes mejoras, teniendo una meta clara de año de certificación. Solo de esta manera se puede acceder a los mercados de mayor valor agregado para pulpa de mango.

Una mayor valoración de las pulpas de mango incluye la determinación de sus características nutricionales intrínsecas, como cuantificación de azúcares y de minerales de gran influencia en el funcionamiento del organismo.

En la actualidad los alimentos funcionales y nutraceuticos han emergido como la mayor fuerza de consumo, como una respuesta al deseo de las poblaciones de poder ejercer un mayor control sobre la salud en general, deteniendo el envejecimiento, previniendo las enfermedades y mejorando el bienestar y funcionamiento del cuerpo humano. Cada vez existen más evidencias que los procesos oxidativos, potencialmente inductores de cáncer pueden ser prevenidos o limitados por algunos fitoquímicos proporcionados en la dieta, con un adecuado consumo de frutas y verduras. Estos beneficios se deben a la presencia de ciertos constituyentes como vitaminas (A, C, E, y folatos), fibra dietética y algunos fitoquímicos no esenciales. Entre estos, los compuestos fenólicos tienen gran importancia por la neutralización de los radicales libres y otros efectos biológicos que han sido objeto de estudio en las últimas décadas.

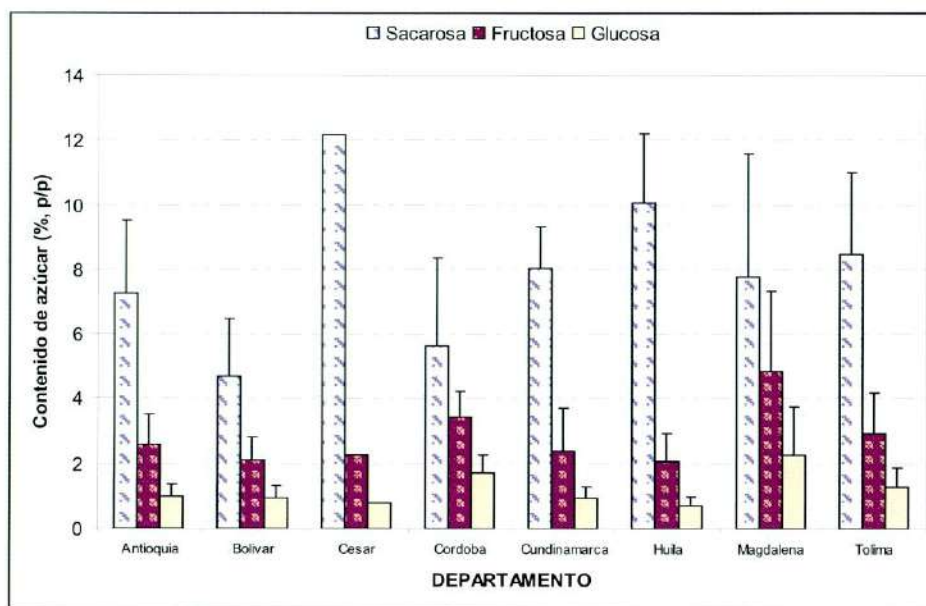
La importancia de los constituyentes antioxidantes de los materiales vegetales en mantener la salud y proteger contra enfermedades del corazón y cáncer generaron un interés muy amplio entre científicos, procesadores de alimentos y consumidores, por lo que es necesario identificar y cuantificar biocompuestos presentes en la pulpa de mango criollo. Un estudio realizado en Alemania, reporta una variedad de mango de Colombia “Mini-mango”, en la cual se encuentran compuestos específicos

como mangiferina y quercentina en piel y pulpa del mango, en concentraciones mayores a que las encontradas en la variedad Kent, lo que incrementa las posibilidades en venta y un mayor ingreso para los productores, considerando un nicho de mercado mas específico.

15.1.1. Azúcares

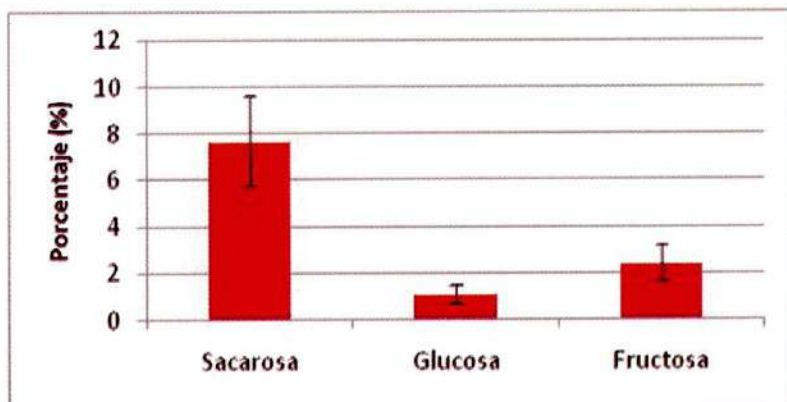
Las frutas realizan una alta contribución a la nutrición, entre los componentes en mayor concentración se encuentran los sólidos solubles constituidos principalmente por azúcares como: sacarosa, fructosa y glucosa. La sacarosa es el edulcorante más utilizado en la industria debido a su alto poder endulzante. La glucosa es la principal fuente de energía para el metabolismo celular, su regulación y almacenamiento en el hígado depende de la acción de la insulina. La fructosa o levulosa es fácilmente asimilable en el organismo humano siendo metabolizada y guardada en el hígado en forma de glucógeno. La fructosa endulza más que la glucosa, por lo que se necesita menor cantidad, consecuentemente se consume menos calorías, dado que presentan el mismo poder calórico.

El análisis cromatográfico reportó que la sacarosa es el azúcar mas presente en la mayoría de las variedades de mango criollo estudiadas sin embargo varía en un rango muy amplio entre 1,73 – 12,81 % (p/p), el segundo azúcar presente fue la fructosa con valores promedios entre 0.81 – 5.6%, identificándose dos accesiones con un contenido superior a la media, que corresponde a los variedades Mamey y Penca, ambas localizadas en el departamento del Magdalena, con un porcentaje de fructosa presente de 10.04% y 6.55%, respectivamente. Los mangos estudiados presentaron un contenido de glucosa con valores promedios entre 0.3 – 3.0%, se destacan tres accesiones con valores alejados de la media que corresponden al ejemplar de la variedad Mamey y a los dos ejemplares de la variedad Penca.



En el análisis del contenido de azúcares por departamento, en promedio se encontró que las pulpas de mango con mayor contenido de sacarosa correspondieron a los departamentos de Cesar, Huila y Tolima.

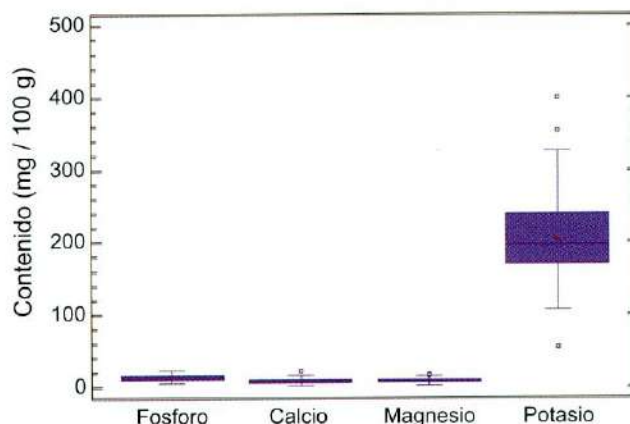
El contenido de fructosa entre las diferentes pulpas de mango recolectadas en el país presentó una menor variación. El departamento del Magdalena mostró una dinámica muy especial, respecto al contenido promedio de este azúcar, el cual se considera de especial interés para dietas específicas de control de peso por ingesta de calorías. El contenido de glucosa presentó una mayor variación, siendo el Magdalena el departamento cuyas pulpas presentaron un mayor contenido, seguido de Córdoba y Tolima.



El análisis de azúcares para la variedad Hilacha, presenta valores muy similares, lo que facilita su aplicación en la agroindustria pues los rangos de trabajo para garantizar un producto de calidad estándar son estrechos, en común esta variedad presenta un contenido de sacarosa alto, muy superior a la presencia de fructosa y glucosa.

15.1.2. Minerales

La presencia de minerales también colabora con una adecuada nutrición, existe una ingesta mínima para garantizar el funcionamiento normal del organismo, puesto que al no ser sintetizados en el cuerpo, se requiere adquirirlos como parte de la dieta con el fin de evitar problemas por carencia. En el caso del mango, previos trabajos de investigación lo reportan como fuente de calcio, magnesio, fósforo y potasio, la ingesta mínima de estos minerales es 100 mg/día. La importancia de los minerales en el organismo se debe a que estos ayudan a la regulación metabólica como cofactores para muchos procesos enzimáticos, intervienen en el impulso nervioso, facilitan el transporte a través de la membrana celular y forman parte constituyente de algunas partes del cuerpo como huesos o dientes.



Las pulpas de mango son principalmente fuente de potasio con un valor promedio de 200 mg/100 g, al contrario el calcio, fósforo y magnesio se encuentran en una menor proporción.

El potasio es un mineral muy importante para el organismo ya que realiza muchas funciones como las siguientes:

- Ayuda en la síntesis de proteínas y en el metabolismo de los carbohidratos.
- Participa en la formación de los músculos y en el crecimiento normal del cuerpo. Esto es importante pues cuando se forman músculos se necesita más de este mineral, por lo que consumirlo en forma adecuada es necesario.
- Al igual que el sodio, ayuda a mantener el equilibrio normal de los líquidos del cuerpo.
- Junto con el calcio ayuda a la transmisión de impulsos nerviosos.

La aparición de calambres musculares pueden darse cuando la pérdida de potasio es mayor a lo normal; la forma en que el cuerpo libera potasio es principalmente por la orina y el sudor. También en casos de deshidratación por un calor excesivo o en casos de diarreas y vómitos. La deficiencia de potasio se manifiesta principalmente por debilidad muscular, fatiga, taquicardia, calambres en las piernas y en casos severos infartos, insomnio, hemorragias nasales, deficiencias hepáticas, ojos hundidos e hinchazón en la zona de los tobillos.

15.1.3. Compuestos bioactivos

Las frutas cuentan con componentes antioxidantes como vitaminas, carotenoides y compuestos fenólicos: flavonoides y ácidos fenólicos; así como elementos trazas responsables de la adecuada actividad enzimática en el organismo. Un antioxidante puede ser definido como cualquier sustancia que a baja concentración retarda o previene la oxidación de cualquier sustrato oxidable y por ende retarda la aparición de ciertos signos de envejecimiento previniendo el desarrollo de enfermedades.

15.1.4. Fenoles totales

Los polifenoles de las frutas incluyen una amplia gama de compuestos con actividad antioxidante tales como hidroxycinamatos, derivados del ácido gálico, flavonas y antocianinas. La composición de fenoles varía ampliamente entre los diferentes cultivos de frutas y verduras, tipo de suelo del cultivo y estado de maduración. Las variedades criollas estudiadas presentaron contenido de fenoles entre 20 – 70 mg/100 g, destacándose las variedades Chancleto e Hilacha de Cundinamarca, NN de Antioquia con contenidos superiores a 90 mg y las variedades Papaya de Bolívar y Pajarito del Tolima con valores superiores a 200 mg ac. gálico/100 g, el máximo valor se encontró para este último cultivar.

15.1.5. Carotenos

Los pigmentos carotenoides son responsables del color de la pulpa y piel del mango. Los carotenoides presentan diversos roles en funciones biológicas en animales y plantas, incluyendo actividad provitamina A, comunicación celular, mejoramiento de la función inmune, protección de la piel contra rayos UV y contra daño oxidativo. Los carotenoides del mango se sintetizan durante la maduración de la fruta, la pulpa cambia de amarillo pálido a amarillo intenso hasta naranja debido al desarrollo de los

carotenoides. Estos pigmentos son estables cuando el fruto está en contacto con el árbol, posteriormente son sensibles al oxígeno, peróxidos, temperatura, luz, tipo de empaque y tiempo de almacenamiento.

El mango contiene carotenoides provitamina A como α -caroteno, β -caroteno y γ -caroteno, así mismo carotenoides oxigenados (xantófilas). Los carotenoides presentan diversas actividades biológicas en el organismo, incluyendo actividad provitamina A y actividad antioxidante; de los carotenos presentes el β -caroteno es el más predominante. En los organismos fotosintéticos presentan dos funciones principalmente; pigmentos ornamentales para ayudar a identificar el tiempo de cosecha y prevención de daño foto-oxidativo.

El contenido de carotenos en pulpas de mangos criollos, presentaron valores entre 10 y 40 mg/kg de pulpa, este promedio fue superado únicamente por dos accesiones que corresponden a las variedades N11 e Hilacha, ambos del departamento de Antioquia. El contenido total de carotenos reportados para mango se encuentra usualmente en el rango entre 9 y 92 mg/kg de pulpa, únicamente la variedad Indio “Alfonso” reporta valores superiores a 100 mg/kg, la variedad Tommy Atkins reporta contenidos promedio de 19 mg/kg y la variedad Keitt, un contenido de 55 mg/kg.

No se conoce hasta el momento el efecto de las prácticas culturales y factores suelo/clima en la actividad antioxidante que presenten los materiales biológicos. Sin embargo factores como contenido de agua, fertilización, temperatura y luz tienen influencia en el nivel de carotenos; otros factores importantes son la variedad, el grado de madurez, el tiempo de cosecha y el almacenamiento poscosecha.

15.1.6. Fibra Dietética

La fibra dietética se define como las sustancias que son resistentes a la digestión por hidrólisis de las enzimas en el tracto digestivo, incluye los componentes de la pared celular así como polisacáridos endocelulares. Actualmente existe un alto interés en incrementar el consumo de alimentos que puedan ser fuente de fibra, se recomienda una ingesta mínima de fibra dietética de 25 – 30 g / día, con el fin de prevenir problemas en la salud por deficiencia. Aunque la fibra dietética a partir de cereales se utiliza con mayor frecuencia, la fibra a partir de frutas se caracteriza por presentar una mejor calidad debido a la mayor cantidad de fibra soluble (representada principalmente por pectina), la cual posee mayor capacidad de absorción de agua y/o aceite, mayor fermentabilidad en el colon, menor contenido de ácido fítico y de contenido calórico.

El contenido de fibra dietética en pulpas de mango criollo, presentaron valores entre 4 – 12 %, destacándose tres accesiones de cultivar Hilacha recolectadas en los departamentos de Cundinamarca y Tolima, con un contenido de 16 – 19 %, y una accesión de la variedad Picuda con un contenido superior al 21%, recolectada en el Tolima. Los valores más bajos lo presentaron la variedad Zapote recolectado en Córdoba y la accesión de la variedad Perfumado del Huila.

En forma general, estas características intrínsecas de los materiales criollos permiten su ingreso a mercados específicos de mayor valor agregado, necesiándose estudios sistémicos para entender la reacción de la planta al ambiente, para generar biocompuestos en la pulpa, que puedan ser ofrecidos al consumidor final y de esta forma generar un mayor beneficio al productor.

Bibliografía

- Albuquerque J.A. de y Carmon M. M.A. de. 2000. Manga: Inducao Floral. Circular tecnica da EMBRAPA Semi-arido. 47. Noviembre 2000.
- Albuquerque, J. A. S.; Mouco, M. A. do C.; Medina, V. D.; Santos, C. R.; Tavares, S. C. C. de H. 1999. O cultivo da mangueira irrigada no semi-árido brasileiro. Petrolina: EmbrapaSemi-Árido; VALEXPORT, 1999. 77 p.
- Albuquerque, J. A. S.; Mouco, M. A.; Medina, V. D.; Santos, C. R.; Tavares, S. C. C. 1999a. O cultivo da mangueira irrigada no semi-arido brasileiro. Petronila, p.e: embrapasemi-arido/valexport, 1999a, 77p.
- Albuquerque, J.A.S.; Mouco, M.A.; Medina, V.D.; Santos, C. R. Tavares, S.C.C. de H. 1999ª. O cultivo da mangueira irrigada no semi-arido Brasileiro. Petronila, P.E: EMBRAPA Semi-Arido/VALEXPORT, 1999 a, 77p.
- Avilan L. A., Soto E. Azkue M., Escalante H., Rodríguez M. Y Ruiz J. 2003. Manejo de altas densidades de población en mango. Revista Digital CENIAP HOY N° 1. Enero-abril.
- Avilán L., Azkue M. Soto E., Rodríguez M., Ruiz J., Y Escalante H. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 20: 430-442
- Avilan, L. Y Rengifo, C. 1990. El mango. Editorial América. Caracas. 401 Pp.
- Avilán, L.; Azkue, M.; Soto, E.; Rodríguez, M; Ruiz, J. y Escalante, H. 2003. Efecto de la poda y el empleo de un regulador de crecimiento sobre el inicio de la floración en mango. Rev. Fac. Agron. (Luz). 20: 430-442.
- Avilán, L.; Soto, E.; Azkue, M.; Escalante, H.; Rodríguez, M. y Ruiz, J. 2003. Manejo de altas densidades de población en mango. Revista digital CENIAP hoy n° 1. Enero-abril.
- Cárdenas, K. y Rojas, E. 2003. Efecto del paclobutrazol y los nitratos de potasio y calcio sobre el desarrollo del mango Tommy Atkins. Bioagro vol.15 no.2. Barquisimeto. Mayo 2003.
- Chacko, E. K. 1991. Mango flowering - still an enigma. Actahorticulturae, 291: 12-21.
- Chen, W. S. 1987. Endogenous growth substances in relation to shoot growth and flower bud development of mango. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(2):360-363.
- Corredor P., Jenny Paola y García L. Jairo 2011. Fenología reproductiva, biología floral y visitantes florales en los cultivos de mango (*Mangifera indica* L.) Hilacha y Tommy Atkins en el valle del alto Magdalena (Colombia). Corpoica Ciencia y Tecnología agropecuaria. 12(1): 21-32.
- Cull, B. 1991. Mango cropmanagement. Acta horticulturae, 291:154-173.
- Davenport, T., & Salcedo, F. (2006). Poda de formación y de rejuvenecimiento para los árboles de mango en el trópico. INIA DIVULGA [PERU]. 7, 31-35.
- Davenport, T. L. (2000). Poda de mango: Centro para el Desarrollo Agropecuario y Forestal (CEDAF).
- Davenport, T. L. 2006. Reproductive physiology of tropical fruit trees. En: Memorias Primer Congreso Colombiano de Horticultura (SCCH). Bogotá. Oct. 17-20 de 2006.
- Davenport, T. L. y Núñez-Elisea, R. 1991. Is endogenous ethylene involved in mango floral induction? Acta Horticulturae 291, 85-95.
- Davenport, T. L. y Núñez-Elisea, R. 1997. Reproductive Physiology. In: The mango, botany, productions and uses. CAB International. New York. Chaper 4. Pp 69-123.
- Davenport, T. L.; Colmenares, P. y Salcedo, F. J. 2005. Poda de despunte en árboles de mango. Agronomía de la producción. INIA divulga 4. Enero-abril, 2005.

- García Lozano Jairo, Bernal Jorge 2009. Selección del material de siembra y propagación de mango criollo. Minagricultura, Asohofrucol. Ed. Produmedios. Corpoica, Centro de investigación Nataima, Espinal – Tolima págs: 24.
- García Lozano, Jairo 2010. Fenología del cultivo del Mango (*Mangifera indica* L.) en el alto y bajo Magdalena. Bases conceptuales para su manipulación. Minagricultura, Asohofrucol. Ed. Produmedios. Corpoica, Centro de investigación Nataima, Espinal – Tolima. págs: 75
- García Lozano, Jairo, Sandoval Aldana Angélica Piedad, Floriano Johanna 2009. Atributos de calidad del mango criollo para la agroindustria. Minagricultura, Asohofrucol. Ed. Produmedios, Corpoica, Centro de investigación Nataima, Espinal – Tolima. págs: 47.
- García Lozano, Jairo, Sandoval Aldana Angélica Piedad, Floriano Johanna 2009. Descripción de las variedades de mango criollo Colombiano. Minagricultura, Asohofrucol. Ed. Produmedios. Corpoica, Centro de investigación Nataima, Espinal – Tolima. págs: 72.
- Kulkarni, V.J., 1991. Physiology of flowering in mango studied by grafting. *Acta Horticulturae*. 291: 95–104.
- Kulkarni, V.J., 2004. The tri-factor hypothesis of flowering in mango. *Acta Horticulturae*. 645 : 61–70.
- Mosqueda-Vásquez, R. Y De Los Santos, F. 1981. Aspersiones de nitrato de potasio para adelantar e inducir la floración del mango cv. Manila en México. *Proc. Trop. Reg. Am. Soc. Hort. Sci.*;25: 311-316.
- Núñez-Elisea R. 1985. Flowering and fruit set of a mono-embryonic and a polyembryonic mango as influenced by potassium nitrate sprays and shoot decapitation. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 98:179-183.
- Núñez-Elisea R. y Davenport, T. L. 1992. Requirement for mature leaves during floral induction and floral transition in developing shoots of mango. *Acta Horticulturae*, 296: 33-37.
- Núñez-Elisea R.; Thomas, L. y Davenport, T. L. 1995. Effect of leaf age, duration of cool temperature treatment and photoperiod on bud dormancy release and floral initiation in mango. *Scientia Horticulturae* 62(1995) 63-73.
- Núñez-Elisea, R.; Davenport, T. L. y Caldeira, M. L. 1993. Bud initiation and morphogenesis in “tommy atkins” mango as affected by temperature and triazole growth retardants. *Acta Horticulturae*. 341: 192-198.
- Osuna, T. E.; Engleman, E. M.; Becerril, R. E.; Mosqueda, V. R.; Soto, H. M. y Castillo, M. A. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango manila. *Agrociencia* 34: 573-581.
- Reyes, C. 2004. Manejo agronómico del mango (*Mangifera indica* L.). En: *Memorias Curso Nacional sobre Producción de Frutas de Clima Caliente*. CIAT-Palmira, Colombia. Noviembre 22-26, 2004. 21 p.
- Whiley, A. 1993. Environmental effects on phenology and physiology of mango. A review. *Fourth international mango symposium*. Miami beach, Florida. *Acta Horticulturae* 341:168-176.

Anexo 1. Herramientas disponibles para tecnificar huertos de mango

La selección de la herramienta adecuada dependerá del tipo de poda a realizar y del estado general del huerto y de la extensión.

Manuales



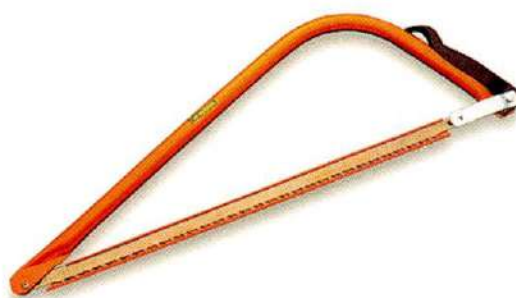
Tijera podadora



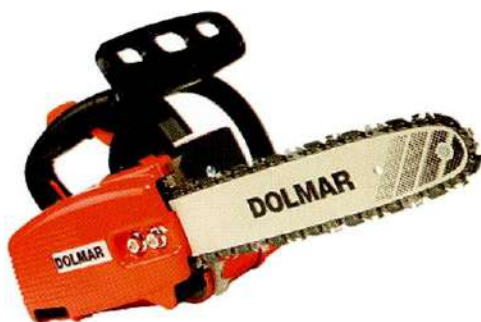
Tijera podadora telescópica



Serrucho curvo



Segueta con marco para cortes finos



Motosierra a gasolina



Machete liviano para cortes de despunte

Neumáticas y eléctricas

Se utilizan para una mayor rendimiento porque disminuyen el esfuerzo físico para el corte.



Elementos podadora neumática de tiro
(Motor-compresor, Manguera, tijera y mango telescópico para tijera)



Tijeras eléctricas a batería (autonomía aproximada de 4 horas) incluye sistema de recarga con panel solar o red eléctrica, algunas tiene extensión o mango telescópico.

Hidráulicas

Son sistemas de pre poda mecánica para grandes extensiones, la herramienta más usual y adecuada para mango es la podadora de discos y cuchillas para posterior despunte.



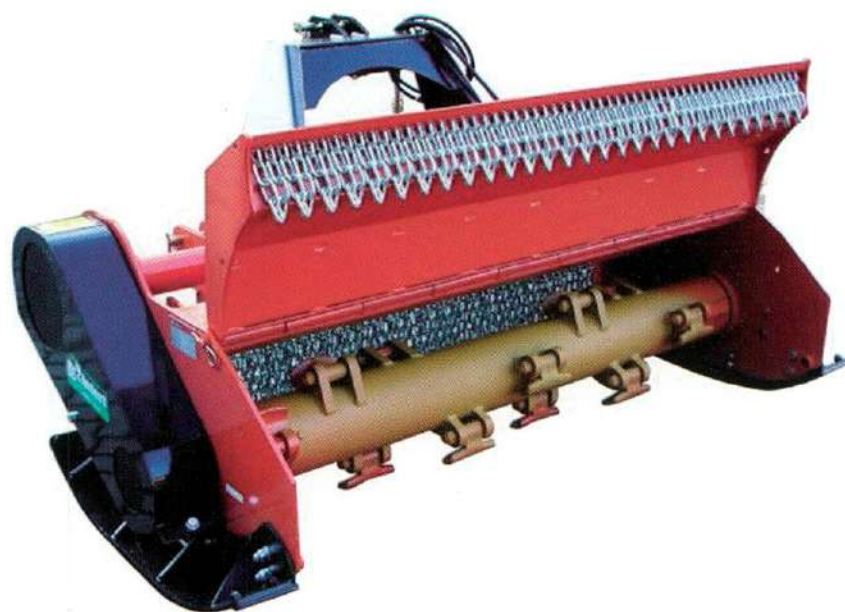
Posee discos para cortes de ramas gruesas y cuchillas para cortes de ramas tiernas (despunte).

Manejo de residuos de poda

En plantaciones grandes donde los residuos son muy grandes se pueden utilizar herramientas mecánicas acoplables a tractor con un buen desempeño.



Trituradora de residuos de poda de frutales acoplable a toma fuerza de tractor (Residuos de mediano tamaño)



Trituradora forestal de alto desempeño para grandes volúmenes de residuos de poda acoplable a toma fuerza de tractor (**no confundir con desbrosadora**)

Biblioteca Agropecuaria
de Colombia - BAC



010100034631

