



El Mango

Mangífera indica

Manejo Postcosecha

Jesús Antonio Galvis V.
Aníbal Herrera A.



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

El Mango

Mangífera indica

Manejo Postcosecha

Jesús Antonio Galvis V.
Aníbal Herrera A.

Créditos

Jesús Antonio Galvis V.
Conceptos y textos

Ingeniero Agrícola. M.Sc. Procesos Agrícolas.
Profesor Asociado. Investigador principal
programa: Postcosecha de Frutas y Hortalizas.
Convenio: SENA - UNIVERSIDAD NACIONAL

Aníbal Herrera A.
Conceptos y textos

Ingeniero de Alimentos
Investigador programa: Manejo Postcosecha de
Frutas y Hortalizas.
Convenio: SENA - UNIVERSIDAD NACIONAL

Sonia Cristina Prieto
Coordinación y asesoría

Servicio Nacional de Aprendizaje SENA
Dirección General

**Diseño, diagramación
y artes finales**

Mauricio González
Sandra T. Barbón

Impresión
Primera edición
Derechos reservados

Sección Publicaciones SENA
Julio de 1995, Bogotá, Colombia
SENA - UNIVERSIDAD NACIONAL

Prohibida su reproducción total o parcial
sin la autorización de las entidades

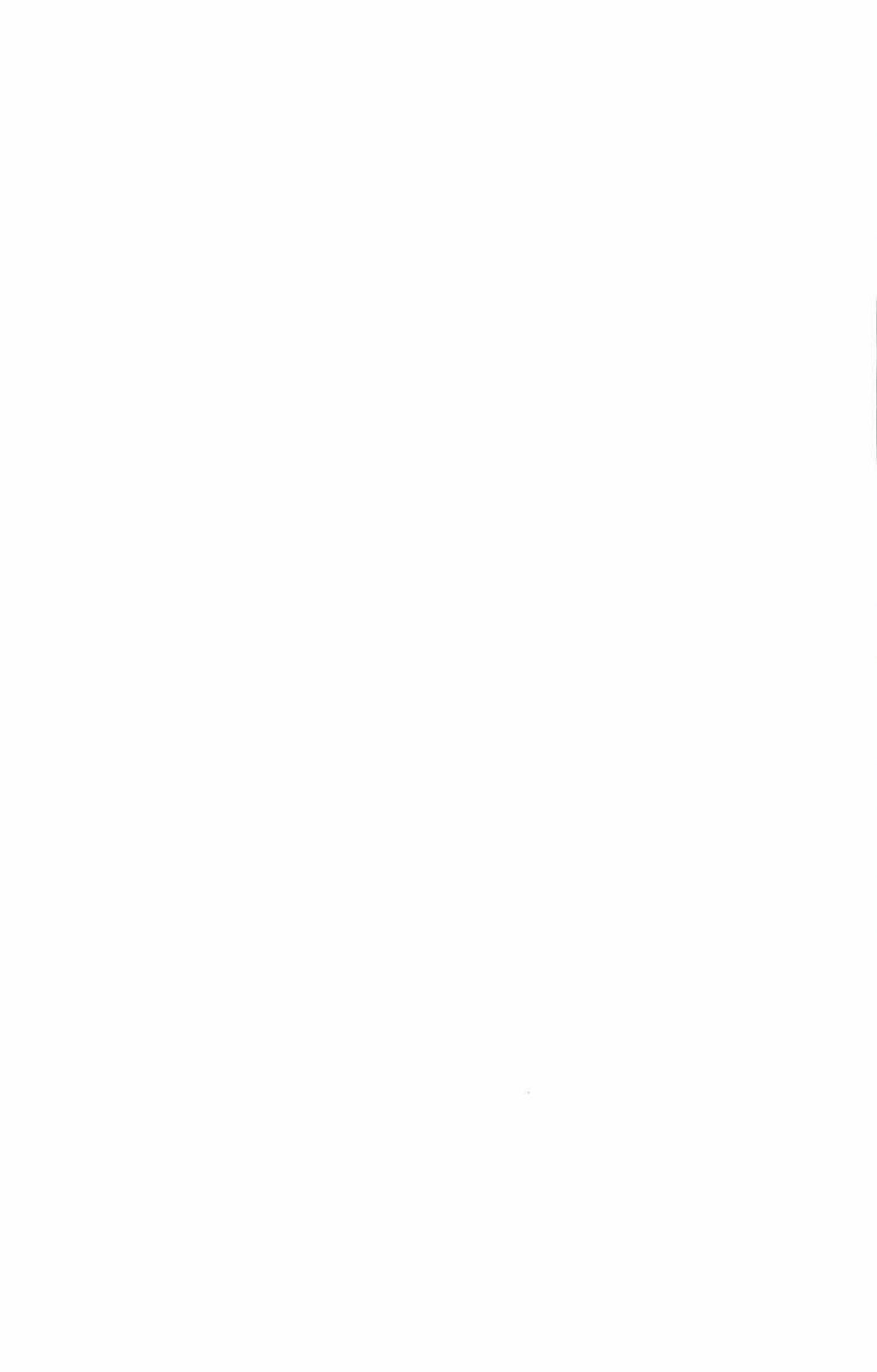
Contenido

Generalidades **1**

Manejo de la cosecha **2**

Manejo de postcosecha **3**

Fisiología de postcosecha
de los frutos del mango **4**



Introducción

Colombia gracias a sus características geográficas, presenta una amplia gama de climas apropiados para el cultivo de frutas tropicales y subtropicales, estos han alcanzado un alto consumo tanto en fresco como en materia prima para la industria procesadora.

No obstante, la producción se ve afectada por las altas pérdidas tanto en calidad como en cantidad de nuestros productos en el periodo de postcosecha, debido a factores de orden tecnológico.

Conscientes de esta problemática la Universidad Nacional de Colombia a través del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos - ICTA - y el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA - mediante convenio, han desarrollado el programa de investigación "MANEJO DE POSTCOSECHA DE FRUTAS Y HORTALIZAS" con el fin de presentar alternativas de solución a los problemas durante la postcosecha de nuestros productos.

El presente manual de "Manejo de Postcosecha del Mango" es el resultado de una serie de investigaciones que sobre diferentes tópicos de manejo de postcosecha se realizaron durante el convenio.

Esta dirigido principalmente hacia los profesionales, técnicos, productores, comercializadores, procesadores y demás personas interesadas en el tema.

Generalidades



El mango es originario de la India y del suroeste asiático, lugares en donde es cultivado desde hace más de 4.000 años. De allí fue distribuido al archipiélago Malayo, China y Filipinas.

La introducción del mango a América se hizo en el siglo XVI, por dos rutas: una de la India al África, de donde fue llevado por los portugueses al Brasil y a la Isla de Barbados, de allí pasó a Cuba, Jamaica y a la costa oriental de México; la otra ruta fue de Filipinas a México, traído por los españoles.

El mango es reconocido actualmente como una fruta tropical muy importante, después de los cítricos y el banano.

La India es el mayor productor del mundo, con nueve millones de toneladas anuales, que representan el 68% del total mundial. Otros países productores importantes son: Pakistán, Filipinas, Brasil, Indonesia, México y Haití.

Botánica

El mango pertenece al género mangífera, el cual comprende 49 especies.

Es un árbol que mide entre 10 y 30 m. de altura. El sistema radicular profundiza entre 6 y 8 m; el tronco es recto, de corteza color gris-café; las ramas son gruesas, robustas y redondeadas, lisas y de color opaco, cuando jóvenes.

Las hojas son simples, variables en forma y tamaño, oblongo-lanceadas, acuminadas o rectas; de color verde oscuro brillante por el haz y verde amarillento por el envés. En estado inmaduro son de color violeta rojizo o bronceado.

Las flores están distribuidas en una panícula ramificada de aspecto piramidal con tallo morado o rosado.



Figura 1. Huerto de mango con manejo adecuado

El fruto del mango es una drupa carnosa, la cual varía considerablemente en tamaño, forma, coloración, aroma, sabor y contenido de fibra. En cuanto a la forma puede ser oblongo, elíptico, ovoide, remiforme, achatado.

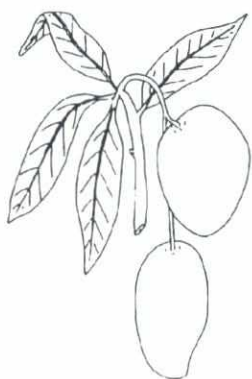
La característica más sobresaliente del fruto es la formación de una pequeña proyección cónica lateral próxima al ápice, conocida como pico (figura 2). Un amplio seno puede estar presente encima del pico en muchas de las variedades.

Próximo a la base del pico existe un punto estigmático denominado nariz. Generalmente la cara ven-

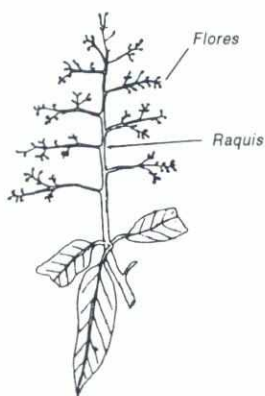
tral es cóncava y la cara dorsal convexa. La base puede ser depri-
mida, elevada o intermedia.

**El manguero
(Mangífera indicial)**

Rama con frutos



Rama con frutos



Tipos de flores

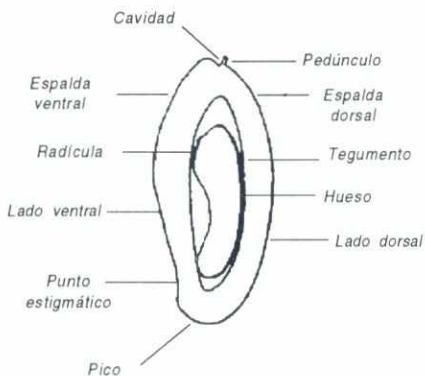


Flor masculina



Flor femenina

Partes de fruto



Partes de la flor

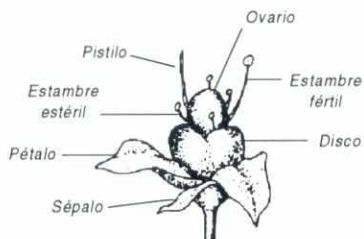


Figura 2: El mango

El color del pericarpio es verde, verde amarillento o amarillo. Algunas variedades presentan matices de rojo, morado o anaranjado. La cáscara es lisa, uniforme e interrumpida por pequeñas glándulas circulares, llamadas lentícelas. La pulpa o mesocarpio es de color amarillo o anaranjado, jugosa, con contenido variable de fibra.

El endocarpio es grueso, duro, leñoso y cubierto por una capa fibrosa externa. La semilla es aplana, cubierta por la testa y el te-

gumento y constituida en su mayor parte, por los cotiledones. No contiene endosperma.

En Colombia las regiones más productoras, según el Ministerio de Agricultura, son: La Costa Atlántica, Llanos Orientales y las zonas comprendidas entre los valles de los ríos Cauca, Magdalena y Patía.

En la Tabla 1 se presenta la distribución de la producción de mango tecnificado en el país para el año de 1992.

TABLA 1. PRODUCCION NACIONAL DE MANGO

DEPARTAMENTO	AREA HA	PRODUCC. TON	RENDI/TO Kg/HA	PERIODOS DE COSECHA
ANTIOQUIA	709	4426	6243	Abril - Julio y Noviembre- Enero
ATLANTICO	40	907	22675	Mayo - Julio
BOLIVAR	830	13778	16600	Mayo - Junio
CAUCA	63	756	12000	
CESAR	48	480	10000	Mayo - Junio
C/MARCA.	1556	11294	7258	Mayo - Junio y Noviembre- Enero
GUAJIRA	27	324	12000	Mayo - Junio
HUILA	65	650	10000	Mayo - Junio y Diciembre- Enero
META	30	228	12000	Mayo - Junio
SANTANDER	47	564	12000	Noviembre- Enero
SUCRE	927	13905	15000	Mayo - Junio
TOLIMA	2494	31451	12611	Abril - Julio y Noviembre- Enero
VALLE DEL CAUCA	55	714	12982	

Fuente : Ministerio de Agricultura, 1992.

Ecología del cultivo

El mango tiene adaptación en una zona que bordea los trópicos desde los 23° - 27' norte hasta los 23° - 27' sur, con respecto al Ecuador. La explotación del mango se hace en el trópico hasta los 620 m.s.n.m. En el subtrópico a nivel del mar. Sin embargo, en Colombia el mango se cultiva también en altitudes superiores a 1.200 m, pero se ve afectada la producción y calidad.

El rango óptimo de temperatura está entre los 24°C y 27°C; temperaturas de 10°C o menores detienen el crecimiento. Las temperaturas inferiores a 2° C causan daños graves en plantas adultas y la muerte en plantas jóvenes. Durante la floración las temperaturas inferiores a 7°C impiden la apertura de las flores, la germinación de los granos de polen y el desarrollo del tubo polínico.

Temperaturas y humedades relativas altas, acompañadas de bajas humedades del suelo, originan caídas generalizadas de flores y frutas.

Los cultivos de mango en el mundo se encuentran ubicados den-

tro de un amplio rango de precipitaciones: desde 240 hasta 5000 mm. En las zonas de alta precipitación se presenta mayor crecimiento vegetativo sin que se refleje en mayor fructificación. Las lluvias en el tiempo de floración son altamente perjudiciales, pueden causar pérdida total de la cosecha. La tolerancia a la lluvia varía considerablemente de acuerdo con la variedad. El mango produce mayores cosechas y frutos en las regiones donde hay una estación seca bien definida durante el período de florecimiento y fructificación de la planta, o sea, que las mejores regiones para el cultivo comercial del mango son aquellas en donde una estación húmeda lluviosa alterna con un período seco pronunciado durante la floración. El mango fructifica bien en sitios donde la precipitación fluctúa entre 1.250 y 2.500 mm por año, distribuida en tal forma que permita una época seca de 3 a 6 meses de duración, durante la cual la precipitación promedio mensual no exceda los 60 mm.

El cultivo del mango soporta humedades relativas bajas. Humedades ambientales superiores al 70% interfieren la polinización y afecta la sanidad de las frutas.

La radiación solar alta favorece la floración, fructificación, desarrollo y color del fruto. Una adecuada distribución de la radiación se consigue esparciendo los árboles a distancias no inferiores a 10 m.

Los vientos fuertes provocan la caída de flores, frutas y ramas.

El mango crece en diferentes suelos: ricos, medios y pobres en fertilidad es factible cultivarlo, siempre y cuando sean profundos, permeables, bien drenados y ligeramente ácidos. El rango del pH varía entre 5.0 y 6.8. El nivel freá-

tico debe situarse por debajo de 2.5 m.

Composición química del mango

La composición química de la fruta, en general, depende del tipo de producto y de su estado de madurez.

El Instituto Colombiano de Bienestar Familiar presenta la siguiente composición del mango, sobre 100 gramos de pulpa, sin cáscara ni semilla.

TABLA 2. COMPOSICION QUIMICA DEL MANGO

COMPOSICION	CONT. EN 100 G. DE PARTE COMESTIBLE
Parte comestible %	60
Calorías	58
Agua %	81.8
Proteínas (g)	0.5
Grasa (g)	0.1
Carbohidratos (g)	16.4
Fibra (g)	0.7
Cenizas (g)	0.5
Calcio (mg)	10
Fósforo (mg)	14
Hierro (mg)	0.4
Vitamina A (V.I)	1100
Tiamina (mg)	0.04
Riboflavina (mg)	0.07
Niacina (mg)	0.04
Acido ascórbico(mg)	80

Fuente. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, ICBF

TABLA 3. TAMAÑO PROMEDIO DE ALGUNAS VARIEDADES

VARIEDAD	PESO (g)	VOLUMEN Cm ³	DIMENSIONES		
			LARGO	ANCHO	GRUESO
Keitt	687	601	13.0	9.8	9.2
Kent	564	548	10.9	9.6	9.1
Tommy Atkins	448	419	10.4	8.4	8.2
Haden	353	270	9.1	7.5	7.1
Irwin	300		10.8	7.3	6.6

FUENTE: Federación Nacional de Cultivadores de Mango, Fedemango

TABLA 4. RELACION PULPA/ SEMILLA/ CASCARA

VARIEDAD	PULPA	SEMILLA	CASCARA
	%	%	%
Keitt	83.80	8.80	7.40
Kent	82.90	8.80	8.30
Tommy Atkins	81.00	8.00	11.00
Irwin	77.00	10.00	13.00
Haden	72.00	15.00	13.00
Mango común	59.00	20.00	21.00
Mariquiteño	63.00	16.00	21.00

Fuente: Federación Nacional de Cultivadores de Mango, Fedemango.
Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos-
convenio SENA - ICTA.

Variedades de mango

Actualmente se reconocen a nivel mundial más de 1.000 variedades, entendiéndose como tales aquellas que han logrado fijar sus características mediante propagación vegetativa.

Entre las variedades introducidas y criollas cultivadas en Colombia, se distinguen las siguientes :

TABLA 5

VARIEDAD	CARACTERISTICA
HADEN	<p>Fruto de tamaño medio a grande, peso entre 380 y 700.g.</p> <p>Forma ovalada . La cáscara presenta color amarillo vivo con manchas púrpuras, con numerosas lenticulas pequeñas.</p> <p>Pulpa firme con pocas fibras.</p> <p>Los árboles tienden a crecer mucho.</p> <p>Son susceptibles a la antracnosis.</p> <p>Tiende a formar frutas paternocárpicas.</p>
KENT	<p>Fruto de tamaño grande. Peso entre 500 a 800 g.</p> <p>Forma ovalada orbicular, cáscara de color verde claro a amarillo con pintas rojo oscuro y numerosas lenticelas amarillas pequeñas. La pulpa posee agradable sabor, jugosa, de poca fibrosidad y alto contenido de azúcares.</p>
KEIT	<p>Frutos de forma ovalada de medianos a grandes. Peso promedio alrededor de 600 g. La corteza es de color amarillo con manchas rojas.</p> <p>La pulpa de poca fibrosidad es jugosa y muy firme.</p>
RUBY	<p>Fruta de tamaño mediano, con peso promedio entre 300 y 400 g. Piel de color amarillo o anaranjado con fondo rojo oscuro. La pulpa es de calidad excelente. No presenta fibrosidad.</p> <p>Alto contenido de azúcares.</p>
TOMMY ATKINS	<p>Fruta de tamaño grande. Peso promedio 600 gr.</p> <p>Forma oblonga oval. Cáscara amarilla rojiza, lisa, brillante, gruesa y resistente a daños mecánicos.</p> <p>Posee lenticelas visibles de color verde amarillento.</p> <p>La pulpa contiene alta cantidad de fibra fina.</p> <p>Es susceptible a la pudrición interna y nariz blanca.</p>

TABLA 5 (Continuación)

VARIETADES CRIOLLAS	CARACTERÍSTICA
ALBANIA	<p>Selección hecha de árboles existentes en la zona de Armero (Tolima). La fruta tiene forma ovalada con peso promedio de 500 g. La corteza es de color verde con fondo amarillo. La pulpa es de buena calidad, jugosa, con pocas fibras. Susceptible al ataque de antracnosis.</p>
MARIQUITA	<p>Cultivado en el municipio de Mariquita (Tolima). Fruta de forma ovalada, con peso promedio de 300 g. La pulpa presenta fibrosidad, es dulce y jugosa.</p>
ICA - 1834	<p>Fruta de tamaño mediano. Peso promedio 430 g. Piel gruesa de color rojo intenso y lentículas pequeñas. La pulpa es de sabor ligeramente ácido, firme y con moderado contenido de fibra.</p>
ICA - 1835	<p>Fruta de peso promedio 570 g. Corteza amarilla con suaves matices rojos. La pulpa es poco fibrosa, dulce y jugosa.</p>
ICA - 1837	<p>Se considera una mutación natural de la variedad Albania. También se le conoce como Filipino. La fruta tiene un peso promedio de 900 g. La cáscara es de color verde amarillento con lentículas pequeñas y abundantes de color café.</p>

TABLA 5 (Continuación)

VARIETADES CRIOLLAS	CARACTERÍSTICA
SUFAIDA ICA-1	Fruta seleccionada por el Instituto Colombiano Agropecuario, ICA. Peso promedio 480 g. Forma ovalada. Cáscara amarilla con matices de color rojo intenso. La pulpa es jugosa, bajo contenido de azúcares.

Fuente: Fruticultura Colombiana - El Mango - ICA.
Manual de fruticultura - L.AVILAN - F. LEAL.

Plagas enfermedades y daños fisiológicos

El mango es una de las especies frutícolas que puede ser afectada por ataque de insectos, enfermedades y desórdenes fisiológicos,

afectando, en ocasiones, de manera severa su calidad y rendimiento.

La situación en cuanto al ataque de plagas y enfermedades no es estática, puede cambiar de cosecha en cosecha.



Figura 3 : Daños ocasionados en el mango por el gusano de la mosca de la fruta.(Anastrepha Spp)

Fuente: Convenio SENA - ICTA



Figura 4 : Fruta atacada por antracnosis

Fuente: Convenio SENA - ICTA



Figura 5: Evidencia del daño fisiológico conocido como nariz blanda en mango variedad Tommy Atkins

Fuente: EL MANGO (Fruticultura Colombiana)

La utilización de trampas y cebos es una tecnología que, en ocasiones, resulta eficiente para controlar insectos, con las menores consecuencias para el medio ambiente.

Por ejemplo, utilizar cebos envenenados con base en aserríos o pulpa de fruta, para controlar trozadores y mosca de la fruta.

Teniendo en cuenta estos puntos para el manejo del huerto, es posible disminuir al mínimo el con-

trol con productos químicos. En caso de que éstos sean necesarios es importante su utilización racional en los aspectos de dosificación y rotación, con el fin de evitar la proliferación de insectos resistentes a los agentes químicos. Para ello, la asistencia técnica profesional es lo más aconsejable.

La siguiente tabla presenta las plagas y enfermedades más comunes en el mango.

TABLA 6: PLAGAS Y ENFERMEDADES MAS COMUNES DEL MANGO

NOMBRE	DAÑOS Y SINTOMAS
Falso piojo blanco (Aulacapsis tubercularis N)	Se localiza en las hojas que están sombreadas. El daño lo hace el piojo al succionar la savia, provocando el debilitamiento de la planta. Sus secreciones azucaradas sirven de medio apropiado para el desarrollo del hongo <i>Meliolo mangiferac F</i> , causal de la fumagina.
Gusano Barba de Indio (<i>Megalopyge lamata S</i>)	El adulto es una mariposa de 60 a 70 mm de envergadura con cuerpo robusto y alas blancas de fondo oscuro. Es un comedor de follaje. Su presencia es reducida debido a los numerosos enemigos naturales (hongos, parásitos y bacterias).
Trips (<i>Selenothrips rubrocinctus G</i>)	Esta plaga ataca las hojas del mango, chupándoles la savia, lo cual afecta su suficiencia productiva. Las hojas atacadas se tornan cloróticas. Frutos severamente atacados se decoloran y presentan cuarteaduras y arrugamientos en la corteza. <i>Control</i> : Aplicación de insecticidas fosforados.
Mosca de la fruta Existen varias : Mosca Mexicana (<i>Anastrepha Sp</i>), Mosca del Mediterraneo	Las llamadas moscas de las frutas constituyen un grupo de plagas muy importantes debido a los daños que ocasionan. Las hembras depositan sus huevos en la cáscara de los frutos, de los que nacen las larvas que pueden destruir completamente la pulpa y también ocasionar la madurez prematura del fruto atacado. Las larvas posteriormente abandonan el fruto, caen al suelo donde se entierran para transformarse primero en pupa y luego en adulto. <i>Control</i> : Se usan cebos envenenados para controlar adultos. Se emplean productos ricos en hidratos de carbono (melazas, azúcar) o proteínas hidrolizadas, a las cuales se les añade plaguicida fosforado.

TABLA 6: PLAGAS Y ENFERMEDADES MAS COMUNES DEL MANGO

NOMBRE	DAÑOS Y SINTOMAS
	<p>Las aspersiones de cobertura no han sido eficientes (Cartagena y Vega, 1992 ICA). Otra medida de control es recoger y enterrar las frutas caídas o con síntomas de ataque, luego taparlas con una capa de tierra de más de 10 cm de espesor.</p>
<p>Broca del mango (Hypocryphalus mangiferae)</p>	<p>Cucarrón pequeño de color castaño. La larva es blanca y encurvada. El insecto taladra la corteza hasta el leño, pero sin penetrar en éste. Se considera como un vector de la enfermedad conocida como «secamiento del mango», producida por el hongo <i>Ceratocystis fimbriata</i> E, el cual en condiciones de alta infestación puede llegar a causar la muerte de la planta.</p>
<p>Trigona (<i>Trigona Sinipc F y T</i> <i>Trimidense S</i>).</p>	<p>Son abejas silvestres que atacan los brotes nuevos. También afectan flores y frutas pequeñas.</p>
<p>Acaros (<i>Eriophyes mangiferae</i> S)</p>	<p>Son pequeños arácnidos de 1.50 a 2.25 mm de longitud. Viven protegidos dentro de las yemas terminales y preferentemente dentro de las hojas en formación. Su alimentación ocasiona la muerte de este tejido joven y no permiten que las yemas se desarrollen normalmente. Se encuentran asociados con hongos de la raza <i>Fusarium</i>.</p>
<p>Antracnosis (<i>Collectotrichum gloeosporoides</i> J.P.) j.p</p>	<p>Es la enfermedad más común en las regiones donde se cultiva el mango. Afecta frutas, hojas, brotes y flores. El ataque en frutas jóvenes induce su caída. En frutas maduras ocasiona manchas oscuras.</p> <p><i>Control:</i> Se basa en prácticas de cultivo como distancia apropiada de plantación, construcción de drenajes para evitar encharcamiento, podas y limpieza después de la cosecha.</p>

TABLA 6: PLAGAS Y ENFERMEDADES MAS COMUNES DEL MANGO

NOMBRE	DAÑOS Y SINTOMAS
	Todo lo anterior para controlar la humedad relativa. El uso de fungicidas apropiados también es efectivo.
Mildeu Polvoroso (<i>Oidium mangiferac</i> B.)	Afecta frutas, flores y tallos. Su manifestación principal es la presencia de un tejido micelial blanco. Las frutas atacadas a temprana edad se pueden caer. Aplicaciones de azufre (160-140 g/100l. de agua) es un control eficiente.
Fumagina (<i>Meliolo mangiferac</i> E).	Se reconoce el ataque sobre la planta por la presencia de un polvo oscuro que puede cubrir total o parcialmente la superficie de las ramas y las hojas. El efecto de la enfermedad sobre los árboles es indirecto, ya que interfiere funciones normales de las hojas, retrasando el proceso normal de fotosíntesis y la formación de azúcares y carbohidratos. La fruta puede presentar decoloraciones reduciéndose su valor comercial.
Roña (<i>Elsinoc mangiferac</i> B).	Afecta tejidos jóvenes en crecimiento, hojas, flores y frutos. En frutos jóvenes, la infección es de color gris café con márgenes irregulares oscuros. A medida que la fruta crece, las manchas aumentan de tamaño y los centros se cubren con tejido lechoso fisurado.

Fuente: *Fruticultura Colombiana, El mango (ICA 1992).*

Manual de Fruticultura - Editorial América - Caracas, 1992.

Desórdenes fisiológicos

Los más comunes en el mango son:

Pudrición interna

Se manifiesta por un vacío en la cavidad basal que interrumpe la unión entre los tejidos vasculares del pedúnculo con la semilla. La pulpa presenta un estado avanzado de descomposición al alcanzar la madurez de consumo. Las frutas afectadas se reconocen porque al observar el punto de inserción del pedúnculo en la fruta se aprecian en él puntos necrosados. Otra manera de detectar el daño es sumergir en agua las frutas y observar si sueltan burbujas.

En casos avanzados, si se agita la fruta se escucha el movimiento de la pulpa deshecha en el inte-

rior. Las causas que originan este desorden no se conocen. Algunas variedades propensas a tener pudrición interna son las Haden, Tommy Atkins y Van Dyke.

Nariz blanda

Es un ablandamiento de la pulpa del lado ventral de la fruta y hacia el ápice. El daño se puede detectar en frutas recién cosechadas, las cuales muestran un amarillamiento mayor en el ápice, que al presionarlo ofrece poca resistencia. Estudios realizados para solucionar el problema muestran que hay incidencia del calcio. El daño se incrementa a medida que aumenta el déficit de calcio en la fruta. Las variedades en que más se presenta el desorden son las Tommy Atkins, Kent, Van Dyke, Keitt e Irwin.

2 Manejo de la cosecha

Recordemos que el buen manejo de las operaciones de cosecha generalmente se refleja en la rapidez con que el producto se mueve del campo al mercado, o centro de acopio.

Aunque, generalmente, cosecha se define como el conjunto de frutas recolectadas o la temporada en que se recolectan, el manejo actual de los cultivos confiere a la cosecha una serie de aspectos importantes, que van desde la manera de retirar el fruto de la planta, su selección, empaque y traslado al lugar donde se comercializará.

Ciertos factores básicos deben tomarse en cuenta para la planificación de cualquier operación de

cosecha. Debe obtenerse el equipo y la maquinaria, organizar el trabajo, la recolección y el transporte desde el campo. Cada una de estas tareas debe ser planificada, implementada y manejada eficientemente, si se quiere alcanzar a plenitud el valor del cultivo.

El manejo de la cosecha de mango tiene 4 componentes importantes:

1. Buena planificación de la producción con el fin de asegurar que la madurez del cultivo coincida con la demanda del mercado.
2. Comunicación continua con los compradores, para identificar sus necesidades exactas a me-

- dida que se acerca el tiempo de la cosecha, pero también para dar a conocer a los compradores el mejor momento de cosecha y la calidad esperada.
3. Planificación anticipada, para coordinar el equipo, el trabajo y el transporte.
 4. Supervisión en el terreno, para aplicar la combinación más apropiada de técnicas de manejo. La eficiencia de la cosecha depende del empleo de un equipo humano experimentado y de la adopción de métodos que satisfagan las necesidades de los compradores.



Figura 6: Arbol de mango en época de cosecha

Los objetivos principales del manejo del producto deben ser :

- Transportar el producto del campo al comprador con el mínimo de operaciones de manejo, compatibles con los requerimientos de calidad del comprador.
- Evitar al máximo la exposición de la fruta a situaciones críticas tales como temperaturas extremas o presiones ocasionadas por peso de una excesiva carga.

Debe evitarse amontonar el producto en el suelo aunque sea momentáneamente.

Hora de cosecha

El mango, como los demás productos agrícolas, presenta mayor frescura y, por consiguiente, condiciones más aptas para el manejo, en las horas de la mañana. El producto cosechado debe colocarse en un sitio de acopio de la finca que lo proteja del sol y con adecuada ventilación hasta el momento de cargue.

No se debe cosechar el mango cuando está cayendo rocío o llu-

vias, ya que el exceso de humedad trae consecuencias nocivas para el producto, por ejemplo, puede acelerar el desarrollo de pudriciones dentro del empaque.

Es importante tener presente que la hora de la cosecha debe estar en función de la disponibilidad de transporte, de las condiciones climáticas, de factores humanos, así como de la demanda del mercado.

Recomendaciones respecto a los utensilios y equipos de cosecha del mango

En plantaciones jóvenes o en árboles cuya copa no está todavía bien desarrollada, en los cuales los frutos pueden ser alcanzados con la mano, el método usual de la cosecha consiste en separar la fruta del árbol con una pequeña torsión, quebrantando el pedúnculo. Este es posteriormente cortado cuando queda muy largo, para evitar que durante el empaque y transporte, el pedúnculo de una fruta vaya a perforar la cáscara de otra, causando heridas que conducen a posibles daños y contaminaciones.

Otra manera de cosechar es asegurar la fruta con una mano y con la otra cortar el pedúnculo a la longitud deseada, utilizando para ello tijeras podadoras, similares a las que se utilizan en la cosecha de naranja.

Aquellos frutos producidos en ramas altas se cosechan con una pèrtiga, generalmente de bambú, en la cual se ha fijado un gancho o navaja cortante, rodeado de una bolsa de lona o de una red. La bolsa debe tener una capacidad para 4 o 6 mangos. No se debe incrementar el número de frutas por bolsa ni aumentar el tamaño del saco, pues el exceso causaría mucha fatiga al cosechador, quien

con el tiempo reduciría el ritmo de trabajo.

La pèrtiga llena de frutas se bajará con precaución para evitar golpear el producto. Las frutas deben ser retiradas de la bolsa con mucho cuidado y colocadas en las cajas que deben estar próximas a los cosechadores. Las cajas llenas se colocarán a la sombra, con el fin de impedir la ocurrencia de quemaduras por el sol.

Terminada la cosecha del lote de las plantas deseadas, las cajas de mango son transportadas al galpón de manejo (centro de acopio de la finca).



Figura 7: Empleo de tijeras para cosechar mangos.

Fuente: Fruticultura Colombiana: EL MANGO

En conclusión, para mantener la calidad alcanzada en el árbol, la recolección de la fruta debe hacerse técnicamente; para ello, hay que disponer de las herramientas indispensables, tales como tijeras, escaleras, pértigas y canastillas. Además, es necesario alistar el número suficiente de cajas para el transporte desde el campo hasta el sitio de lavado, clasificación y empaque.

Los frutos deben ser cortados dejando cerca de 1 cm de pedúncu-

lo. Esta práctica impide que el látex exudado por el mango al ser separado del árbol, caiga sobre la corteza y la queme, desmejorando su apariencia externa. No se aconseja hacer la recolección mediante la torsión o quiebre del pedúnculo, puesto que la alteración brusca de los tejidos vasculares provoca reacciones que conducen a la cicatrización, en las que se sintetizan sustancias que pueden servir de medio propicio para el desarrollo de patógenos.

Daños durante la cosecha y postcosecha

La tabla 7 presenta algunos daños y sus porcentajes más frecuentes en el mango.

TABLA 7. DAÑOS FÍSICOS Y ATAQUE DE ANTRACNOSIS EN MANGO, ENCONTRADOS EN ZONAS PRODUCTORAS.

MUNICIPIO	MANCHA DE		TOTAL
	LATEX %	ANTRACNOSIS %	
ANAPOIMA	20.70	33.0	53.70
LA MESA	24.00	15.0	39.00
VIOTA	34.80	43.60	78.40
ESPINAL	18.00	34.30	52.30
MARIQUITA	16.00	27.00	43.00

Fuente: Diagnóstico y evaluación de pérdidas en cosecha y postcosecha de mango. Convenio COLCIENCIAS - ICTA UN.

Por empaque y transporte los daños más frecuentes son los mecánicos y la deshidratación.

cánicos, ocasionados por empaque y transporte, desde una zona productora hasta Santafé de Bogotá.

La tabla 8 presenta los porcentajes de los principales daños me-

TABLA 8. PORCENTAJE DE PERDIDAS DEBIDO A DAÑO MECÁNICO POR EMPAQUE Y TRANSPORTE .

DAÑO MECÁNICO	ANAPOIMA %	LA MESA %	VIOTA %	ESPINAL %	MARIQUITA %
CORTADURAS	2.20	2.5	2.9	2.0	2.80
MAGULLAMIENTO	63.00	49.00	66	60.0	34.00
RAJADURAS	1.00	1.50	1.0	2.0	6.0
DESHIDRATACION	0.50	1.00	1.2	2.0	5.0

Fuente: Diagnóstico y evaluación de pérdidas en cosecha y postcosecha de mango. Convenio COLCIENCIAS - ICTA UN.

De los daños mecánicos el más común son las magulladuras causadas por la serie de golpes que recibe el producto desde la recolección hasta los centros de consumo.

Indices de cosecha

La identificación del momento apropiado de madurez para realizar la cosecha de la fruta es una consideración importante que repercutirá en la vida postcosecha del producto y en su comercialización.

Es indispensable distinguir en esta fase entre madurez fisiológica y madurez comercial.

La madurez fisiológica se refiere a la etapa del desarrollo del mango en la que se ha producido el máximo crecimiento y maduración. La fruta está completamente madura. A esta etapa le sigue el envejecimiento.

La madurez comercial está íntimamente relacionada con las exigencias de un mercado determinado. Los términos inmadurez, madurez óptima y sobremaduro se relacionan con las necesidades del mercado.

Recordemos que es esencial que los frutos sean cosechados con el grado de madurez y tamaño apropiado, según las exigencias de un mercado determinado. Por tanto los trabajadores deberán recibir instrucciones claras y precisas antes de iniciar la operación de cosecha; es importante conocer la capacidad de cada obrero para ejecutar las recomendaciones dadas.

La fruta debe cosecharse solo cuando alcance su máximo crecimiento, el cual coincide con el punto de madurez fisiológica. Esto resalta lo importante que es definir este estado. Se han desarrollado algunos métodos para su identificación:

- a). Métodos químicos
 - Contenido de almidón
 - Contenido de azúcares
 - Contenido de ácidos
 - Relación sólidos solubles / acidez
- b). Métodos físicos
 - Gravedad específica
 - Forma de la fruta
 - Firmeza

Para la aplicación, tanto de los métodos químicos como de los físicos, se debe tener en cuenta la variedad y la región, ya que sus valores cambian según sea la variedad y por la influencia del clima sobre el cultivo.

Existen algunas características visuales que pueden ser utilizadas para determinar el punto de cosecha:

Color

En la corteza de la fruta se observan cambios en la tonalidad del verde, el cual de brillante pasa a opaco como consecuencia de la degradación de la clorofila. Además, se incrementa el tamaño de las lenticelas, que de verdes o blancuzcas pasan a café.

En la parte interna de la fruta se observa el inicio de la coloración

amarilla de la pulpa. Cuando la fruta está totalmente madura, la pulpa se torna amarillo naranja.

Forma

La fruta adquiere la forma que la caracteriza, dependiendo de la variedad. En algunas variedades como el Tommy Atkins y Kent, los hombros se levantan y se forma una cavidad en la región peduncular, además, el pico se hace más prominente.

Otra característica que permite determinar el momento de cosecha es la aparición del aroma y sabor del mango.

No es suficiente utilizar un solo método para el índice de cosecha porque se pueden cometer errores. Lo más aconsejable es la combinación de varios métodos.

TABLA 9: RANGOS DE GRAVEDAD ESPECIFICA PARA CINCO GRADOS DE MADUREZ DEL MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS.

GRADO DE MADUREZ	COLOR INTERNO	RANGO DE GRAVEDAD ESPECIFICA
A	0	< 0.979
B	1	0.980 a 0.990
C	2	0.991 a 1.009
D	3	1.010 a 1.020
E	4	1.021 a 1.040

Fuente : Índice de madurez y conservación del mango mediante el uso de atmósferas modificadas. (Galvis, Mendoza 1994).

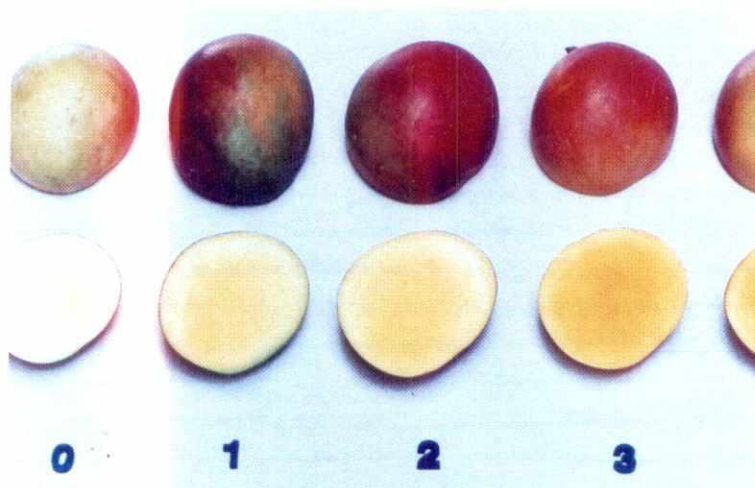


Figura 8: Cambios de color de la corteza y la pulpa del mango TOMMY ATKINS en 5 grados de madurez (Galvis, Mendoza 1994)

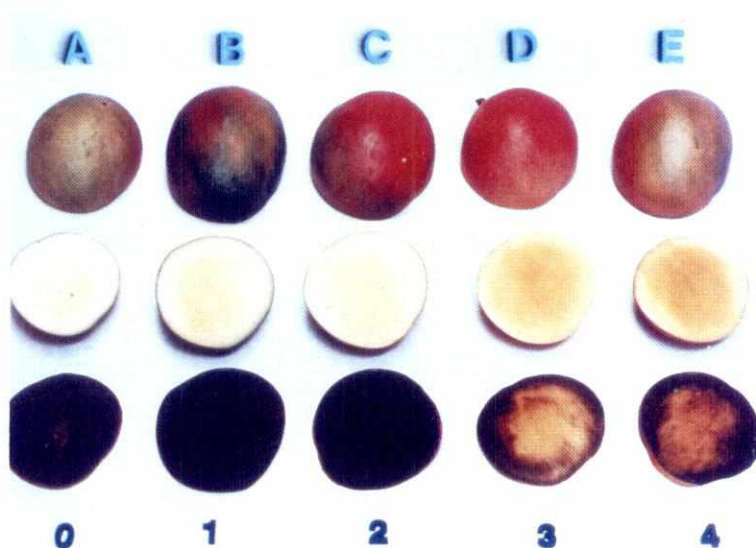


Figura 9: Prueba de yodo para determinar el contenido de almidón en 5 grados de madurez (Galvis, Mendoza 1994)

TABLA 10. VALORES PROMEDIO DE PARAMETROS FISIOLÓGICOS Y QUÍMICOS DEL MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS DURANTE EL DESARROLLO Y MADURACION.

No.	Días	Resp.	Az.	Alm.	Contenido de (g/100g)				pH
					Az+Alm	S.S.	N	Acidez	
01	17	591,46	-	-	-	-	-	-	-
02	23	453,75	-	-	-	-	-	-	-
03	30	163,04	0,92	1,93	2,85	8,4	1,89	0,994	4,2
04	37	81,25	1,61	2,51	4,12	7,8	1,19	0,970	4,0
05	44	55,94	2,02	3,14	5,16	7,5	1,19	0,992	3,9
06	51	37,55	2,30	4,86	7,16	7,5	1,26	-	-
07	59	32,70	2,48	5,92	8,40	8,1	0,84	0,954	4,6
08	68	29,89	2,76	8,42	11,18	7,2	0,63	1,158	4,4
09	75	27,74	2,88	10,39	13,27	6,8	0,91	1,216	4,4
10	81	21,37	3,20	12,04	15,24	7,8	1,17	1,171	4,5
11	88	20,33	5,14	9,73	14,87	7,2	-	1,109	4,7
12	95	41,09	6,52	6,91	13,43	7,5	-	1,931	4,1
13	98	55,43	7,80	4,72	12,52	10,5	-	0,917	4,1
14	104	81,19	8,31	3,10	11,41	12,3	-	0,691	4,0
15	105	78,65	9,58	2,08	11,67	12,6	-	0,208	4,6
16	107	70,39	10,80	1,05	11,85	12,3	-	0,102	5,1
17	109	70,35	10,65	1,10	11,75	-	-	-	-

Resp = respiración en mg CO₂/kg/hora

Alm. = almidón

Az = azúcares totales

S.S. = sólidos solubles

Acidez = expresada como % de ácido cítrico.

Az+Alm.= azúcares totales + almidón

N = nitrógeno

Fuente: Programa postcosecha de frutas y hortalizas.
Convenio COLCIENCIAS ICTA UN.

TABLA 11. VALORES PROMEDIO DE PARAMETROS FISIOLÓGICOS Y QUÍMICOS DEL MANGO VARIEDAD KENT DURANTE EL DESARROLLO Y MADURACION.

No.	Días	Resp.	Az.	Alm.	Contenido de (g/100g)				pH
					Az+Alm	S.S.	N	Acidez	
01	22	297,20	-	-	-	-	1,82	-	-
02	30	262,59	-	-	-	-	-	-	-
03	36	140,19	1,97	3,70	5,67	7,4	1,16	0,618	5,1
04	42	74,80	1,90	4,01	5,91	7,6	-	0,448	4,7
05	48	49,54	2,08	4,37	6,45	7,8	-	0,171	4,5
06	55	46,44	2,30	5,10	7,40	8,0	0,61	1,472	4,4
07	62	44,88	2,43	6,23	8,66	7,2	0,63	1,316	4,4
08	70	39,11	2,38	7,61	9,99	8,0	0,92	1,216	4,6
09	76	32,62	2,95	8,34	11,29	6,5	0,50	1,427	4,7
10	83	29,26	4,87	9,48	14,35	6,5	0,75	1,363	3,2
11	90	28,17	5,65	11,56	17,21	6,2	0,53	0,986	3,5
12	97	21,68	6,10	12,10	18,20	6,8	0,95	0,768	3,7
13	100	33,24	6,14	11,32	17,46	6,5	-	0,723	3,7
14	101	34,51	6,30	10,53	16,83	7,1	-	0,736	3,9
15	104	37,90	7,23	7,28	14,51	8,0	-	0,928	3,7
16	107	59,25	9,02	5,62	14,64	9,4	-	0,101	3,7
17	110	65,15	11,15	3,14	14,35	12,8	-	0,578	3,9
18	113	59,18	13,52	2,30	15,82	14,8	-	0,301	4,7
19	114	53,41	13,14	1,02	14,16	14,4	-	0,262	4,8

Resp = respiración en mg CO₂/kg/hora

Alm. = almidón

Az = azúcares totales

S.S. = sólidos solubles

Acidez = expresada como % de ácido cítrico.

Az+Alm.= azúcares totales + almidón

N = nitrógeno

Fuente: Programa postcosecha de frutas y hortalizas.
Convenio COLCIENCIAS ICTA UN.

**TABLA 12. VALORES PROMEDIO DE PESOS FRESCO Y SECO
 TOTALES; DIAMETROS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL
 DEL MANGO VARIEDAD TOMMY ATKINS
 DURANTE EL DESARROLLO Y MADURACION**

No.	Días	PFT		PST		D I A M E T R O S			
		g.	-	g.	-	DL. cm.	DT cm.		
01	17	0,15	-	-	-	0,64	-	0,53	-
02	23	1,57	-	0,27	-	1,53	-	1,27	-
03	30	7,11	-	1,23	-	3,00	-	2,20	-
04	37	11,78	-	1,97	-	3,61	-	2,70	-
05	44	32,53	-	4,27	-	5,07	-	3,60	-
06	51	93,70	-	11,00	-	7,17	-	5,32	-
07	59	146,24	-	18,41	-	8,56	-	6,17	-
08	68	215,67	-	23,98	-	9,51	-	7,09	-
09	75	303,14	-	38,19	-	10,44	-	8,01	-
10	81	393,58	-	53,80	-	11,06	-	8,82	-
11	88	399,69	-	54,00	-	11,24	-	8,96	-
12	95	504,85	-	72,36	-	12,68	-	9,50	-

Días = días desde «E2»

PFT= peso fresco total

PST= peso seco total

DL = diámetro longitudinal

DT = diámetro transversal

Fuente: Programa postcosecha de frutas y hortalizas.
 Convenio COLCIENCIAS ICTA UN.

TABLA 13. VALORES PROMEDIO DE PESOS FRESCO Y SECO TOTALES; DIAMETROS LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL DEL MANGO VARIEDAD KENT DURANTE EL DESARROLLO Y MADURACION

No.	PFT		PST		DIAMETROS				
	Días	g.	g.	g.	DL.	DT			
01	22	0,97	-	0,19	-	1,33	-	1,13	-
02	30	5,11		0,82	-	2,42	-	1,96	
03	36	14,68		1,72		3,58		3,07	
04	42	35,48		4,11		5,29		4,31	
05	48	92,14		10,27		7,03		5,62	
06	55	160,76		19,90		8,40		6,76	
07	62	246,22		26,15		9,93		7,79	
08	70	335,66		39,13		10,61		8,49	
09	76	400,60		50,98		10,89		9,06	
10	83	479,98		64,12		11,91		9,77	
11	90	531,92		77,48		12,36		9,94	
12	97	502,10		80,20		12,23		9,74	
13	100	568,40		-		12,06		9,89	

Días = días desde «E2»

PFT = peso fresco total

PST = peso seco total

DL = diámetro longitudinal

DT = diámetro transversal

Fuente: Programa postcosecha de frutas y hortalizas.
Convenio COLCIENCIAS ICTA UN.

Un análisis de las tablas 10, 11, 12 y 13 muestra que para la variedad Tommy Atkins el punto de cosecha está alrededor de los días 80 a 90, que es cuando presenta menor intensidad respiratoria, mayor contenido de almidón y el peso del fruto está alrededor de los 400 gramos.

El grado de madurez óptimo de consumo está alrededor del día 104 cuando presenta su máximo climatérico, máximo contenido de azúcares, menor almidón; además, el color de la pulpa es amarillo fuerte.

Para la variedad Kent el punto de cosecha está entre los 90 a 100

días, cuando presenta menor intensidad respiratoria, mayor contenido de almidón y el peso del fruto está alrededor de 500 gramos.

La madurez de consumo está alrededor del día 110, cuando presenta su máximo climatérico, máximo contenido de azúcares, menor almidón, además el color de la pulpa es amarillo, aunque menos fuerte que el Tommy Atkins.

Consecuencias de una recolección en época inadecuada

Los mangos cosechados antes de finalizar el período de desarrollo presentan elevadas pérdidas por transpiración, mostrando a los pocos días arrugamiento. La pulpa permanece de color amarillo pálido, dura e insípida. La maduración artificial con etileno no mejora la calidad de la fruta cosechada en estas condiciones.

El atraso en la cosecha también es perjudicial porque la fruta se hace más frágil y más propensa al ataque de microorganismos. Además, su vida de almacenamiento se disminuye.

Normas de sanidad durante la cosecha

Los mangos que por algún motivo no se van a comercializar inmediatamente no deben dejarse en el suelo, porque se pueden infestar los frutos sanos. La recolección diaria de los desechos es un hábito importante de la etapa de cosecha y todos los trabajadores deben colaborar en su realización. El lavado y desinfección de los recipientes de recolección debe efectuarse periódicamente para prevenir el desarrollo de infecciones. Se aconseja que cada vez que se pase de un árbol a otro se desinfecten las tijeras y pérgolas con una solución de formol al 4% o hipoclorito de Sodio al 1%. La higiene de las personas que intervienen en la cosecha y manipulación de la fruta es fundamental para evitar los peligros de contaminación de la misma.

La cosecha de los mangos en el momento oportuno de maduración es muy importante para preservar la calidad.

3

Manejo de postcosecha

El manejo postcosecha está constituido por el conjunto de operaciones y procedimientos tecnológicos que se realizan entre la producción y el consumo (o utilización industrial) de los productos agrícolas para proteger su integridad y preservar la calidad. Dentro de este concepto se incluyen las denominadas operaciones básicas de acondicionamiento, tales como selección, clasificación, higienización, secado, empaque y almacenamiento, mediante las cuales se le da al producto las características requeridas según las exigencias del mercado.

Selección

Con esta operación se pretende separar los frutos que no son ap-

tos para la venta, tales como los que sufren daños mecánicos severos, arrugamiento, deshidratación, decoloraciones, ataque biológico y defectos fisiológicos. La selección se puede realizar en forma manual o mecánica.

El empleo de trabajadores entrenados para seleccionar frutos es universal y eficiente, ya que ningún equipo aporta la agudeza visual y la destreza del hombre.

Cuando se hace la selección mecánica, los equipos utilizados basan su operación en características físicas de los productos, como peso, tamaño y forma.

Clasificación

Consiste en separar el lote de productos en grupos homogéneos, tomando en consideración características físicas, como dureza, color, tamaño, forma o peso y, además, atributos de calidad como apariencia, sanidad y aroma.

La clasificación conduce a conformar categorías o clases comerciales de un mismo producto. Igual que la selección, la clasificación se puede hacer manual o mecánica. Generalmente se combinan las dos operaciones. Los equipos se utilizan principalmente para separar productos por tamaño, forma y peso.

Pueden utilizarse clasificadoras vibratorias, giratorias o alternantes, rodillos longitudinales o transversales, cintas clasificadoras, etc.

Para que la clasificación cumpla sus objetivos lo mejor es realizarla de acuerdo con una norma técnica, la cual debe ser el resultado de la concertación entre productores y consumidores.

Algunos organismos como la FAO, a nivel internacional, y el Icontec a nivel nacional, han propuesto normas para guiar el mercado. Sin embargo, cada empresa debe aplicar las normas más apropiadas según las posibilidades de los productores y las exigencias de los consumidores.

La FAO, a través del CODEX, establece las características de calidad que deben cumplir los mangos variedades Hadem, Keitt, Kent y Tommy Atkins, en estado fresco, destinados al consumo humano, en el punto de embarque para exportación, después de ser acondicionados.

En esta norma se establece que los mangos deben estar:

- Frescos, limpios, enteros y bien desarrollados.
- De forma, sabor y olor característicos de la variedad.
- De consistencia firme.
- Con pedúnculo de una longitud máxima de 1,00 cm.

- Exentos de humedad exterior. Otros aspectos considerados por la norma del Codex son los siguientes.
- Libres de descomposición o pudrición.
- Color característico de la variedad.

Especificaciones de tamaño

Respecto de la madurez, los mangos deben presentar en su cáscara color verde opaco y lenticelas café claro; en la pulpa, cerca al hueso, color ligeramente amarillo no menor del 25%.

El tamaño se determina por la masa unitaria de la fruta.

Los mangos se clasifican de acuerdo con la tabla 14.

TABLA 14 : ESPECIFICACIONES DE TAMAÑO

Letra de referencia	No. de unidades por caja de 5 Kg	Escala de masas (g)	Masa Promedio (g)
A	7	687 - 741	714
B	8	564 - 686	625
C	9	547 - 563	555
D	10	454 - 546	500
E	12	379 - 453	416
F	14	336 - 378	357
G	16	291 - 335	313
H	18	264 - 290	277
I	20	237 - 263	250

Fuente: Norma de Mango del CODEX Alimentario.



Figura 10. Mango variedad KENT, calibre 7, según norma del Codex.

Clasificación

Según el CODEX, los mangos se clasifican de acuerdo con sus especificaciones o características de calidad, tamaño y ausencia o presencia de defectos en dos grados de calidad, en orden descendente:

Categoría extra

Categoría 1

Categoría extra

Los mangos clasificados en esta categoría, además de satisfacer

las especificaciones sensoriales y de madurez, deben estar prácticamente libres de defectos y dentro de las tolerancias establecidas para esta calidad.

Respecto de las tolerancias, los defectos que se permiten son alteraciones muy leves de la piel que no afecten el aspecto general del producto y su presentación en el envase.

Para esta categoría se permiten los tamaños, A, B, C, D, E, F, G, H, o I.

Categoría 1

Los mangos clasificados en esta categoría deben satisfacer las especificaciones sensoriales y de madurez, y pueden presentar los defectos siguientes, siempre y cuando no afecten el aspecto general del producto y su presentación en el empaque:

- Defectos menores de forma y color.
- Defectos menores de la piel, debidos a quemaduras de látex, abrasiones, heridas cicatrizadas y quemaduras de sol. La superficie total afectada que se permite es del 2%. Los defectos de forma alargada no deben exceder de 5 cm de longitud.
- En ningún caso los defectos podrán afectar la pulpa de la fruta.
- Para esta categoría se permiten los tamaños A, B, C, D, E, F, G, H o I.

Presentación

Los mangos deben ser empacados siguiendo una rigurosa selección: cada empaque debe quedar muy bien presentado y su aspecto global uniforme, en cuanto a producto del mismo origen, variedad, calidad (color y defectos) y tamaño. Y dentro de las tolerancias establecidas para cada categoría.

Tolerancias

Se permiten tolerancias respecto de la calidad (color y defectos) y el tamaño en cada empaque, para los productos que no satisfagan los requisitos de la categoría indicada. Y éstas se evalúan en porcentaje del lote en número o en masa de las frutas de acuerdo con la tabla 15.

TABLA 15. TOLERANCIAS PARA LAS ESPECIFICACIONES DE CALIDAD (color y defectos) Y TAMAÑO

ESPECIFICACIONES	TOLERANCIAS			
	Categoría Extra		Categoría 1	
	p.e.*	p.a.**	p.e.	p.a.
Calidad (color y/o defectos)	5	7	7	10
Tamaño	5	5	10	10
Pudrición	--	--	--	--

* p.e punto de embarque

** p.a. punto de arribo

Fuente: Norma del Mango del CODEX Alimentario.

Empaque

El empaque es el recipiente que permite manejar productos como el mango en forma eficiente, ofreciendo protección, facilitando el manejo y convirtiéndose en un factor de economía para los consumidores.

La distribución de los mangos dentro de cada empaque debe hacerse de acuerdo con el código de prácticas (Recomendaciones para la cosecha, acondicionamiento, transporte y conservación del mango en estado fresco).

Cuando se realiza el empacado, ya sea en la finca o en centros de acopio, se deben tener en cuenta, entre otros, los siguientes aspectos:

- No empacar frutas lesionadas ni sobremaduras.
- No colocar frutas encima del nivel del empaque.
- No empacar frutas húmedas.
- No colocar varias capas en productos delicados como el mango, los de encima dañan los de abajo.
- No empacar con las frutas objetos extraños, como hojas o papeles.
- No empacar en cajas que no estén completamente limpias.
- En lo posible utilizar separadores o alvéolos para evitar el ro-

zamiento de las frutas entre sí. Impedir que la fruta se mueva.

- Empacar la misma cantidad de fruta en cada una de las cajas.
- Colocar el producto dentro del empaque de tal manera que garantice su protección, arreglándolos en filas o en diagonales.

El Icontec propone que el mango se empaque en recipientes rígidos (madera, cartón, plástico rígido o una combinación de éstos), con una capacidad máxima de 18 Kg. No se permite el uso de empaques flexibles.

Dicha norma señala que las dimensiones de los empaques deben ser:

Longitud	45 cm
Ancho	25 cm
Alto	20 cm

Pero podrán construirse empaques de otras dimensiones siempre y cuando sean equivalentes a las anteriores y no excedan la capacidad máxima fijada.

La norma también establece la prohibición del uso de empaques que hayan contenido alimentos para animales, cemento, fertilizantes, plaguicidas u otros productos que puedan ofrecer la posibilidad de contaminación o influir en la alteración de la fruta.

Tipos de empaque

En nuestro medio se utilizan diversos tipos de empaque. La caja de madera es un recipiente de uso tradicional de acuerdo con la región, cuyas medidas varían. Existen con capacidad promedio de 15 a 30 Kg. Estos empaques ocasionan elevadas pérdidas especialmente porque causan lesiones de tipo mecánico; además, por ser la madera un material capaz de absorber humedad, puede inducir a la contaminación y ataque de insectos.

Las canastillas plásticas se han ido imponiendo para el mercado interno de productos delicados como el mango. Tienen las características de ser livianas, no absorben humedad, son fáciles de higienizar, facilitan la aireación y se acoplan y arruman con facilidad.

El cartón corrugado es el material que más se utiliza en la fabricación de empaques para productos frescos dirigidos a mercados externos.

Características de los empaques

Los empaques deben reunir las características de higiene, ventilación y resistencia que garanticen el manejo, transporte, almacenamiento y conservación adecuados de los mangos.

Empaques recomendados

Los empaques para la exportación, según el CODEX, Alimentario deben reunir las características que se indican en la tabla 16.

TABLA 16. CARACTERÍSTICAS DE LOS EMPAQUES PARA EXPORTACION.

Capacidad (Kg)	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)
5	37	31	11

Fuente: Norma del Mango del CODEX ALIMENTARIO.

Marcado o etiquetado

Cada empaque debe llevar en el exterior una etiqueta o impresión permanente con caracteres legibles e indelebles con los datos siguientes:

1. NATURALEZA DEL PRODUCTO

- Mango en estado fresco y nombre de la variedad;
- Identificación simbólica del producto en estado fresco;
- Marca o identificación simbólica del productor o envasador.

2. IDENTIFICACION DEL EXPORTADOR Y/O ENVASADOR

- Nombre y dirección del productor, distribuidor o exportador y, cuando se requiera, el del importador.

3. ORIGEN DEL PRODUCTO

- Nombre del país de origen, zona regional de producción y la leyenda «producto de _____».

4. DESCRIPCIÓN COMERCIAL

- Designación del producto.
- Número o letra de referencia o número de frutas por envase.
- Contenido neto en kilogramos.

Dicha norma clasifica el mango según la longitud del eje mayor en los siguientes grupos:

TAMAÑOS	LONGITUDES en m.m
1	120 o más
2	105 a 119
3	90 a 104
4	70 a 89

Norma ICONTEC

Por su parte, el Instituto Colombiano de Normas Técnicas, Icontec, establece en la norma No. 1266 los requisitos que debe cumplir cualquier variedad de la especie mangífera indica L., con destino al consumo en estado fresco.

Además, para cada variedad y tamaño se establecen los grados de calidad primera (1a) y segunda (2a), de acuerdo con las tolerancias que se fijan para diferencias de tamaño y defectos, según la siguiente tabla.

TABLA 17: GRADOS DE CALIDAD

CALIDAD	Diferencias de tamaño por exceso o por defecto, en % en masa (peso) por unidad de empaque	Límites de defectos, en % en masa (peso), por unidad de empaque			Tolerancias máximas totales permitidas en %
		Mangos con daños causados por hongos y ataques de insectos	Mangos con magulladuras	Mangos con heridas superficiales cicatrizadas	
1a	5	3	2	2	5
2a	5	5	5	5	10

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas, ICONTEC.

Así mismo, la norma indica que los mangos deben:

- Ser de una misma variedad y de tamaño uniforme.
- Presentarse enteros, con aspecto, forma y color típicos de la variedad.
- Estar frescos, limpios y sin índices de humedad exterior y tener el pedúnculo cortado de raíz.
- Estar exentos de síntomas de deshidratación y ser consistentes al tacto.
- Tener el grado de madurez que permita la conservación adecuada del producto en condiciones normales de manipuleo, almacenamiento o transporte.
- Encontrarse libres de daños por ataque de insectos, enfermedades, magulladuras, cicatrices y cortaduras.

En la norma ICONTEC también se hacen algunas consideraciones sobre toma de muestras, empaque y rotulado.



Figura 11: Mangos empacados en cajas de cartón tipo exportación.

Lavado

La gran variedad de contaminantes que se encuentran en los productos agrícolas y los bajos límites permisibles hacen necesario el uso de métodos de limpieza y desinfección prácticos y económicos.

Para frutas como el mango son utilizados los métodos de inmersión y aspersion, principalmente.

La inmersión es la forma más sencilla para lavar algunos productos; con frecuencia se utiliza como paso previo a otras formas de higienización. Mediante este método la tierra adherida se ablanda, desprende y desecha junto con residuos orgánicos.

La eficiencia de la inmersión se mejora moviendo el agua con agitadores cubiertos o con corrientes.

tes de aire, para producir turbulencia. Otra forma es mover las frutas con paletas de movimiento lento.

En mangos y otros productos se suele adicionar al agua de lavado sustancias jabonosas especiales para alimentos y alumbre para remover las adherencias y los residuos de látex, además ayuda a cicatrizar el pedúnculo.

Cuando se tienen grandes cantidades de fruta, el método de la aspersión resulta muy eficiente porque la operación se hace rápida.

La eficiencia del lavado por aspersión depende de los siguientes factores: presión del agua, volumen, temperatura, altura entre el producto y las boquillas de salida del agua, tiempo de exposición del producto y el número de boquillas utilizadas.

El paso siguiente al lavado es la remoción de la humedad superficial de la fruta. Esto se puede realizar a través de un escurrido al medio ambiente o pasando el producto a través de máquinas secadoras.

En algunas instalaciones se emplea aire a temperaturas entre 40°C y 50°C durante un tiempo promedio de un minuto.

Preenfriamiento

El éxito en la conservación del mango con relación a las bajas temperaturas depende de tres preceptos básicos:

- Producto sano
- Frío precoz
- Frío continuo

El preenfriamiento se identifica con el segundo precepto y constituye el primer eslabón de la cadena de frío. Consiste en hacer descender lo más rápidamente posible la temperatura que tienen las frutas y hortalizas, después de su recolección.

El preenfriamiento reduce la intensidad respiratoria y minimiza el riesgo de contaminación por microorganismos. Además, reduce el calor por eliminar en las fases subsiguientes de transporte y almacenamiento, lo cual permite un ahorro de potencia frigorífica.

Las ventajas de este tratamiento son mayores en productos altamente perecederos, de mayor intensidad respiratoria y se reco-

mienda en frutas y hortalizas que deban transportarse a grandes distancias en régimen de frío.

TABLA 18. TIEMPO REQUERIDO PARA PREENFRIAMIENTO DE MANGO POR DIFERENTES METODOS.

P R O D U C T O						
MEDIO	T(°C)	T.inicial °C	T.final °C	TIEMPO (minutos)		Pérdida de peso %
				300 - 400 g	450 - 600 g	
AGUA	4°	21	10	35	45	0
AIRE	4	2	10	100	135	0,12
HIELO	-5	21	10	65	80	0

FUENTE : Estudio del comportamiento del mango variedad Tommy Atkins durante el preenfriamiento. Convenio SENA - ICTA.

Al analizar la tabla 18 se observa que en el preenfriamiento por aire las pérdidas de peso alcanzan el 0,12 % para una humedad relativa del 85% y una velocidad del aire de 5,50 m/seg.

En los ensayos, el sistema que mostró mejor comportamiento fue utilizando agua fría, ya que demostró menos tiempo en los dos tamaños y las pérdidas de peso son nulas. Sin embargo, debe asegurarse que el agua del preenfriamiento sea pura para evitar riesgos de contaminación de la fruta.

En el tratamiento utilizando hielo en contacto directo con la fruta, se observó que la disminución de la temperatura no es homogénea y presenta, además, problemas de encharcamiento al descongelarse el agua.

Los beneficios del preenfriamiento se manifiestan durante el almacenamiento, ya que se prolonga el tiempo de vida útil de la fruta, esto puede observarse en la tabla siguiente:

TABLA 19. TIEMPO DE VIDA UTIL DEL MANGO TOMMY ATKINS ALMACENADO A DIFERENTES CONDICIONES.

TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO °C	H.R %	DIAS ALMACENAMIENTO	PERDIDAS DE PESO %
10 °C Con preenfriamiento	90	35	6 %
10 °C Sin preenfriamiento	90	25	12 %
20 °C Con preenfriamiento	75	14	12 %
20 °C Sin preenfriamiento	75	15	11 %

FUENTE : Estudio del comportamiento del mango variedad Tommy Atkins durante al almacenamiento. Convenio SENA - ICTA UN.

Los resultados de la tabla 19 permiten observar cómo el preenfriamiento tiene gran influencia en la disminución de las pérdidas de peso durante el almacenamiento. Sin embargo, esta ventaja va disminuyendo a medida que se aumenta la temperatura, tal como puede apreciarse con la temperatura de 20°C donde las pérdidas de peso fueron muy similares.

El preenfriamiento prolonga el tiempo de maduración de la fruta en bajas temperaturas, y las características del fruto maduro no se afectan (°Brix, acidez, pH), siendo éstas similares a las del mango almacenado a temperatura ambiente o refrigerada, pero que no han sido sometidos a preenfriamiento.

Pre calentamiento del mango

Algunos países compradores de mango, como Estados Unidos y Japón, han establecido barreras fitosanitarias estrictas que limitan el ingreso de algunas frutas tropicales.

Ello para impedir la introducción a sus huertos de la mosca del Mediterráneo (*Ceratitis Capitata*) y de las diferentes moscas de frutas de género *Anastrepha* Spp. Por tal motivo, en Colombia se experimentó el tratamiento del mango con agua caliente.

La técnica del pre calentamiento con agua caliente, conocido como TAC, permite retirar los excedentes de látex del mango y prevenir el desarrollo de antracnosis. El procedimiento se hace más efec-

tivo si se añade un detergente con hipoclorito de sodio al 1%.

El TAC consiste en colocar la fruta en agua caliente. Se recomienda sumergir el mango por lo menos 10 cm, bajo el nivel del agua para lograr un calentamiento homogéneo.

Para el tratamiento con agua caliente se aconseja cosechar la fruta en un grado de madurez próximo al organoléptico o de consumo, debido a que el TAC puede inhibir la actividad de las enzimas de maduración, no permitiendo el desarrollo adecuado del azúcar en el fruto.

El método fue empleado por primera vez en México, durante la temporada de exportación de 1989. Desde esa época se le han hecho varias modificaciones, principalmente para ajustar los tiempos de tratamiento, según los tamaños de los frutos.

También se ha utilizado aire caliente, el cual provoca menos daños a la fruta y puede ser empleado en otros productos.

La tabla siguiente presenta algunos tiempos y temperaturas utilizados en mangos mediante el TAC:

TABLA 20: TRATAMIENTO TERMICO RECOMENDADO PARA EL MANGO.

CALIBRE	PESO (g)	TEMPERATURA * °F	TIEMPO (min)
7	700 - 900	113.4	85
8	650 - 700	113.4	75
9	550 - 600	113.4	70
10	500 - 550	113.4	65
12	400 - 450	113.4	55
14	350 - 390	113.4	50
16	300 - 340	113.4	45

FUENTE : *Memorias segundo Congreso Nacional de Cultivadores de mango. Girardot, 1989.*

La temperatura corresponde a la alcanzada en el centro de la fruta en el tiempo correspondiente, estando el agua del tratamiento a 115 °F (46.1 °C). Una vez realizado el tratamiento se recomienda preenfriar el producto con agua fría.

El precalentamiento acompañado del preenfriamiento, y el encerado prolongan la vida de almacenamiento del mango a 10°C y HR = 95%, tal como puede observarse en la tabla siguiente:

TABLA 21. CAMBIOS EN LAS PROPIEDADES QUIMICAS Y FISICAS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DEL MANGO TOMMY ATKINS a 10 °C, HR = 95 %, SOMETIDO A PRECALENTAMIENTO.

CARACTERISTICA	MANGO TRATADO		MANGO TESTIBO	
	Inicial	Final	Inicial	Final
Tiempo de conservación (días)	38 días		30 días	
°Brix	10	12	10	14
pH	3.35	3.90	3.35	3.92
acidez(% ácido cítrico)	1.05	0.65	1.08	0.40
pérdida de peso (%)	3		5	
firmeza (lb/pulg ²)	30	11	30	9

FUENTE: Estudio del comportamiento del mango variedad Tommy Atkins, durante el almacenamiento sometido a tratamiento térmico y encerado. Convenio SENA - ICTA (1994)

Galvis y García (1993), observa que cuando el mango se somete a precalentamiento en estado «verde hecho» presenta tendencia a no desarrollar el color, azúcares y pH. Por el contrario, muestra acumulación de acidez. Son más evidentes estas manifestaciones cuando se somete a tempe-

raturas de refrigeración que cuando se almacena a temperatura ambiente. En conclusión, el tratamiento de frutos en estado verde con agua caliente, tiende a inhibir su maduración. Los anteriores resultados aconsejan aplicar este tratamiento en frutos con grado de madurez próximo al consumo.

Empleo de sustancias químicas en conservación de mango

Encerado

El mango posee una capa de cera natural en la corteza que generalmente es removida durante el lavado. Una capa adicional de cera aplicada artificialmente con grosor y permeabilidad adecuada, que no cree condiciones anaeróbicas dentro del fruto, prolonga la vida útil ya que retarda la maduración.

Cuando se enceran frutos, básicamente se persigue:

- Aumentar la vida útil del fruto por la reducción de la tasa respiratoria durante el almacenamiento.
- Proporcionar al producto características especiales de brillo, que resalten su color y apariencia, haciéndolo más apetitoso al consumidor.
- Reducir las pérdidas de peso por deshidratación durante la post-cosecha.
- Proporcionar protección contra los organismos que ocasionan pudrición.

- Mejorar los beneficios de comercialización por los efectos antes mencionados.

Existen diferentes tipos de ceras utilizadas en frutas y hortalizas. Las más comunes son las soluciones acuosas y las ceras solventes. Para elegir el tipo de cera se deben tener en cuenta algunos factores según las características que le confieren las materias primas empleadas en su fabricación; éstas determinan el espesor de la película, la facilidad de aplicación, su distribución en la superficie del producto, la velocidad del secado, el brillo y tiempo de conservación del fruto.

El empleo de ceras se aconseja, principalmente, en frutos de corteza lisa como el mango.

Gómez Britto y Mazo Gray utilizaron cera comercial TAG, la cual es un polietileno en emulsión acuosa, y encontraron que en mango el tratamiento no sólo logró retardar el proceso de maduración, sino que también disminuyeron las pérdidas por deshidratación.

Pérez Agripino (1992) indica que una capa de cera (WAX) aplicada como una emulsión en agua o en aceite mineral, lo mismo que cera parafinada, aumentaron la vida útil del mango en un 50%.

Dentro del convenio SENA - UN, en el ICTA, se logró conservar mangos variedades Tommy Atkins

y Kent durante 37 y 33 días respectivamente, por aplicación de una emulsión acuosa desarrollada en el ICTA, a temperatura de 10°C y HR = 95%. A temperatura ambiente, se alcanzaron tiempos de conservación de 25 y 20 días respectivamente.



FIGURA 12. Mangos variedad KENT encerados para mejorar su presentación y prolongar su vida útil.

Retardantes de maduración

Existen algunas sustancias químicas que han sido utilizadas para retardar la maduración de frutas y hortalizas, tal es el caso de las quininas y quinetinas, el ácido giberélico, el óxido de etileno, el permanganato de potasio y el cloruro de calcio.

Algunos autores consideran que el permanganato de potasio (KMnO_4) absorbe el etileno que liberan las frutas inhibiendo el efecto que este compuesto tiene sobre la maduración (Pantástico 1984).

Sin embargo, existe la posibilidad de que no se dé la absorción, sino por el contrario, una reacción química entre el etileno y el permanganato de potasio, lo cual se daría en varias etapas, convirtiendo el etileno al final de la reacción en CO_2 y agua.

García, Rojas y Galvis, (1993) encontraron que aplicaciones de KMnO_4 en dosis de 1.0 g/Kg de fruta permiten un periodo de conservación de 45 días en mango variedad Tommy Atkins a temperatura de 10°C y HR de 95%.

Es importante la distribución del permanganato dentro del empaque. Por ejemplo, si la capacidad es de 4,5 Kg. de fruta, la cantidad requerida es :

$$\frac{1 \text{ g } \text{KMnO}_4}{\text{Kg de fruta}} * 4,5 \text{ Kg fruta} = 4,5 \text{ g de } \text{KMnO}_4$$

Esta cantidad se puede distribuir en cuatro bolsitas de papel permeable y colocarse en el envés de las tapas de la caja, como se muestra en la figura 13.

El mineral cuya deficiencia se ha asociado con más desórdenes fisiológicos es el calcio. Está comprometido en una serie de procesos fisiológicos fundamentales de las plantas, al formar parte de las paredes celulares, membranas, y al regular ciertas actividades enzimáticas.

El cloruro de calcio, en solución, ha sido aplicado con éxito en algunas frutas con el objetivo de retardar la maduración.

Orozco y Galvis (1993), estudiando la influencia del cloruro de calcio (CaCl_2) en la conservación del mango encontraron que dosis del 15% retardan la pérdida de firme-



Figura 13: Distribución de $KMnO_4$ sobre la cara interior de la tapa de empaque

za de la fruta, prolongando su vida útil, por retardamiento de la maduración, tanto a temperatura ambiente como de refrigeración ($12^{\circ}C$).

El método consiste en elaborar la solución de cloruro de calcio en agua, al 15 % en peso y colocar la

fruta dentro de la solución por un tiempo de 30 minutos; luego la fruta se retira y se deja escurrir al ambiente, para posteriormente empacarla y almacenarla. Mientras mayor sea la diferencia de temperatura entre la solución y la fruta, mayor será la eficiencia del método.

Fisiología de postcosecha de los frutos del mango

Durante la cosecha los mangos son separados de su fuente natural, el árbol, pero continúan viviendo; lógicamente este estado no es indefinido, se halla relacionado con el envejecimiento y muerte de los tejidos, lo cual depende de numerosos factores.

Respiración

El fruto de mango necesita respirar con el fin de obtener la energía suficiente para vivir. Absorbe oxígeno de la atmósfera (O_2) y libera anhídrido carbónico (CO_2), tal como lo hacen otros frutos, los animales y el hombre.

El mango presenta alta tasa de respiración durante el proceso de maduración. La intensidad respiratoria varía en las diferentes fa-

ses; y para una misma variedad, ella está en función de la temperatura ambiente.

Las figuras 14 y 15 muestran las curvas patrones de respiración del mango variedad Tommy Atkins almacenado a temperatura de $20^\circ C$, $HR = 75\%$ y $10^\circ C$, $HR = 95\%$. El comportamiento de la intensidad respiratoria indica que es una fruta climatérico, presentando las fases siguientes:

- Pre-climatérico
- Elevación climatérica
- Pico climatérico
- Senescencia

A temperatura ambiente, durante los (5) cinco primeros días presentó una disminución en su intensidad respiratoria (pre-climatérico).

A partir del 5° día la tasa respiratoria comienza a elevarse rápidamente hasta el día 17 (ascenso climatérico). En el día 17 presentó su máxima intensidad respiratoria 15,30 mg CO₂/ Kg-h (la fruta se encuentra en su pico climatérico), con buena textura y coloración tanto de la cáscara como de la pulpa. Además, presenta excelente aroma y sabor agradable. A partir del día 17 la intensidad respiratoria comienza a disminuir (senescencia) y la fruta pierde rápidamente su firmeza.

En esta fase el aroma se hace fuerte, lo cual indica sobremaduración; la susceptibilidad al ataque de microorganismos aumenta. En el día 20 la fruta está en un alto grado de descomposición.

A temperatura de 10 °C la intensidad respiratoria es mucho menor, lo cual produce un mayor tiempo de conservación. Los diferentes periodos de la maduración se prolongan en el tiempo. El pico climatérico se presenta a los 24 días

(punto de madurez de consumo). La fruta se conserva en óptimas condiciones por 27 días.

Con la respiración la fruta libera calor y agua, ocurriendo, al mismo tiempo, pérdida de peso. Cuando las frutas se colocan en ambiente cerrado amontonadas, no hay circulación adecuada de aire, la temperatura sube y las frutas, por el calor generado, pueden fermentarse y pudrirse rápidamente.

Durante la fase de maduración se presenta una serie de transformaciones en la composición química del mango.

Se ha observado que durante el período de maduración del mango el pH aumenta gradualmente; igual sucede con los azúcares totales y reductores. Lo contrario se observa con la acidez titulable, la cual disminuye a medida que el fruto madura. De manera similar, la dureza disminuye con la maduración.

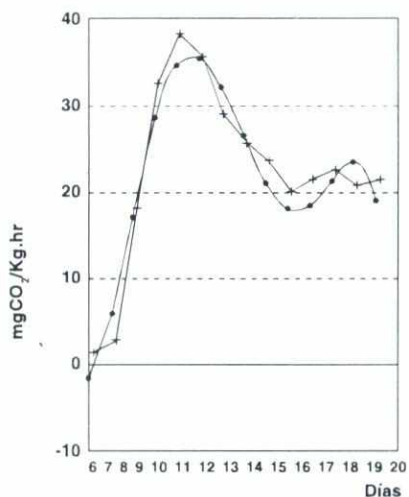


Figura 14: Variación en la respiración del mango TOMMY ATKINS almacenado a temperatura de 20 °C, HR = 75%

Fuente: Convenio SENA - ICTA UN. Almacenamiento del mango variedad Tommy Atkins

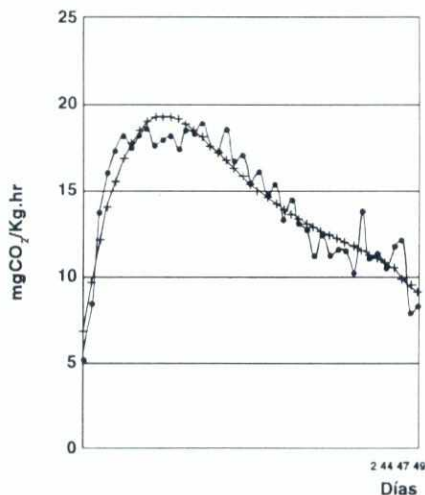


Figura 15 : Variación en la respiración del mango TOMMY ATKINS almacenado a temperatura de 10°C, HR = 95%

Fuente: Convenio SENA - ICTA UN. Almacenamiento del mango variedad Tommy Atkins.

TABLA 22. TRANSFORMACIONES QUIMICAS Y FISICAS DURANTE EL PERIODO DE MADURACION DEL MANGO TOMMY ATKINS A TEMPERATURA DE 20 °C HR = 75%

Días después de la cosecha	pH	Acidez % Acido cítrico	°Brix	Firmeza Kg/cm ²	Pérdida de peso %
1	3.25	1.065	9.0	30	0.00
4	3.30	1.050	10.0	28	0.55
8	3.50	0.917	11.4	25.3	1.02
12	3.70	0.661	13.9	18.8	3.24
16	4.40	0.209	14.6	13.3	6.86
19	4.50	0.157	15.0	12.5	9.41

Fuente: Convenio SENA - ICTA, Almacenamiento del mango variedad Tommy Atkins.

TABLA 23. TRANSFORMACIONES QUIMICAS Y FISICAS DURANTE EL PERIODO DE MADURACION DEL MANGO TOMMY ATKINS A TEMPERATURA DE 10 °C HR = 95%

Días después de la cosecha	pH	Acidez % Acido cítrico	°Brix	Firmeza Kg/cm ²	Pérdida de peso %
1	3.25	1.065	9.0	30	0.00
8	3.40	0.874	10.4	30	0.33
16	3.45	0.826	11.6	28	1.60
24	3.45	0.780	13.0	25	3.45
32	3.50	0.425	13.5	20	4.80
38	4.00	0.302	14.0	15	5.60

Fuente: Convenio SENA - ICTA, Almacenamiento del mango variedad Tommy Atkins.

Comparando los resultados de las tablas 22 y 23 puede observarse la influencia de la temperatura en los cambios físicos y químicos de la fruta. A medida que se disminuye la temperatura de almacenamiento la intensidad de los cambios se hace menor y en un tiempo mayor.

Las diferentes variedades de mango tienen una temperatura crítica de almacenamiento entre 10 y 12 °C, entendiéndose por temperatura crítica aquella donde la fruta se conserva en óptima calidad durante un período de tiempo mayor.

Temperaturas por debajo de la crítica de almacenamiento son perjudiciales para la conservación del mango, ya que aparecen los daños por el frío (Chilling Injury). La tabla 24 presenta algunos da-

ños observados en la parte externa e interna en 2 variedades de mango, almacenados a temperaturas por debajo de la crítica de almacenamiento.

TABLA 24. DAÑOS POR EL FRIO EN MANGOS

VARIEDAD	TEMPERATURA CRITICA °C	TEMPERATURA DE ALMACENAMIENTO °C	CARACTERISTICAS DEL DAÑO
TOMMY ATKINS	10°C	8 °C	Piel oscura con picado; depresiones; sabores extraños; incapacidad para madurar. Acumulación de la acidez; Acumulación de almidón.
CHANCLETO	9	7	Falta de desarrollo del color en la cáscara; manchas pardas en la pulpa; sabores extraños acumulación de acidez.

Fuente: Convenio SENA - ICTA. Almacenamiento de 2 variedades de mango.

La mejor temperatura de maduración del mango se presenta en el rango de 22 °C a 25 °C, la cual permite obtener una fruta con excelente aroma, exquisito sabor y agradable color.

La humedad relativa dentro de la cámara de almacenamiento debe

estar entre 85 a 95 %. En humedades relativas por debajo de éste porcentaje, la fruta presenta elevada transpiración, produciéndose arrugamiento en la corteza, pérdida de consistencia de la pulpa y brillo de la cáscara, arruinándose rápidamente la calidad del producto.

Gas activador de la maduración

Para obtener maduración uniforme, en ocasiones es necesaria la aplicación de un gas que active las funciones metabólicas de la fruta, produciendo la degradación de la clorofila y fijando gradualmente los carotenoides que dan el color.

Los gases más utilizados son el etileno, acetileno, propano y butano.

Cuando se utiliza etileno (C_2H_4), la cantidad de gas para ser aplicado es del 2% cada vez con relación al volumen de la cámara de maduración. En total se realizan tres aplicaciones, así:

La primera aplicación se hace una vez que la cámara de maduración está cargada; la segunda aplicación se realiza 12 horas después, luego de permitir la salida del CO_2 que la fruta produjo durante la respiración; la tercera aplicación se realiza 24 horas después de la segunda teniendo cuidado de evacuar antes el CO_2 .

El mango alcanza su maduración después de 90 horas de permanecer dentro de la cámara; se caracteriza porque presenta en su corteza coloración definida, de acuerdo con la variedad, y su pulpa bajo contenido de ácidos.

La temperatura recomendada para el tratamiento es 27°C.

El etileno puede ser reemplazado por carbonato de calcio (Ca_2CO_3) el cual reaccionando con agua produce el acetileno, que tiene el mismo valor energético que el etileno en dosis equivalentes. Sin embargo, su aplicación debe hacerse con máximo cuidado, nunca excediendo la dosis recomendada, ya que se presenta riesgo de explosión. En estos casos, lo mejor es asesorarse de un profesional conocedor de la técnica.

Para la concentración de 0.1% de acetileno en volumen, que es la cantidad recomendada por aplicación, se necesitan 2,66 g de carbonato de calcio por metro cúbico y una cantidad doble de agua.

La concentración de acetileno superior a esta dosis puede causar daños en las frutas.

La aplicación de acetileno también se efectúa tres veces, como en el caso del etileno, debiendo eliminarse el anhídrido carbónico antes de cada nueva aplicación.

Almacenamiento en atmósfera normal

El almacenamiento en atmósferas normales debe garantizar contenidos de oxígeno no inferiores al 21 %, lo cual permitirá la maduración de los frutos, de acuerdo con la temperatura de almacenamiento.

Si la cantidad de oxígeno en el aire se reduce, habrá retardo en el proceso de maduración. Al llegar a niveles por debajo de los mínimos que resiste el mango se presentan daños en la corteza, la cual no adquiere el color característico de la fruta madura. Simultáneamente, al interior del fruto se desarrollan reacciones anaeróbicas que conducen a la fermentación de la pulpa.

Para mantener los niveles convenientes de oxígeno y anhídrido carbónico dentro de la cámara, es conveniente la ventilación adecuada y realizar de 4 a 6 cambios de aire por día.

Almacenamiento en atmósfera controlada

Esta técnica de almacenamiento consiste en colocar los mangos en cámaras refrigeradas donde se controlan estrictamente los gases que intervienen en la fotosíntesis y la respiración.

Por el uso regulado en la cantidad de oxígeno (O_2) y anhídrido carbónico (CO_2) que se aplica, se puede atrasar la producción de etileno dando por resultado el retraso en la maduración del mango.

Con base en el control de la atmósfera por medio de este tipo de almacenamiento, se puede concluir:

- La atmósfera controlada reduce el ritmo de senescencia asociada con los cambios fisiológicos y químicos de los frutos.
- Reduce la sensibilidad de los frutos al etileno.
- Reduce la incidencia o la severidad de los daños inherentes de la cosecha.

Se han almacenado mangos de la variedad Haden a temperatura de

10°C por un tiempo de seis semanas en la siguiente atmósfera controlada (Pérez Agripino, 1992):

Oxígeno : 2 %.

Anhídrido carbónico 5%.

En opinión de algunos fisiólogos (Pérez, 1992), el sistema, además de ser costoso, no es tan superior a otras formas de almacenamiento.

Almacenamiento en atmósfera modificada

La tecnología de la atmósfera modificada (AM) implica mantener el fruto dentro de un espacio hermético (empaque), permitiendo la actividad respiratoria de los productos frescos, de tal manera que se cambia la composición de la atmósfera circundante con el tiempo. Concentraciones de O_2 tan bajas como el 0% y tan altas de CO_2 como el 30% o más pueden ser producidas, causando graves daños al producto.

Los principales factores en el almacenamiento exitoso en A.M. son los siguientes:

1. La mezcla de los gases, la cual depende de la naturaleza del pro-

ducto y de sus principales formas de deterioro; el crecimiento microbiano y la oxidación son las formas principales debido a que la concentración de oxígeno es frecuentemente reducida. El CO_2 inhibe en gran medida el crecimiento de un amplio rango de microorganismos.

2. El material de empaque. Los empaques utilizados para A.M. están basados en polímeros termoplásticos. Por lo general debe lograrse una baja tasa de transmisión de vapor. La permeabilidad de la película a los gases deberá ser tal que suficiente O_2 pueda entrar a la unidad de empaque para evitar así que se presenten condiciones anaeróbicas; al mismo tiempo debe ocurrir una difusión del exceso de CO_2 para evitar altos niveles, que podrían ser perjudiciales.

El material de empaque también requiere tener buena resistencia mecánica, para resistir el manipuleo físico y el subsecuente almacenamiento, distribución y venta al detal.

- Las películas más utilizadas son:
- Polivinil clorido (PVC)
 - Polietileno de baja densidad
 - Polipropileno (P.P)
 - Etilen Vinil alcohol (EVOH).
 - Polividileno clorido copolímero (PVDC)
 - Etilen vinil acetato copolímero (EVA)

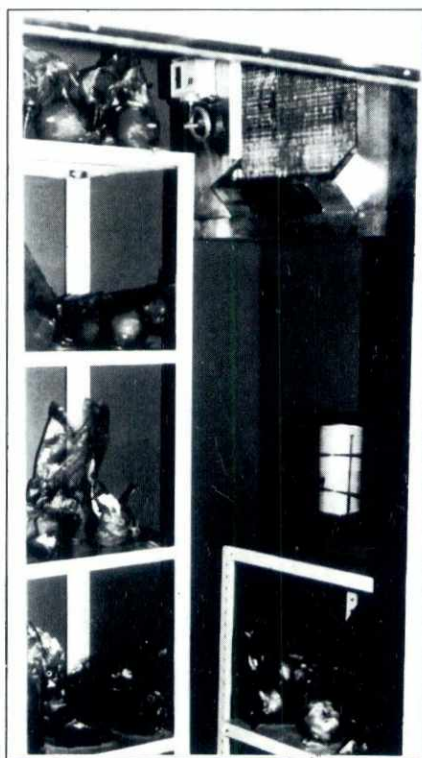


Figura 16: Almacenamiento en atmósfera modificada de mangos variedad Tommy Atkins T 12°C H.R: 85%

Fuente: Mendoza, Gallo, Galvis (1994).

La legislación actual prohíbe el uso de películas que contengan cualquier contenido significativo de cloro.

Dos métodos son utilizados para la creación de condiciones de A.M. en el interior de empaques para frutas y vegetales: la A.M pasiva y la A.M activa.

En la A.M pasiva, una atmósfera alta en CO_2 y baja en O_2 se desarrolla pasivamente a través del tiempo en el interior del empaque, como resultado de la respiración de la fruta.

La técnica de A.M activa requiere de la remoción del aire inicial en el interior del empaque por medio de vacío, y luego reemplazarlo por una mezcla específica de gases, creando así la A.M, deseada inmediatamente después del empaque (compárese con el método pasivo, que requiere una semana o más para lograr la misma composición gaseosa).

Adicionalmente, se pueden colocar algunos absorbentes en el interior del empaque para:

- Disminuir el aumento en la respiración de algunas frutas por absorción de etileno.
- Impedir el aumento de CO_2 por encima del nivel requerido.
- Disminuir la concentración de O_2 .

Obviamente el empleo de absorbentes aumenta los costos, de modo que su uso está limitado a aquellas variedades en las que este costo adicional se justifique.

Mendoza, Gallo, Galvis, (1994) conservaron mango variedad Tommy Atkins en grado de madurez «verde hecho» mediante A.M, utilizando varias mezclas gaseosas. Encontraron que la mezcla con 8% de O_2 ; 5% de CO_2 y 87% de N_2 logró conservar la fruta por más de 35 días a temperatura de 12°C en polietileno de baja densidad calibre 2. La fruta conservada en esta condición, desarrolló las características físicas, químicas, fisiológicas y sensoriales de fruto maduro.

Bibliografía

- AYA, B.A. GALVIS J.A., OSPINA J. Estudio del comportamiento del mango durante el preenfriamiento. Tesis de grado Facultad de Ingeniería, 1984. Santafé de Bogotá (convenio SENA - ICTA U.N.).
- CARTAGENA J.R y VEGA. D. El mango. Fruticultura Colombiana Instituto Colombiano Agropecuario ICA. 1992. Ediciones Produmedios. 129 páginas. Santafé de Bogotá - Colombia.
- EXAMA. A, et al - Suitability of plastic films for modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. Journal of food Science. Vol. 58 No. 6 página 1365 - 1970, año 1973.
- FEDERACION NACIONAL DE CAFETEROS. El cultivo del mango. 1985.
- FEDEMANGO. Variedades Comerciales de mango Boletín No. 08. Junio de 1984. Bogotá.
- FEDEMANGO. Memorias del primer Congreso Nacional de Cultivadores de Mango. Girardot. 1988.
- FEDEMANGO. Proyecto de Norma del CODEX para mangos, Boletín No. 5 Marzo de 1989. Bogotá.
- GARCIA M. D, ROJAS PEREZ, GALVIS V.J.A . Influencia de la temperatura y la concentración de permanganato de potasio ($KMnO_4$) en la maduración del mango Tommy Atkins - Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, 1993. Santafé de Bogotá (convenio SENA - ICTA U.N.).
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. ITAL MANGA. Da Cultura ao processamento e comercialização, São Pablo, Governo do estado do São Pablo. 1981.
- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA ICTA DE LA U.N. - Memorias del curso tecnologías del manejo postcosecha de fruta y hortalizas. Santafé de Bogotá, 1993.
- KOSKI, David. Is current modified/controlled atmosphere packag-

- ing technology aplicable to the U.S. food market. En food technology (Sept 1988) pag 54.
- LAGOS R.E Y KAIRUS L. A. Análisis de crecimiento del fruto y determinación del momento óptimo de cosecha para las variedades de mango Tommy Atkins y Kent. Tesis M.Sc. Facultad de Agronomía, 1990 (convenio COLCIENCIAS - ICTA U.N.).
- LAKSHMINARAYANA, S. Respiration and ripening patterns in the life cycle of the mango fruit. J. Hort.Sci., 48: 227 -233, 1973.
- LAKSHMINARAYANA, S. SUBHADRA, N.V. and SUBRAMANYAM, H. Some aspects of development physiology of the mango fruit. J. Hort. Si., 45: 133- 142, 1970.
- LOPEZ. J.A., OSPINA, J.E y GALVIS, J.A. Diagnóstico y Evaluación de pérdidas en cosecha y postcosecha de mango. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, 1987. Bogotá (convenio COLCIENCIAS - ICTA U.N.).
- MEDLICOTT, A.P. Harvest maturity and concentration and exposure time to acetylene influence initiation of ripening in mangos. En: Journal of the american society of Horticultural Science. Vol 115, No.3 (1990) p.426 - 430.
- MENDOZA M.A, GALVIZ J.A, GALLO F Indices de madurez y conservación de mango mediante el uso de atmósferas modificadas. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería de Alimentos U. de La Salle. Bogotá 1994.
- MILLER W.R. HALE P.W. Quality and decay of mango fruit wrapped in heat shrinkable film. En: Hortscience. Vol 18 (Dic 1983) p.957-958.
- OROZCO J.F y GALVIS J. A. Influencia de la temperatura y la concentración de soluciones de cloruro de calcio (CaCl_2) en la maduración del mango variedad Tommy Atkins.(convenio SENA - ICTA U.N.).
- PANTASTICO, E.R.B. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales. Cecsa. Mexico., 1979.

- PARRY, R. T. - Principles and applications of M.A.P. of food S.I.; Blackie academic and professional, 1993. p: 66-72.
- RHODES, M.J.C. The maturation and reaping of fruits In. THIMANN, K.V. Senescence Inplants. pp 160 - 205 S.L.,S.C., 1983.
- RODRIGUEZ, S. ISABEL - Normas de calidad para las variedades de mango Tommy Atkins y común, U.N. Tesis especialización de alimentos. Bogotá 1988.
- SANCHEZ J F y GALVIS J. A. Estudio del comportamiento durante el almacenamiento del mango variedad Tommy Atkins sometido a precalentamiento, enfriado y encerado. Tesis de grado. Facultad de Ingeniería, 1993. Santafé de Bogotá (convenio SENA - ICTA U.N.).
- ULRICH, R. Variations de l' active respiratoire de quelques fruits au cours de leur developement. IV. Observations sur les cerises (*Prunus avium*, var. Bigarreau Napoleon) Bull. Soc.Bot.France, 93. pp 248-250.
- WILLS. R.H. Lee T.H. y Otros. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas. Postrecolección. Editorial Acribia. Zaragoza. España.
- YOUNG, T.W. - Relationship of nitrogen and calcium to soft-nose disorder in mango fruits. En: Journal of the American Society of Horticultural Science. Vol 78 (1961) p 201-208.
- ZAGORY, Devon KADER Adel- Modified atmosphere packaging of fresh produce. En: Food technology (Sept 1988) p. 70 - 77.

Impreso
Publicaciones Sena
Dirección General
Noviembre de 1996, Santafé de Bogotá, D.C. Colombia