

MANUAL DE PRÁCTICAS  
PARA EL MEJOR MANEJO  
POSTCOSECHA DEL

# Mango



Este documento fue desarrollado originalmente usando información compilada durante el desarrollo del Proyecto de Investigación 2007-2009, patrocinado por el National Mango Board (NMB): “*Monitoreo y Evaluación de la Cadena de Suministro del Mango para mejorar su Calidad*”, así como por la experiencia y pericia de los participantes en el proyecto.

*Editor:*

Dr. Jeffrey K. Brecht, Universidad de Florida

*Colaboradores:*

Dr. Steven A. Sargent, Universidad de Florida  
Dr. Adel A. Kader, Universidad de California, Davis  
Dr. Elizabeth J. Mitcham, Universidad de California, Davis  
Dr. Fernando Maul, Universidad del Valle, Guatemala  
Dr. Patrick E. Brecht, PEB Commodities, LLC, Petaluma, California.  
Ing. Octavio Menocal, Universidad de Florida

*Participantes adicionales al Proyecto:*

Dr. Mary Lu Arpaia, Kearney Agricultural Center, Universidad de California, Riverside  
Dr. Elhadi M. Yahia, Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México  
Dr. Maria A. C. de Lima, EMBRAPA Tropical Semi-Arid (CPATSA), Petrolina, Brazil  
Dr. Malkeet Padda, Universidad de California, Davis

Un reconocimiento especial se confiere al Ing. Agrónomo Octavio A. Menocal por haber realizado la traducción del inglés al español del '*Manual de Prácticas para el Mejor Manejo Postcosecha del Mango*'.

*Renuncia de Responsabilidad:*

El National Mango Board (NMB), una instrumentación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, comisionó la realización de este proyecto en apoyo a la industria del mango. Todos los esfuerzos han sido realizados para asegurar la precisión y veracidad de la información contenida en este documento. Sin embargo, el NMB no es responsable, expreso o implícito de las ideas y recomendaciones consignadas en este documento, así como de los errores y omisiones en el mismo; no asumiendo legalidad alguna, ni tampoco, responsabilidad por pérdidas o daños que resultasen del uso de la información contenida en este documento.

Copyright ©2014 National Mango Board. Todos los derechos reservados. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida sin el consentimiento escrito de parte del National Mango Board, Orlando, Florida.

Revisado en marzo del 2024 por Dr. Jeffrey K. Brecht, Universidad de Florida.



# INDICE DE CONTENIDOS

Antecedentes y Propósito .....	5
Mapa del proceso de cosecha y postcosecha de las frutas frescas del mango .....	6
Cosecha .....	8
Transporte a Empacadoras .....	10
Organización de los Frutos en las Empacadoras Previa a su Empacado .....	11
Inspección Inicial de Frutos .....	12
Prácticas Generales en Empacadoras .....	12
Lavado y Pesaje de Frutos Previa al Tratamiento con Agua Caliente .....	15
Recomendaciones para el Tratamiento con Agua Caliente .....	16
Enfriamiento Posterior al Tratamiento con Agua Caliente .....	17
Prácticas en las Líneas de Empaque .....	18
Recomendaciones para el Diseño de Empaque y criterio de Etiquetado .....	20
Paletización y Preparación para su Enfriamiento/Almacenamiento/Transporte .....	22
Enfriamiento Previa al Transporte .....	23
Cuartos de Almacenamiento .....	24
Mantenimiento de Lotes de Muestras de Frutas para Control de Calidad .....	25
Transporte .....	25
Descarga de Frutos en el Centro Importador/CD; Mantenimiento en Área de Importación/CD .....	30
Inspección en el Centro Importador/CD .....	30
Clasificación de Frutos en el Área de Importación/CD .....	31
Almacenamiento en el Área de Importación/CD .....	31
Maduración del Mango .....	32
Manejo del Mango en las Áreas de Carga de los Importadores y Centros de Distribución (CD) .....	33
Transporte a las Tiendas de Ventas al Detalle o Supermercados .....	34
Descargue en Tiendas de Ventas al Detalle o Supermercados/Mantenimiento en las Áreas de .....	34
Descarga de las Tiendas de Ventas al Detalle o Supermercados .....	34
Almacenamiento en los Frigoríficos de las Tiendas de Ventas al Detalle o Supermercado .....	35
Abastecimiento, Preparación de los Anaqueles o Estanterías y Rotación .....	36
Mantenimiento de Registros .....	37
Apéndice: Procedimientos de Control de Calidad .....	39
Determinación de Madurez del Fruto de Mango .....	39
Prácticas de Desinfección de Agua .....	44
Prácticas de Manejo de la Temperatura .....	49
Medición de la Humedad Relativa, Velocidad del Aire, y Varíación de Presión en Cuartos Fríos para Almacenamiento, Tráilers (Furgones), o Contenedores Marítimos .....	52
Inspección de Tráilers (Furgones) y Contenedores Marítimos durante las Operaciones de Carga .....	54
Lista de Verificación de Carga de Contenedor Refrigerado / Tráiler (Furgón) .....	55
Diagrama de Carga de un Contenedor Refrigerado/Tráiler .....	56
Prácticas y Facilidades para la Evaluación de la Maduración del Mango .....	57
Madurez del Mango, Desórdenes e Identificación de Enfermedades .....	58
Causas y Síntomas de los Principales Defectos .....	58
Procedimiento para la Evaluación de la Calidad de los Mangos .....	63
Toma de Fotografías Digitales .....	64
Literatura Citada .....	65
Forma de Evaluación de la Calidad del Mango .....	67



## Antecedentes y Propósito

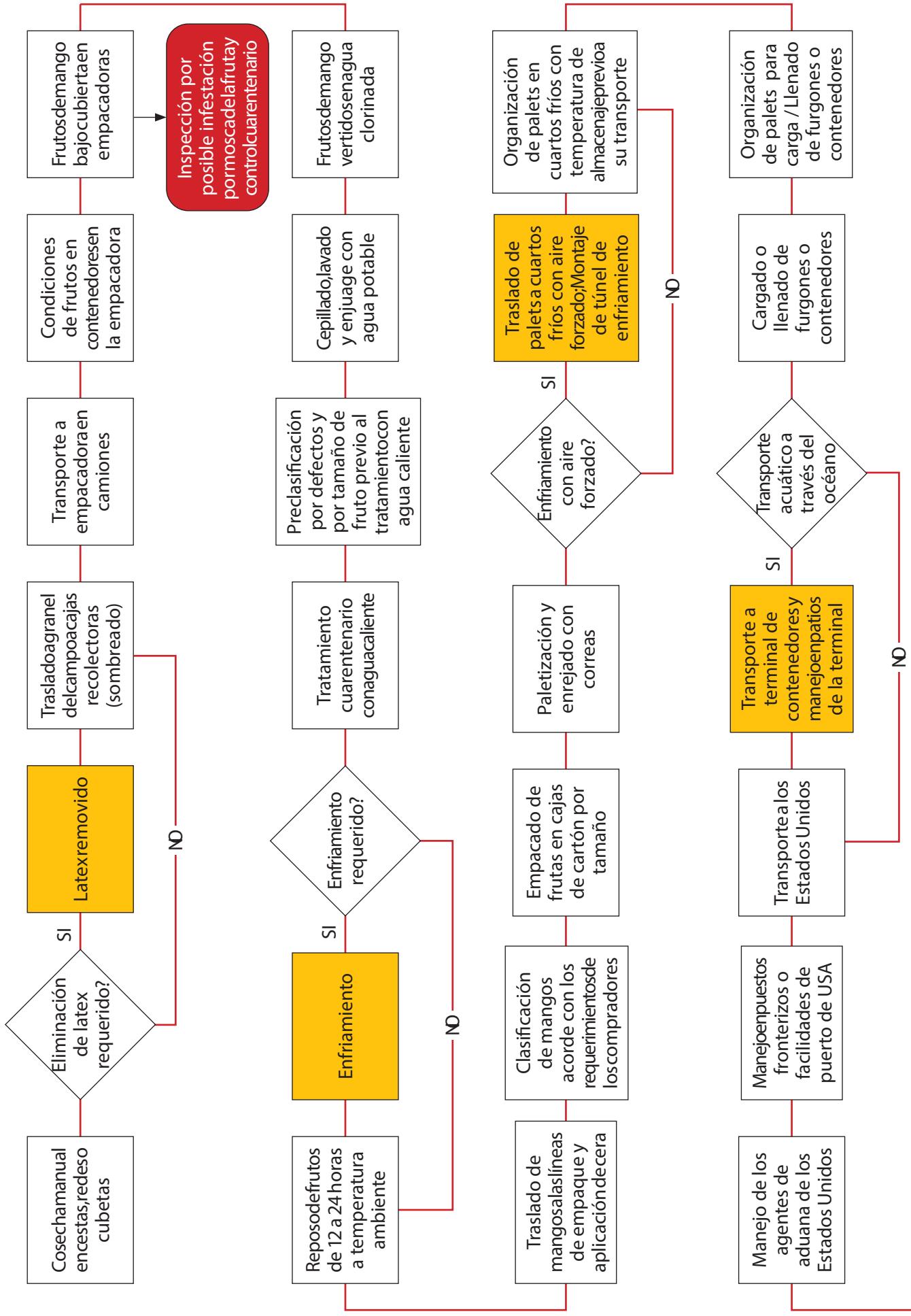
La mejora, calidad y consistencia de los frutos frescos de mangos que están disponibles para los consumidores de los Estados Unidos de Norteamérica es un importante objetivo del National Mango Board (NMB). El National Mango Board financió el proyecto: "Monitoreo y Evaluación de la Cadena de Suministro del Mango para mejorar su Calidad", el cual será denominado 'Proyecto de Calidad del Mango', y que fue conducido de diciembre 2007 a abril de 2009 para identificar los problemas que impiden el que se puedan lograr estos objetivos de manera exitosa. El producto final del Proyecto de Calidad de Mango es este Manual sobre las Mejores Prácticas para la cosecha y el manejo de los mangos comercializados en los Estados Unidos de Norteamérica. Este manual incluye los procedimientos de control de calidad a ser utilizados cuando se monitoree la madurez y calidad en las operaciones comerciales en el manejo de los mangos.

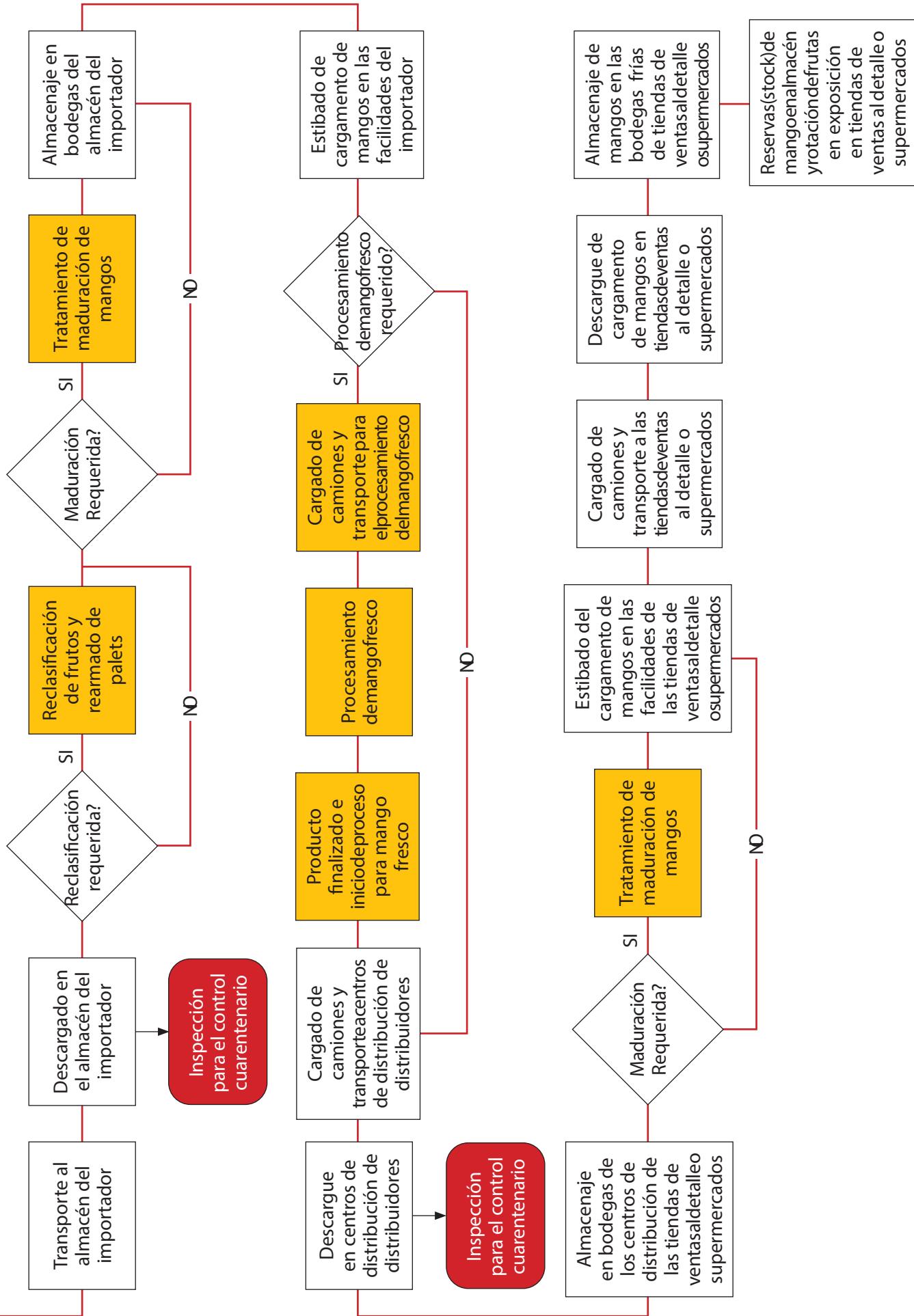
El ofrecer una sobresaliente calidad de mangos en el mercado para que los consumidores quieran comprar una y otra vez, requiere de un compromiso de producción con calidad por parte de cada uno de los productores y comercializadores involucrados en la producción y manejo del mango. El proyecto de calidad del mango ha identificado prácticas de cosecha y postcosecha que pueden ser mejoradas, como son: una mejor determinación de la correcta madurez de cosecha, adecuado manejo de la temperatura – previa al tratamiento con agua caliente, posterior al tratamiento con agua caliente, previa a la exportación y durante la misma, así como en los centros de distribución en los Estados Unidos de Norteamérica – mejora en la clasificación y en el grado de los frutos, así como en el empaque y la paletización de los mangos, al igual que un mejor manejo en la exposición de los mangos en la tiendas de ventas al detal.

El manual del NMB sobre las mejores prácticas de manejo del mango incluye instrucciones en sus apéndices para la conducción de programas de prácticas de control de calidad que incluyen métodos estándares para la determinación de: 1) la madurez a la cosecha a través de la inspección visual y contenidos de azúcares (Brix), sólidos totales y mediciones de firmeza, 2) mediciones de calidad de agua, 3) medición de la temperatura del agua y de la pulpa de fruto durante el tratamiento con agua caliente y al enfriamiento posterior al tratamiento con agua caliente, y 4) la medición de la temperatura del aire ambiental y de la pulpa de los frutos, humedad relativa durante el pre-enfriamiento y posterior almacenamiento, así mismo en las actividades de carga de furgones o de contenedores marinos, al igual que en los centros de distribución. Este Manual de Mejores Prácticas de Manejo del Mango contiene fotos a colores para ser usadas como guías para la determinación de la madurez y de los procesos de maduración, así como para la identificación de enfermedades y desórdenes de los frutos, y las formas para la evaluación de calidad del mango con instrucciones para la aplicación de métodos estándares en cuanto a la valoración de la incidencia y severidad de estos desórdenes.

Cada paso, en el manejo de los frutos frescos de mango, contribuye al despacho y entrega de frutos de buena calidad y mayor vida de anaquel para los consumidores. Por lo tanto, la atención a estos detalles es requerida en la preparación y distribución en la comercialización del mango. Este manual brinda una idea general sobre los pasos importantes involucrados en manejo y distribución, indicando los problemas más comunes y las recomendaciones sobre las mejores prácticas que aseguran la entrega de mangos con la mayor calidad posible para los consumidores.

# Mapa del proceso de cosecha y post cosecha de las frutas frescas del mango





## Cosecha

El momento para cosechar es una de las decisiones más importantes que los productores tienen que tomar para poder suministrar a los mercados, frutos de alta calidad. Los mangos cosechados antes de su óptimo de madurez probablemente madurarán, sin embargo, no desarrollarán buen aroma, ni tampoco buen sabor; mostrarán una mayor susceptibilidad a los daños por frío causados por las bajas temperaturas al momento de su transporte, y tendrán una vida de anaquel más corta de la que normalmente tienen los mangos maduros.

Basado en la experiencia colectada por la industria del mango, a continuación están las prácticas de cosecha más efectivas y populares para obtener mangos de alta calidad.

### ENTRENAMIENTO DE TRABAJADORES: PRÁCTICAS DE COSECHA Y SANIDAD

La cosecha del mango se realiza de manera estacionaria y es debido a ello que la mayoría de las fincas productoras de mango en las regiones de Latinoamérica emplean mano de obra temporal. Es un hecho que, en muchos casos, trabajadores temporales retornan año tras año a trabajar en dichas fincas. No obstante, la naturaleza temporal de las actividades de cosecha en las fincas que producen mango, requiere una atención especial cada año en lo referente a la recapacitación del personal de campo para asegurar el óptimo en cuanto a la calidad de los mangos a cosechar. El entrenamiento del personal de campo para la cosecha debe de incluir temas referentes a los indicadores de madurez de cosecha, procedimientos para la remoción del látex, buenas prácticas sanitarias, y seguridad del personal de campo.



Entrenamiento sobre cosecha a trabajadores de campo

### SELECCIÓN DE FRUTOS INCLUYENDO SU ESTADO DE MADUREZ

El estado de madurez de los mangos al momento de ser cosechados es crucial para la obtención de la calidad

óptima de madurez de fruto para su consumo. La apropiada selección de la madurez de fruto puede estar basada en varios parámetros incluyendo la forma del fruto, color de la cáscara, textura de la cáscara, firmeza de la pulpa, desarrollo del color de la pulpa, contenido de azúcares, y contenido de látex. Aunque los parámetros empleados para cada variedad de mango comercial pueden variar, todos los productores de mango comercial usan uno o más de estos parámetros como ayuda para la realización de la cosecha de mangos.



Selección de mangos para cosecha

En adición a las diferencias entre variedades, las regiones de producción, las condiciones climáticas y las prácticas agronómicas, también influirán en la expresión de los indicadores de madurez del fruto de mango. Por lo tanto, *los productores de mango deberán validar cualquier parámetro indicado con el objetivo de probar su efectividad, tomando en cuenta sus propias condiciones de producción.*

Para mayores detalles sobre cómo determinar la madurez fisiológica y el estado de madurez del fruto, ver Apéndice: "Determinación de la Madurez del Fruto de Mango".

### CORTE Y PROCEDIMIENTOS DE ACUMULACIÓN DE FRUTOS EN CAMPO

Una vez que la decisión de cosecha de mango ha sido tomada en base al índice de madurez, los trabajadores de campo que realizarán la cosecha deberán seguir las recomendaciones para el corte y algunos procedimientos para la acumulación de los frutos de mango en el campo. En operaciones comerciales, el equipo de cosecha que se usa consta de: escaleras, tijeras cortadoras, redes, y canastos para cosecha los que son comunes y al mismo tiempo ayudan a agilizar

de manera expedita la cosecha. Los cosechadores de mango deben ser instruidos a no cargar o manejar las escaleras por los travesaños o peldaños más bajos, de tal forma que se evite el traslado de suelo a los travesaños o peldaños y de estos a su vez a las manos del picador y luego al fruto.



**Corte y recolección de frutos**



**Varas con redes y cuchillas comúnmente usadas en la cosecha de frutos de mango**

Los mangos cosechados deberán de ser cubiertos para evitar su exposición a los rayos solares mientras esperan ser transportados a las instalaciones físicas de la empacadora. En la mayoría de las fincas comerciales, los mangos esperan de 30 minutos hasta unas 6 horas antes de ser transportados a la empacadora. La exposición directa a los rayos solares resulta en una mayor temperatura de frutos lo que en términos generales acelera el metabolismo y acorta la potencial vida útil del fruto.



**Colocación de mangos cosechados a la sombra**

## PROCEDIMIENTO DE REMOCIÓN DE LÁTEX

El goteo del látex desde los pedúnculos de los frutos de mango al momento de la cosecha o durante su acumulación y transporte, causa daños a la cáscara, lo cual se agrava cuando los mangos son expuestos al tratamiento con calor. Para prevenir los daños causados por el látex a la cáscara del mango, se recomienda seguir los siguientes procedimientos:

- I. Cosechar los mangos con cierta longitud de pedúnculo (5 cm o más) y acumular los frutos en el campo en cajas. El látex no goteará de los frutos que tengan una gran longitud de pedúnculo adherido.



**Mangos con pedúnculos largos**

2. Recortar los pedúnculos hasta la zona de abscisión (1 cm aproximadamente), e inmediatamente después, ubicar los frutos con el pedúnculo recortado hacia abajo de tal forma que permita el goteo del látex sin que este toque la cáscara del mango. Diferentes rejillas, como las que se muestran en la siguiente foto, han sido concebidas para mantener los frutos de mango, mientras ocurre el goteo del látex y con ello, proteger los frutos del contacto directo con el suelo.



#### **Remoción de látex en rejillas**

La duración de la remoción del látex varía de 20 minutos hasta 4 horas dependiendo del tiempo que le tome al fruto dejar de gotear el látex.

En Brasil, es una práctica común cosechar los mangos con el pedúnculo largo (longitud > 5 cm), y cuidadosamente transportar los frutos desde el campo hasta la empacadora donde el pedúnculo de los frutos es recortado.

Aproximadamente, 24 horas después de cosechados, el látex de los frutos dejará de gotear; y tampoco gotearán si los pedúnculos son recortados posteriormente. Por lo tanto, frutos cosechados con pedúnculos largos estarán seguidos por un período de espera de 12 a 24 horas en la empacadora previa al recortado del pedúnculo y el inicio del recorrido de los mangos en las líneas de empaque.

## **Transporte a Empacadoras**

En condiciones ideales, los árboles de mango que están siendo cosechados deben estar localizados a corta distancia de las empacadoras. Si el transporte de frutos requiere largas distancias, los productores deben tomar en cuenta las consideraciones siguientes para minimizar los efectos adversos en la calidad que el transporte a la empacadora podría causarle a los frutos.

## **PROTEGER LOS FRUTOS DE LOS RAYOS DIRECTOS DEL SOL**

Después de la cosecha, la exposición directa de los frutos a los rayos del sol incrementa la respiración y la pérdida de agua de los mangos, lo cual provoca la reducción de la vida postcosecha de los frutos. Los vehículos de transporte deberían estar cubiertos para proteger los frutos, ubicados en la parte superior, de la exposición directa a los rayos del sol mientras están en tránsito a la empacadora.

## **SELECCIONAR EL METODO DE TRANSPORTE QUE PERMITA VENTILACIÓN**

En adición a la protección contra los rayos del sol, es importante seleccionar un vehículo de transporte que tenga o que permita la circulación del aire mientras se están transportando los frutos de mango, especialmente cuando están esperando para su descarga en la empacadora. Se ha documentado que los tiempos de espera para el descargue de los frutos de mangos en una empacadora típica pueden estar comprendidos desde 2 horas hasta 2 días dependiendo de los volúmenes de frutas que están siendo cosechadas en todo momento.



**Transporte de mangos a la empacadora**

## **TANTO COMO SEA POSIBLE, TRANSPORTAR LOS FRUTOS DE MANGOS DURANTE LAS HORAS FRÍAS DEL DÍA**

En Perú, Brasil y Guatemala, la tendencia en las áreas de producción de mango es que los frutos son cosechados en horas de la mañana y trasladados a las empacadoras en las tardes y en las noches. El transporte durante las horas tempranas del día o de la noche, favorece el que la pulpa de los mangos se mantenga a temperaturas bajas, las que podrían preservar aun más, la calidad y la vida postcosecha de los frutos de mangos.

## PROGRAMA DE DESPACHOS DE MANGO A LA EMPACADORA

La mayoría de las empacadoras comerciales que exportan mango a los Estados Unidos de Norteamérica realizan alguna clasificación en el programa de cosecha que les permite controlar las cantidades de mangos que llegan a la línea de recepción. Cuando los volúmenes de fruta cosechada exceden la capacidad de las líneas de recepción de la empacadora, el resultado es que la espera de los mangos para descargue es mayor de lo normal. Durante su espera dentro de los vehículos de transporte, los mangos están expuestos a altas temperaturas ambientales y a una pobre ventilación.

Sin embargo, se está convirtiendo en una práctica común por parte del personal que recibe los mangos, trabajar durante las noches para favorecer el que los mangos estén a una temperatura más fresca, mientras esperan para su descarga. Trabajar de noche incrementará los costos de mano de obra en las líneas de recepción de las empacadoras, sin embargo, los beneficios en cuanto a la calidad y vida postcosecha de los mangos sobrepasará esos costos de mano de obra al disminuir las pérdidas postcosecha y aumentar las ventas.

## Organización de los Frutos en las Empacadoras Previa a su Empacado

Existen dos tipos muy distintos de empacadoras de mango cuando se refiere a la organización de los mangos previa a la recepción en las empacadoras. El sistema de organización más común involucra un área limitada para el descargue de los mangos en la empacadora donde el personal de la misma recibe los frutos. La limitada área de descargue implica que los mangos esperarán dentro del vehículo de transporte previa a su descarga. Los frutos descargados son casi inmediatamente depositados en la línea de recepción. En muchos casos, las jajas de mango vacías son simultáneamente cargadas de nuevo en el vehículo de transporte y enviadas de nuevo a las áreas de producción. Este sistema optimiza el uso del espacio en la empacadora y también aumenta la eficiencia de los recursos en la línea de recepción. El inconveniente es que los mangos tienen que esperar para ser descargados bajo adversas condiciones (altas temperaturas, pobre ventilación, y exposición directa a los rayos del sol), condiciones que ocurren al interior del vehículo de transporte.

El segundo tipo de organización de los mangos involucra una amplia área de descargue donde los frutos son descargados de los camiones e identificados claramente como lotes para ser procesados en la línea de recepción una vez que el control de calidad y las inspecciones cuarentenarias han

sido realizadas. Una amplia área de descargue permite que numerosos camiones sean descargados en un período corto de tiempo. Un área de descargue abierta permite a los mangos esperar la recepción de los mismos bajo protección contra los rayos del sol, con ventilación apropiada, y permite una mayor representatividad de muestras de mangos para propósitos tanto de cuarentena como para control de calidad.



Mangos estacionados en camiones a la espera de ser descargados en la empacadora



Mangos a la espera en el área de recepción de la empacadora

Se ha documentado que los mangos sufren de cambios composicionales muy rápidos en las horas siguientes a su cosecha. Los cambios significativos en el contenido de azúcares (Brix), firmeza de la pulpa, y el color de la cáscara y de la pulpa ocurrirán en un tiempo menor a las 24 horas después de su cosecha. Un período de espera de 24 horas previa al tratamiento con agua caliente ayuda a reducir los síntomas de daños provocados por el tratamiento con agua caliente. Esta demora, previa al tratamiento con agua caliente, puede ser muy útil para los mangos con poca madurez. El promedio del estado de madurez (esto es: desarrollo del color interno de la pulpa), puede fácilmente cambiar a un estado de completa madurez en 24 horas bajo

temperaturas ambientales típicas, y los grados de azúcar pueden incrementar hasta un 2% ó 3%, mientras la firmeza de pulpa disminuye de 2 a 5 libras-fuerza (lbf).

## Inspección Inicial de Frutos

### CUARENTENA POR INSECTOS PLAGAS

Antes de que los mangos sean descargados en la empacadora, un supervisor autorizado revisa la documentación fitosanitaria que acompaña al cargamento y, en concordancia con los protocolos cuarentenarios establecidos por el gobierno, muestrea las frutas en la búsqueda de cualquier evidencia de infestación por mosca de las frutas. Después del muestreo, los frutos son cortados consecutivamente hacia abajo y hasta la semilla. El cargamento de mango es rechazado si existe suficiente evidencia de que fueron encontradas larvas de mosca de la fruta.



Inspección para determinar insectos cuarentenados

### MADUREZ Y CALIDAD

El personal de control de calidad deberá muestrear los frutos de mango (al menos 25 frutos), por cada cargamento para evaluar la madurez del fruto y sus defectos, previa a la recepción en la empacadora. Se recomienda totalmente que los datos de control de calidad por cada cargamento sean usados como guía para el ajuste de las prácticas en la empacadora (extensivo a la clasificación por madurez y por defectos), de tal forma que asegure la calidad de maduración óptima de los mangos en las tiendas de ventas al detal o supermercados.



Inspección de control de calidad

## Prácticas Generales en Empacadoras

### ENTRENAMIENTO DE LOS TRABAJADORES: PRÁCTICAS DE MANEJO Y SANIDAD (HUMANAS E INSTALACIONES)

Las empacadoras de mango deberían realizar regularmente talleres de capacitación de sus trabajadores al comienzo de cada temporada de cosecha de mangos. Los trabajadores que realizan trabajos de inspección y manejo de mangos deben de ser entrenados y cumplir con los procedimientos de lavado de manos y sanidad. Un programa regular de entrenamiento, y reforzamiento si es necesario, conjuntamente con el monitoreo por parte de los supervisores para asegurar el cumplimiento de las normas establecidas en las empacadoras es una práctica de manejo importante ya que asegura la calidad y sanidad de los frutos de mangos.



Entrenamiento de trabajadores en la empacadora

Los trabajadores deben de entender cómo la falta de cuidados en el manejo de los frutos de mango puede causar estrés y daños a los mismos de tal manera que reduzca la calidad de las frutas durante su mercadeo. Los trabajadores deberán también entender cómo la limpieza personal, así como las de las instalaciones en la empacadora, reducen el riesgo de contaminación de las frutas, la cual puede tener consecuencias negativas tanto para su empresa o empleador, como para sus propios puestos de trabajo.



**El aseo del personal de la empacadora es de extrema importancia**

## **Control de las Prácticas Sanitarias de los Empleados**

**Sí No**

- Provee acceso a las instalaciones sanitarias: servicios higiénicos, baños, jabón, papel toalla para uso individual, y agua limpia todo el tiempo.
- Provee un lugar para que los trabajadores puedan cambiarse los delantales, batas y/o guantes, y almacenarlos fuera de los baños.
- Instruye a los trabajadores que tienen que lavarse las manos antes y después de comer, fumar, y usar los inodoros.
- Monitorea a los trabajadores para asegurar el adecuado uso de las instalaciones. Las estaciones de lavado de manos localizadas fuera de los baños pueden ayudar a los supervisores en el aseguramiento de la higiene de los empleados.
- No permite que los trabajadores enfermos o heridos manejen los frutos de mango.
- No permite que los trabajadores permanezcan sobre los frutos o en superficies que estarán en contacto con los frutos de mango.



**Limpieza y aseo de las instalaciones**

## **Lista de Chequeo de los Equipos y las Instalaciones Sanitarias de las Empacadoras**

**Sí No**

- Limpieza y desinfectado de contenedores plásticos, equipo de las líneas de empaque, unidades de refrigeración, camiones, y otros equipos antes de ser usados. Una solución clorinada de 200 ppm (partes por millón), que esté entre los 25° y 43°C (77° y 110°F), y ajustada a un pH de 7 con ácido cítrico o ácido acético deberá ser usado para la desinfección sanitaria (el agua helada reduce la efectividad del cloro; el agua caliente causa excesiva salida de gases de cloro).
- Físicamente, los mangos que han sido procesados en las líneas de empaque son separados de los mangos que no han sido procesados, escogidos, rechazados, descartados por estar afectados, con productos químicos, o cualquier otro contaminante potencial.
- Excluye los animales domésticos, roedores, pájaros, e insectos en cuartos de almacenamiento y áreas cerradas de trabajo.
- No transportar suelo, estiércol, químicos, ganado u otros animales en camiones que son usados en el acarreo de mangos a las empacadoras.

La limpieza y sanidad de los equipos en las líneas de empaque son críticas. La introducción de una sola fuente de patógenos contaminante, en cualquier punto de la empacadora, puede potencialmente infestar e inocular todas las frutas que pasan a través de la línea de empaque.

**Limpieza significa – remoción física de desechos, acumulación de bioenvolturas, y cualquier otro residuo en la línea de empaque.** Esto es hecho físicamente a mano y con detergente (como el lavado o con lavadora presurizada).

*Saneamiento implica el uso de desinfectantes como el cloro o el amoniaco para matar microbios en superficies limpias. Las condiciones de sanidad no son efectivas hasta después de que una superficie ha sido primeramente limpia.* La limpieza regular y la desinfección sanitaria reducen grandemente las oportunidades de que los patógenos se posesionen del área y comiencen a contaminar la fruta.

Muchos pasos pueden fácilmente ser pasados por alto durante la limpieza. He aquí, algunos puntos clave que deben ser tomados muy en cuenta:

- Remover la acumulación de desechos en todas las superficies y áreas.
- Limpiar todas las superficies y áreas en las que tanto los mangos como los trabajadores pueden estar en contacto, incluyendo bancos/tableros, desagües, paredes, bobinas de refrigeración, techos, etc., como corresponde.
- Limpiar usando el método de arriba hacia abajo para evitar que vuelva la suciedad a las superficies o áreas limpiadas.
- Nunca poner de regreso o nuevamente a la línea de empaque, las frutas que han caído al suelo.
- Tener depósitos de basura disponibles para ser usados por los empleados, y regularmente vaciarlos y limpiarlos.
- Todos los equipos deben ser limpiados y almacenados adecuadamente después de finalizado el día de trabajo.

## MANEJO DEL AGUA: CALIDAD Y DESINFECCIÓN DEL AGUA

Toda el agua que es usada en las empacadoras debe ser limpia y potable (segura para tomar). El agua vertida en los tanques, al igual que en los tanques para el tratamiento cuarentenario con agua caliente, y en los hidroenfriadores debe ser reemplazada con agua fresca y limpia de manera continua, preferiblemente a diario, para minimizar la acumulación de suciedades, látex de los frutos, basura, y productos químicos agrícolas provenientes del campo. Los patógenos de las plantas también se acumulan, primeramente en los tanques donde se vierte el agua, a través del trabajo diario en el empaque. Por lo tanto, los tanques donde se vierte el agua deben ser desinfectados para minimizar la posibilidad de una contaminación cruzada de frutos vía infiltración de agua con microorganismos patogénicos dentro de heridas, cortes y pinchazos. Los mangos deben permaner inmersos en el tanque con agua por no menos de 30 segundos, para minimizar así, la infiltración de patógenos dentro de los frutos.



**Monitoreo de la calidad sanitaria del agua de la empacadora**

El tratamiento con agua caliente reduce el número de microorganismos viables en la superficie de los frutos de mango, desde que ha sido documentado que este procedimiento reduce significativamente la incidencia de la pudrición por antracnosis. Por lo tanto, deben tomarse precauciones para no contrarrestar este beneficio del tratamiento con agua caliente permitiendo la recontaminación de los mangos que ocurre durante los subsiguientes pasos en el manejo. Sin embargo, el tratamiento con agua caliente no es un paso para matar patógenos y que resulta en la desinfección de los mangos.

Ver las “Prácticas de Desinfección de Agua” en el Apéndice para recomendaciones específicas.

## MANEJO DE LA TEMPERATURA

El manejo de la temperatura juega un papel crítico en la calidad de los mangos que son despachados hacia los consumidores. Evitando altas temperaturas y reduciendo rápidamente las mismas al óptimo de temperatura para el transporte, se reduce la tasa de cambios fisiológicos y bioquímicos que ocurren en los mangos después de su cosecha, se minimizan las pérdidas de agua del fruto, y se disminuye el crecimiento de los microorganismos que causan la descomposición de los frutos (tales como la antracnosis y la pudrición del pedúnculo). Las temperaturas bajas también reducen el potencial de proliferación de patógenos humanos, si ocurre una contaminación de frutos.

Sin embargo, existe un límite a las temperaturas bajas que el mango puede tolerar debido a su susceptibilidad a los daños por frío, un desorden que resulta en la pérdida del sabor, manchas en la superficie de la cáscara (obscurecimiento de las lenticelas, escaldaduras, y manchado tipo picaduras), así como la inhibición de la maduración. La más baja y segura temperatura a la que pueden ser expuestos los mangos verdes maduros por largo tiempo (2 semanas o más), es de 12°C (54°F); los frutos inmaduros pueden ser dañados aun a

temperaturas por encima de los 12°C. Tan pronto como los mangos maduran, son capaces de tolerar progresivamente temperaturas de almacenamiento más bajas, sin embargo, los efectos exactos de la temperatura, la variedad y el estado de madurez en el desarrollo de daños por frío, especialmente los relacionados a la pérdida de sabor, aun no están claros. La mejor práctica a seguir en la mayoría de los casos es la de ser conservador y evitar las temperaturas por debajo de los 12°C. La excepción es cuando los mangos están siendo enfriados con aire forzado o cuando los mangos con temperatura de pulpa superior a los 12°C son almacenados temporalmente en la empacadora antes de ser transportados, en cuyos casos, una temperatura del aire de 10°C (50°F) puede ser usada (ver las secciones en "Enfriamiento previa al envío a los cuartos de almacenamiento").

La maduración del mango puede ocurrir a temperaturas comprendidas entre los 15.5 y los 30°C (60 y 86°F), pero las mejores temperaturas para la maduración de mangos son de los 20 a los 22°C (68 a 72°F), para lograr la mayor combinación de color, textura y sabor.

Ver "Prácticas de Manejo de Temperatura" en Apéndice para específicas recomendaciones.

## Lavado y Pesaje de Frutos Previos al Tratamiento con Agua Caliente

Una vez que han llegado a la empacadora, los mangos deben ser procesados tan pronto como sea posible, a menos que estén siendo retenidos para evitar problemas potenciales de daños por látex o por el agua caliente. Si el retraso ocurre, los camiones deberán ser mantenidos a la sombra, previo al descargue. Los frutos expuestos al sol por una hora pueden estar a 14°C (25°F) más calientes que los que se han mantenido en la sombra y que pueden haber comenzado a mostrar manchas de quemaduras por el sol. También, la temperatura de la pulpa puede estar mas allá de los 30°C (86°F) por períodos extensos después de la cosecha, los cuales pueden causar una pobre maduración y un pobre sabor.

Los mangos normalmente son transferidos a un sistema de tubos o aforadores de agua (tanque de descarga), al momento de la recepción para luego ser transferidos de manera suave a la línea de medición de tamaño de frutos. Esta transferencia puede ser hecha manualmente o automáticamente, siempre y cuando, el tiempo requerido para la transferencia es el que la fruta necesita para que pase regularmente a lo largo del tubo o aforador de agua de tal forma que el fruto vertido en el tanque no impacte el agua solamente, ni otros frutos de mango que están en el tanque. Cuando los mangos son retirados del tanque de descarga, es aconsejable usar rociadores y operaciones de cepillado en el tanque para

remover suelo, látex y otros materiales que puedan adherirse a los frutos de mango. Esto, de momento, mantiene el agua para el tratamiento con agua caliente limpia, extendiendo la duración entre cambios de agua requeridos.



**Lavado inicial de frutas usando un tanque de inmersión (foto superior), esprayado (foto intermedia), y mangos en banda de cepillado de frutos (foto inferior)**

La clasificación de los mangos para el tratamiento con agua caliente puede ser lograda manualmente o automáticamente por peso o por tamaño. Si las dimensiones de tamaño son usadas, los pesos de los frutos deben ser chequeados frecuentemente para asegurar que la clasificación por peso de frutos se logre adecuadamente. Los empacadores deben

seguir el protocolo del USDA-APHIS correspondiente, con respecto a las categorías y la exactitud de los tamaños y/o pesos previa al tratamiento con agua caliente especificado por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos y el Servicio de Salud e Inspección de Animales y Plantas (USDA-APHIS PPQ, 2016).



**Clasificación de frutos por peso (foto superior) y por tamaño (foto inferior)**

## Recomendaciones para el Tratamiento con Agua Caliente

El tratamiento con agua caliente de mangos para fines de seguridad cuarentenaria debe ser conducido en estricto cumplimiento con los protocolos de tratamiento indicados por el USDA-APHIS (USDA-APHIS, 2016). El USDA-APHIS requiere que el tratamiento con agua caliente sea a una temperatura de agua de 46.1°C (115°F), para el control de la mosca de la fruta, pero la longitud del tiempo de inmersión varía en lo general con la forma y el peso del fruto como se muestra en el cuadro siguiente. Todos los frutos deben de ser clasificados por peso/tamaño previo al tratamiento con agua caliente para asegurar el control de la mosca de la fruta y reducir los daños a los frutos de mango.

Una serie de medidas se puede tomar para mejorar el proceso de tratamiento de agua caliente y por lo tanto, mejorar la calidad de la fruta del mango en el mercado de los Estados Unidos.

- Asegurarse de que las frutas de mango estén maduras (es decir, no en la etapa I), antes del tratamiento dado que las frutas inmaduras son más susceptibles a sufrir daños debido al agua caliente (Ver “Determinación de Madurez de la Fruta de Mango” en el Apéndice para mayor información sobre los estados madurez de fruta).
- Evitar el contacto del látex con las superficies de las frutas durante la cosecha, ya que el látex puede dañar la cáscara del mango al ser agravado por el agua caliente.
- Utilizar solamente agua potable en los tanques de tratamiento o desinfectar el agua antes de que el agua sea calentada por primera vez.
- Mejorar el control de temperaratura en los tanques de agua caliente, cuando sea necesario, para que el tratamiento se efectúe a la temperatura mínima permitida. Incluso, 0.5 °C (1 °F) por encima de la temperatura, puede hacer una diferencia en la tolerancia de la fruta.



**Tanque de tratamiento con agua caliente**

## Protocolos para el Tratamiento con Agua Caliente del USDA-APHIS

Forma del fruto de mango	Peso del fruto (gramos)	Tiempo requerido para el tratamiento (minutos)
Redondeado <sup>1</sup>	≤ 500	75
	501-700	90
	701-900	110 <sup>3</sup>
Plano	≤ 375	65
	376-570	75

<sup>1</sup>Variedades redondas: 'Tommy Atkins', 'Kent', 'Haden', 'Keitt'

<sup>2</sup>Variedades planas: 'Frances', 'Honey', 'Manila'

<sup>3</sup>Aprobado solamente para México y Centroamérica

# Enfriamiento Posterior al Tratamiento con Agua Caliente EL HIDROENFRIADO DESPUÉS DEL TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE

El hidroenfriado del mango después del tratamiento con agua caliente reduce la temperatura de la pulpa mucho más rápido que mantener los frutos expuestos al aire, y puede reducir los daños por el agua caliente.

El hidroenfriado esta aprobado por el USDA APHIS inmediatamente después del tratamiento con agua caliente si 10 minutos se suman al tiempo de tratamiento; alternativamente, los frutos pueden ser hidroenfriados después de esperar un período de al menos 30 minutos a temperatura ambiente sin ningún cambio en el tiempo de tratamiento con agua caliente (USDA-APHIS-PPQ, 2016). APHIS requiere que el agua del hidroenfriado no sea más fría que los 21.1°C (70°F).



Tratamiento postcosecha de enfriamiento de frutos

## DESINFECCIÓN DEL AGUA DE LOS TANQUES DE HIDROENFRIADO

El agua de los tanques de hidroenfriado debe estar debidamente desinfectada con cloro o cualquier otro producto aprobado para su desinfección para así prevenir la pudrición o la posible proliferación de patógenos humanos tales como la *Salmonella enterica*. Cuando los frutos tratados con agua caliente están colocados dentro del hidroenfriado, el agua helada puede ser absorbida por el fruto, internándose cualquier contaminante que esté presente en el agua.

Se pueden dar los siguientes pasos para mejorar el proceso de tratamiento con agua caliente y seguir con el proceso de hidroenfriado, con el objetivo de mejorar en lo general, la calidad de la fruta de mango en el mercado norteamericano.

- Las frutas de mango deben ser siempre hidroenfriadas inmediatamente después del tratamiento con agua caliente (después de agregar, 10 minutos adicionales, al protocolo de agua caliente). La espera de 30 minutos, siguiendo el protocolo de tratamiento con agua caliente, es otra opción, pero la misma no es tan buena para la calidad del fruto como el hidroenfriamiento inmediato.
- Mantener el agua hidroenfriada a 21–22°C (70–72°F) durante el hidroenfriamiento teniendo un enfriador con suficiente capacidad de enfriado, el cual cuenta con un condensador para remover el calor de los frutos de mango dependiendo del volumen de frutas a ser enfriadas.



Medición de la temperatura del agua en el hidroenfriador

- El tiempo que los mangos deben estar en el hidroenfriado debe ser lo suficientemente largo para que la temperatura de la pulpa del mango alcance una temperatura de 27 a 29°C (80 a 85°F), la cual corresponde a ¾-enfriamiento de 46°C usando una temperatura del agua de 21 a 22°C (el tiempo de enfriamiento depende del tamaño de los frutos, pero esto es probable que requiera unos 30 minutos ó mas). Al proporcionar una mayor circulación de agua en el tanque de hidroenfriado aumenta la velocidad del proceso de enfriamiento.



Medición de la temperatura de la pulpa de mango seguido al tratamiento de enfriamiento de frutos con agua helada

- Mantener los niveles de desinfección y sanidad del agua de los hidroenfriadores de forma constante de tal forma que los niveles efectivos de cloro libre sea de 50 a 100 ppm, y ajustar el pH del agua a 7. Un sistema de desinfección automatizado que monitoree el nivel potencial de oxidación-reducción (ORP) brindaría resultados mucho más consistentes. Deje enfriar el agua a la temperatura deseada, añada cloro a 100 ppm (cloro libre) y mantenga la solución a un pH de 7.0 con base en las pruebas y ensayos de pH DPD (diamina dietil-p-fenileno), respectivamente. A continuación, iniciar las mediciones de ORP. Una vez que la lectura de ORP se ha estabilizado (aprox. 5 minutos), usar esta lectura como punto de ajuste. Al sistema hay que agregarle una solución amortiguadora (ácido base), para que el producto de cloro se mantenga justo en el punto requerido. **Los operadores deben comprobar tanto el cloro libre como el pH del agua cada 1 ó 2 horas durante el proceso de operación, verificando que el sensor de redox esté funcionando correctamente y que el agua no se torne sucia.**
- Si es necesario o se desea mantener los frutos de 12 a 24 horas después del enfriamiento y antes del empacado, trasladar las jajas o cestas de frutas del campo a un cuarto frío a una temperatura de 10 a 15°C (50 a 59°F).
- Si el cuarto frío no está disponible, y los mangos serán mantenidos en condiciones de temperatura ambiente hasta su empaque; las jajas o cestas plásticas conteniendo los frutos de mango provenientes del campo en contenedores deben tener al menos 20 cm (8 pulgadas) de espacio entre las pilas de jajas y el área debe de ser ventilada. Deberían usarse abanicos de aspas (de techo) u otros medios que reduzcan la temperatura alrededor de la fruta. Note que, al mantener los frutos de mango en condiciones de temperatura ambiente, se comprometerá la calidad de los frutos.

## PRÁCTICAS ENTRE EL TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE Y EL EMPACADO

Las prácticas en el manejo de la temperatura entre el tratamiento con agua caliente y el empaque dependerá de si los mangos fueron enfriados con agua o no.

- Los mangos enfriados con hidroenfriado deben ser empacados tan pronto como sea posible después del tratamiento con agua caliente y posterior enfriamiento para minimizar el recalentamiento de la fruta.



Jajas de campo conteniendo mangos después del tratamiento con agua caliente

## Prácticas en las Líneas de Empaque

Los daños mecánicos aceleran el deterioro y la maduración del mango, así mismo, proveen sitios de infección que causa la pudrición por microorganismos. Por lo tanto, los mangos deben ser manejados cuidadosamente durante las operaciones en la empacadora para minimizar los ablandamientos, cortes, pinchazos, y abrasiones. Las operaciones de clasificación y selección en las empacadoras son también aspectos críticos; los trabajadores deben ser entrenados a profundidad y supervisados para asegurar la remoción de mangos dañados, los cuales posteriormente pueden desarrollar pudriciones durante el transporte, manchado o deformaciones de los frutos de mango que no serán aceptados en el mercado.

## EL VERTIDO DE LOS FRUTOS DE MANGO EN LAS LÍNEAS DE EMPAQUES

El descargue de las frutas dentro de la línea de empaque puede ser logrado de forma manual durante el volteado de las cajas traídas del campo o a través de un sistema automatizado que inclina y voltea las cajas de mango. En cualquier de los casos, la primera consideración es el suave traslado de los frutos de mango para no causarle daños a las frutas. Una caída no mayor a los 30 cm (12 pulgadas) es aceptable.

La segunda consideración es la de regular la tasa de descargue, de tal forma que el transportador de la línea de empaque esté completamente cubierto por una simple capa de frutas. Esto reduce el daño potencial de los frutos evitando el impacto entre frutos y el impacto de los frutos con los componentes de las líneas de empaque.



**Descarga de frutos de mango en la línea de empaque: manual (foto superior) y automática (foto inferior)**



**Línea de frutos de mango circulando en la banda de transporte de la empacadora**

## **CLASIFICACIÓN DE LOS FRUTOS Y REMOCIÓN DE FRUTOS CON HERIDAS O DAÑOS**

La clasificación de los frutos en la empacadora se realiza para remover los frutos que no son aptos para su comercialización. Esto elimina la pérdida de tiempo, dinero y energía que acompaña el transporte de frutos no comercializables a los Estados Unidos que en la mayoría de

los casos son removidos de las cajas de cartón de los palets y descartados.



### **Clasificación de frutos**

Frutos con los siguientes defectos deberían ser removidos previas al encerado y empaque:

- Heridas físicas tales como cortes, raspaduras, contusiones o golpes, favorecen el desarrollo del marchitamiento y pudrición del fruto.
- Cualquier evidencia de pudrición o incipiente pudrición.
- Frutos deformes y achataados (frutos inmaduros); también, frutos con colores pálidos (claros), los cuales son susceptibles a severos desórdenes fisiológicos.
- Frutos con daños en lenticelas, escaldaduras en la cáscara o áreas colapsadas, las cuales son síntomas de daños por agua caliente.

Un período de descanso seguido al tratamiento con agua caliente es recomendado, si existe la probabilidad de que ocurra daño por calentamiento. Esto mejora las chances de identificar los frutos afectados durante la clasificación en la línea de empaque (ver las “Recomendaciones para el Tratamiento con Agua Caliente” indicado anteriormente).



**Entradas de mangos al tratamiento de encerado de frutos**

## ENCERADO DE FRUTOS

El encerado del fruto de mango, que se realiza usualmente con formulaciones a base de Carnuba, mejora su apariencia a través del incremento del brillo natural y reduce la pérdida de agua de los frutos, la cual es la causa de la apariencia opaca de los mangos. El cepillado durante la aplicación de cera ayuda a obtener una distribución uniforme en los frutos. Si se usa el método de rociado para la aplicación de la cera, se debe tener cuidado para prevenir la inhalación de gases por parte de los trabajadores que la están aplicando. La cera debe de ser aplicada acorde con las instrucciones de la etiqueta del fabricante. Una fuerte y completa aplicación de cera puede dañar los mangos, especialmente los frutos inmaduros, los cuales son susceptibles a daños en las lenticelas y cáscara los cuales se desarrollan después de un período de almacenaje en cuarto frío y a través del transporte. Los recubrimientos solubles al agua deberían ser evitados porque podrían disolverse durante el manejo postcosecha si ocurriese una condensación en la superficie de los frutos, como cuando los frutos fríos son transferidos a temperaturas calientes.



Mango sin cera (izquierda) y con cera (derecha)

## EL TAMAÑO DE LOS FRUTOS

La clasificación manual del tamaño de los frutos de mangos que se realiza de acuerdo al número de fruto del mismo tamaño y que llenan una caja de cartón estándar es aceptable. Medidores mecánicos y electrónicos que usan las dimensiones o peso de los frutos para clasificarlos por tamaño también están disponibles y pueden incrementar la velocidad de la línea de empaque.

## EL LLENADO DE LA CAJA DE CARTÓN

Es importante entrenar a los trabajadores de las líneas de empaque para que realicen el empaque en cajas de cartón sin dañar las frutas. Mientras las cajas de cartón de mangos deben de ser bien empacadas con el objetivo de inmovilizar los frutos y evitar el movimiento de los mismos durante el tránsito, evitando los daños por vibración (abrasión de la superficie), los frutos no deberían ser forzados a colocarse en las cajas a través de golpes, etc. Se debe tener el cuidado de evitar el colocar frutos en cajas de cartón de tal manera

que ellos sobresalgan por encima de la caja, dado que esto provocara ablandamiento, moretones o compresión de frutos en las cajas cuando son apiladas y amarradas en los palets.



Clasificación automática por tamaño de fruto de mango en la línea de empaque



Clasificación por tamaño manual y llenado de cajas de cartón de mango

## Recomendaciones para el Diseño de Empaque y criterio de Etiquetado

El empaque de mangos primeramente sirve para proteger los frutos de daños debido a cortes, compresión, vibración y golpes. El empaque también puede, ya sea facilitar o interferir con el buen manejo de la temperatura. Otra función importante del empacado es la identificación, la publicidad del producto y la compañía que vende los mangos.

*Las recomendaciones para el empaque de los mangos son las siguientes:*

- Los mangos deben de ser colocados en una simple capa de frutas dentro de una caja de cartón con o sin tapas, y que

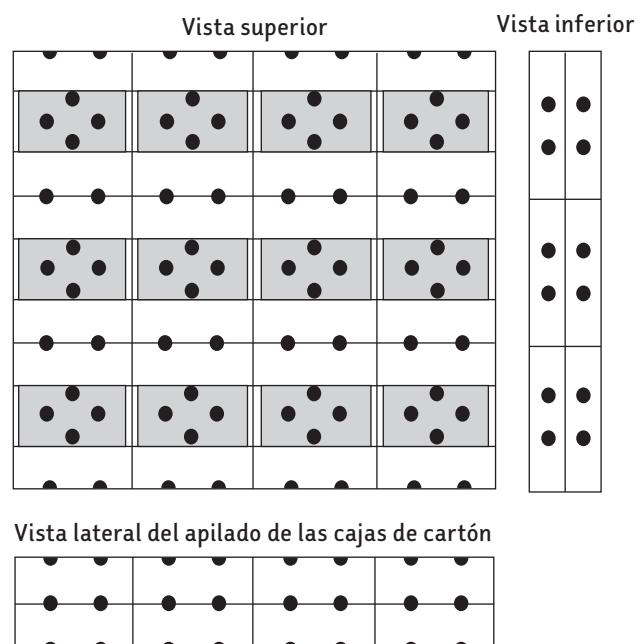
tenga unas dimensiones base que resulten en un 100% de cobertura del área de superficie estándar de 100 cm x 120 cm (40 x 48 pulgadas), que son los palets corrientemente usados en los Estados Unidos de Norteamérica.

- La construcción de las cajas de cartón deben ser lo suficientemente fuerte para soportar fuerzas que ocurren durante la distribución.

- › Las cajas de cartón para el transporte de mangos a través de distancias cortas vía furgones pueden ser construidas de una sola capa o pared.
- › Las cajas de cartón para el transporte de mangos a través de largas distancia por vía marítima requieren ser construidas con capas o paredes dobles.
- › El reforzamiento de las esquinas provee esencialmente una mayor fuerza en los palets con menos costos que el incrementar el peso de la fibra de toda la caja de cartón.
- Las condiciones de humedad cíclica causa la delaminación de la cola (pegamento) entre los revestimientos de las fibras corrugadas al interior del empaque. Las cajas de cartón con fibras corrugadas deben de ser protegidas especialmente contra el contacto directo con el agua y la condensación de la misma (sudoración), lo cual debilita severamente las mismas.
- Los orificios de ventilación colocados apropiadamente en las cajas de cartón y su orientación al momento de su almacenaje, debe de ser de tal forma que permita el flujo de aire durante el enfriamiento, el transporte y almacenamiento sin comprometer la resistencia de las cajas de cartón.

- › Una caja de cartón con orificios de ventilación que cubre aproximadamente 5% de cada cara ventilada, permite el adecuado intercambio de calor para una mayor eficiencia en el manejo de la temperatura.
- › Las cajas de cartón con mangos transportados por vía marítima deben ser ventilados tanto en la parte superior como en la inferior para facilitar el flujo de aire de arriba hacia abajo una vez que los containers marinos han sido despachados.
- › Todas las cajas de cartón para mangos requieren paredes con ventilación a los lados para acomodar el flujo de aire de manera horizontal durante el enfriamiento de aire forzado que fluye en la parte superior de los furgones.
- › Los agujeros para ventilación ubicados a lo largo del fondo de la caja y en la parte superior de los lados, pueden acomodarse a ambos sistemas de ventilación como son el de la parte superior y de la parte inferior (ver figura en la página siguiente). Los orificios de ventilación no deben estar localizados cerca de las esquinas verticales de la caja de cartón porque la debilitan.

- El etiquetado en las cajas de cartón de mangos debe proveer la siguiente información:
  - › Identidad del producto (nombre del producto y de la variedad de mango).
  - › Cantidad contenida (cantidad y peso neto).
  - › Fuente (país de origen, productor, empacador, transportador/exportador; código de rastreo o envío).
  - › Tratamientos especiales (encerado, etc.; numero de tratamiento con agua caliente certificado por el USDA-APHIS).
  - › Parte responsable y contacto en los Estados Unidos con información del producto.
- Almacenar las cajas de cartón en un lugar limpio y con aire acondicionado. Ensamblar las cajas de cartón tan pronto como vayan a ser usadas. No almacenar cajas de cartón ensambladas porque pueden ser contaminadas por insectos o animales plagas.



**Vista de los lados superior, lateral, e inferior de un prototipo** estándar de caja de cartón para mangos en un palet con medidas de 40 x 48 pulgadas, el cual ilustra los enfoques que podrían adoptarse para alcanzar las características que se describen en este manual. Esta caja tiene una capacidad de 4.5 kg, de doble capa, diseño parcial con tapa, con dimensiones de base para la cobertura del 100% de la superficie estándar de los palets, con por lo menos, el 5% de la superficie de ventilación en todas las superficies y los orificios de ventilación dispuestos de tal forma que faciliten el flujo de aire tanto horizontal, como es el caso del enfriamiento forzado y el transporte de camiones (tráilers), así como el flujo vertical para el transporte marítimo. Los lados superior y lateral muestran como la parte superior e inferior de los orificios de ventilación coinciden cuando las cajas de cartón son colocadas en el palet.

# Paletización y Preparación para su Enfriamiento/Almacenamiento/Transporte

La paletización facilita el manejo eficiente y reduce los daños físicos a los mangos a través de la reducción del manejo de las cajas de cartón de forma individual. Usar palets de buena calidad, estándar, reparables y de cuatro formas de entradas con las siguientes medidas 40 x 48 pulgadas (100 x 120 cm).

**\*Nota:** La queja más común de parte de los vendedores de mangos al detal es el uso de palets proporcionados por la industria del mango que son baratos pero que sufren fallas al momento de su manejo.

- Las tablas de la paleta no deben de bloquear los agujeros para la aireación de las cajas de cartón.
- El diseño de la paleta debe de facilitar el flujo del aire acondicionado a través y alrededor de las cajas de cartón para permitir el flujo del aire vertical (es decir: de abajo hacia arriba) en los containers refrigerados y despachados vía marítima, y el flujo del aire horizontal (es decir: de atrás hacia el frente), en los tráilers de los furgones para mantener una temperatura constante durante su tránsito.
- Examinar las cajas de cartón y no apilar o amarrar cajas que están dañadas, construidas de manera incorrecta, o que permiten que los frutos de mangos sobresalgan sobre la cara superior de la caja de cartón.
- Cuando las cajas de cartón son apiladas y amarradas dentro de los palets, se tiene que estar seguro que la primera capa de cajas de cartón esta ubicada completamente dentro de los lados exteriores de la paleta. Si las cajas de cartón tienen salientes en la paleta, la falla de las mismas es inminente. Fallas en el estibado inferior de las cajas de cartón en la paleta puede resultar en una inclinación del palet o provocar el colapso completo del mismo.
- Un apilado y amarrado correcto de las cajas de mango en el palet debe de ser registrado de tal forma que las esquinas de todas las cajas de cartón deben de estar alineadas en una columna correctamente, de otro modo, la fuerza del amarrado de las cajas de cartón será comprometedora y el palet puede inclinarse de tal forma que puede resultar en el colapso completo del palet.
- Previo al amarrado de las cajas de cartón en el palet, podrían ser colocadas unas gotas de pegamento en las cajas de cartón para estabilizarlas cuando se están apilando y amarrando.
- El reforzamiento de las esquinas y el sujetado de los palets debería de ser usado para estabilizar y asegurar los palets y darles suficiente fuerza para asegurar la integridad de los mismos durante la rudeza y las condiciones extremas con las que probablemente se encontrarán durante el transporte. La tensión del sujetado debería de ser

suficiente para mantener el reforzamiento de las esquinas y las cajas de cartón en su lugar, pero no tan apretado para que sea capaz de afectar las esquinas de las cajas de cartón lo que causaría la falla de las cajas de cartón, reduciendo la fuerza del apilado y amarrado, provocando la inclinación y el colapso del palet.

- Una vez construidos los palets (apilado, amarrado, reforzadas las esquinas y sujetado), se deben trasladar a un área refrigerada tan pronto como sea posible.



Vista de una esquina de un palet con cuatro lados de entrada, cajas de cartón alineadas de abajo hacia arriba y con lados que se corresponden, esquinas ajustadas y reforzadas, así como un tablón alojado entre las capas de cajas de cartón para mantener una correcta orientación en cuanto al apilado en el palet.



Ajuste y reforzado de esquinas aplicados a un palet contenido cajas de cartón de mangos en su paletizado

## Enfriamiento Previo al Transporte

Los mangos empacados y paletizados deben ser enfriados tan rápido como sea posible a la temperatura de transporte y almacenaje apropiada (12°C o 54°F para mangos verde maduros). La baja en la temperatura retardará el metabolismo de la fruta (incluyendo la maduración), reducirá las pérdidas de agua, y retardará el inicio y la diseminación del proceso de descomposición de la fruta. *Dado que los mangos verdes maduros son susceptibles a los daños por frío a temperaturas inferiores a los 12°C (con una mayor severidad determinada por el tiempo y la exposición), no deberían ser enfriados más allá de esta temperatura (12°C).*

### CUARTO DE ENFRIAMIENTO

Un enfriamiento rápido requiere un buen contacto entre el aire refrigerado en el ambiente postcosecha y el producto empacado. La transferencia de calor en el cuarto de enfriamiento se logra mediante el aire frío y refrigerado que entra en contacto con las superficies expuestas del pallet, y con el calor del interior de la plataforma que se transfiere lentamente por conducción a la superficie. De esta forma, el cuarto de enfriamiento es un método de enfriamiento relativamente lento que típicamente requiere de 24 a 48 horas para enfriar los mangos paletizados.



Cuarto frío

### ENFRIAMIENTO CON AIRE FORZADO

Es recomendable que los mangos sean enfriados con aire forzado para remover el calor de los frutos tan rápido como sea posible. El enfriamiento con aire forzado o 'presurizado' mejora la transferencia del calor comparado con el cuarto de enfriamiento dado que se crea un diferencial de presión de un lado del palet al lado opuesto donde se extrae el aire helado, de tal manera que el aire refrigerado entra a través de los orificios para ventilación que tienen las cajas de cartón y pasa directamente por los frutos de mango dentro del palet. Los sistemas de enfriamiento con aire forzado están propiamente diseñados y son capaces de reducir la

temperatura de la pulpa de mango desde 30-40°C (86-104°F) hasta temperaturas de 12 a 15°C (54 a 59°F), en un período de 2 a 4 horas.



Conductos y túneles de enfriamiento con aire forzado

### HIDROENFRIAMIENTO

El hidroenfriamiento involucra la inmersión o baño torrencial con agua helada para remover el calor de los frutos de mango. Aunque el equipo para el hidroenfriamiento enfriá más rápido que el enfriamiento con aire forzado, no es típicamente usado para enfriar mangos, previo a su transporte, debido a los riesgos en el manejo logístico y la desinfección de los frutos.



Hidroenfriamiento de mangos por inmersión en agua helada.

Los equipos de enfriamiento presentan varios riesgos de logística. El manejo de la sanidad del agua es crítico para evitar la transferencia de patógenos que puedan causar la pudrición entre los frutos de mango. El sistema de hidroenfriamiento debe ser usado antes del empaque, en cuyo caso, los frutos deberán estar completamente secos previa al empaque, o los frutos de mango a ser enfriados con agua helada deberán ser empacados en cajas de cartón resistentes al agua para el transporte.

Las indicaciones para cuartos fríos y diseño de un sistema de enfriamiento con aire forzado se pueden encontrar en la publicación, "Enfriamiento Comercial de Frutas, Vegetales y Flores", disponible en el sitio WEB siguiente y publicado por el Centro de información e Investigación en Tecnología Postcosecha ([http://postharvest.ucdavis.edu/Pubs/pub\\_list.shtml#cooling](http://postharvest.ucdavis.edu/Pubs/pub_list.shtml#cooling)).

Tanto para el sistema del cuarto de enfriamiento como para el sistema de enfriamiento con aire forzado, es recomendable que la temperatura del aire en el cuarto sea mantenida a 10°C (50°F). En ambos casos, *lo que se pretende es que los mangos sean expuestos a una temperatura del aire de 10°C solamente y de forma temporal*. La temperatura de la pulpa de los mangos no se debe permitir que disminuya más allá de la temperatura de seguridad como son los 12°C.

Una vez que se hayan alcanzado los ¾ ó ⅞ de refrigeración a través del enfriamiento con aire forzado, los mangos deberían ser transferidos fuera del enfriador con aire forzado, a un cuarto de almacenamiento a 10°C para completar el enfriamiento de los frutos de mango.

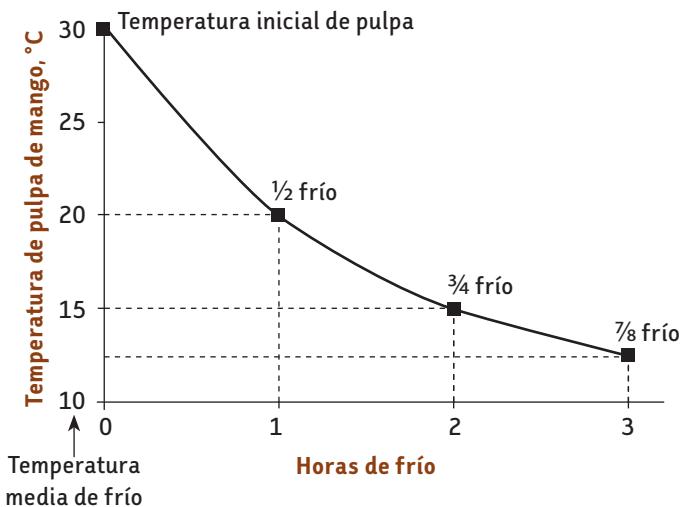
- Los mangos que están en los cuartos fríos o sean transferidos del sistema de enfriamiento con aire forzado deberían ser preferiblemente cargados en vehículos de transporte solamente cuando la pulpa de las frutas alcance temperatura de los 12°C.

El concepto de ¾ o ⅞ de *enfriamiento* relaciona el tiempo que le toma al sistema de enfriamiento para remover la cantidad de calor suficiente para reducir la diferencia entre la temperatura media de frío y la temperatura inicial de la pulpa en un 75% ó un 87.5%. Ejemplo, usando aire a una temperatura de 10°C para reducir la temperatura de los mangos de 30°C (por ejemplo, mangos que están una temperatura de 20°C más caliente que la temperatura media de enfriamiento) a una temperatura entre los 15°C (por ejemplo, 15°C frío igual a ¾ frío) ó los 12.5°C (por ejemplo, 17.5°C frío igual a ⅞ frío).

*\*Nota: el enfriamiento con aire forzado reduce las pérdidas de agua comparado con el cuarto frío a través del enfriamiento de la superficie de los frutos de una forma extremadamente*

*rápida, lo cual reduce el gradiente de vapor a través de la cáscara de las frutas, disminuyendo así la salida de agua fuera de la fruta.*

- Los problemas de la excesiva pérdida de agua encontrados con el sistema de enfriamiento con aire forzado, son debido al mal manejo de los palets, que habiendo alcanzado la temperatura de los ¾ a los ⅞ de enfriamiento, son dejados en el cuarto de enfriamiento con aire forzado más del tiempo estipulado.



**La curva de enfriamiento para el sistema de pre-enfriamiento con tiempo de frío de 1 hora. Los frutos son enfriados desde una temperatura inicial de la pulpa de fruto de 30°C a 12.5°C (7/8-frío) en 3 horas usando aire a una temperatura de 10°C como la temperatura media de enfriamiento o frío (basado en una diferencia de 20°C entre la temperatura inicial de la fruta de 30°C y la temperatura media de enfriamiento de 10°C)**

## Cuartos de Almacenamiento

El que los mangos sean mantenidos temporalmente a una temperatura de 10 a 12°C (50 a 54°F), en el cuarto de almacenamiento previa al cargado de los contenedores marinos o los furgones es una parte importante del manejo correcto de la temperatura.

- La capacidad de refrigeración en los cuartos de almacenamiento de mangos debería ser suficiente para mantener un *producto* con una temperatura uniforme (en el rango de 1°C [2°F]) en todo el cargamento. Esto requiere dos cosas – una capacidad de enfriamiento suficiente y una adecuada circulación de aire.
- La regla general para el flujo de aire en los cuartos fríos de almacenamiento es de 0.052 a 0.104 metros cúbicos por segundo ( $m^3 \cdot s^{-1}$ ) por 1,000 kilogramos de capacidad de producto [100 a 200 pies cúbicos por minuto ( $ft^3 \cdot min^{-1}$ ) por tonelada].

- Para mantener la temperatura producida, un lento flujo de aire de  $0.0104$  a  $0.0208 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  por 1,000 kilogramo de capacidad de producto ( $20$  a  $40 \text{ pie}^3 \cdot \text{min}^{-1}$  por tonelada) es todo lo que se requiere.
- El cuarto de almacenamiento debería ser cargado de forma tal que el flujo de aire pase uniformemente a través de todos los palets.
- La humidificación de los cuartos de almacenamiento es necesaria si los mangos van a ser almacenados por varios días, y especialmente si el cuarto es usado como cuarto frío ya que el flujo de aire puede causar excesivas pérdidas de agua. La humedad relativa ideal para los mangos se ubica entre 85 y 95%.
- El sistema de humidificación debería ser capaz de mantener un nivel de humedad relativo uniforme (dentro del 2 a 3%) y estar diseñado para distribuir la humedad uniformemente a través de los espacios en el almacenamiento. Esto minimiza los problemas de condensación que pueden provocar el debilitamiento de las fibras de los paneles con los que están construidas las cajas de cartón de mangos.



Unidad de humidificación en cuarto de almacenamiento

## Mantenimiento de Lotes de Muestras de Frutas para Control de Calidad

Para el control de calidad (CC), es recomendable que una muestra representativa (al menos 25 frutas seleccionadas al azar o una caja de mango por cada tamaño de fruto), por cada lote que pase a través de la empacadora sea retenido en el cuarto de almacenamiento, mientras el resto del lote de mangos es enviado a los Estados Unidos, y hasta que el lote de mango sea enviado hasta el último comprador. En ese tiempo, una muestra de fruta para el control de calidad (CC) debe de ser trasladado a un cuarto con aire acondicionado, como una oficina que tenga una temperatura

de  $24$  a  $25^\circ\text{C}$  para completar su proceso de maduración. Este procedimiento permite al empacador/exportador, comparar la calidad de la fruta bajo condiciones ideales de almacenamiento y maduración con los reportes de calidad de la fruta despachada, y pueda proveer evidencia, si alguna discrepancia que fuese notada por los recibidores se debiese a las condiciones a las cuales, los mangos estuvieron expuestos durante la distribución y no debido a las condiciones iniciales de la fruta.



Muestras retenidas para el control de calidad de lotes de mangos exportados

## Transporte

### FRUTOS PREPARADOS PARA SU CARGA Y ENVÍO

El área en la cual los mangos son preparados para su carga y envío en contenedores marítimos o tráilers (furgones) debería estar refrigerada a una temperatura de  $10$  a  $12^\circ\text{C}$  ( $50$  a  $54^\circ\text{F}$ ). Las puertas de carga deben permanecer cerradas hasta que un tráiler (furgón) o contenedor marítimo ha sido estacionado contra la puerta de carga.

- Los mangos deben ser estibados dentro de contenedores o tráiler (furgón) pre-refrigerados desde el área de carga la cual esta propiamente refrigerada (es decir: temperatura de  $12^\circ\text{C}$ ). Los conductos de frío deben estar bien situados entre la puerta de carga con el área refrigerada controlada y la parte de atrás (puerta final) del contenedor marítimo o el tráiler (furgón) refrigerado. Los conductos de frío previenen que el aire externo del ambiente penetre al área refrigerada y al interior de los contenedores refrigerados.
- Cuando los mangos son cargados en un ambiente caliente húmedo (área de carga), la humedad del entorno puede entrar al interior del contenedor refrigerado cuando las puertas de cargas de los contenedores marítimos o tráilers (furgones) se abren. Consecuentemente, algunas compañías de transporte aconsejan a los transportistas preenfriar el contenedor solo si el área de carga esta adecuadamente refrigerada (es decir, con temperatura

de 12°C) y los conductos de frío están instalados (ver discusión inmediatamente después). La primera preocupación es que la humedad puede condensarse en el interior de las superficies y en el techo de los contenedores preenfriados y luego gotear agua sobre las cajas de cartón llenas de mangos.

- Si los mangos son cargados en un área que no está propiamente refrigerada (es decir: más caliente que los 12°C), entonces, los mangos deben ser cargados en los cuartos fríos y rápidamente ser trasladados directamente dentro del contenedor marítimo o el tráiler (furgón). Además, la condensación puede potencialmente formarse en las cajas de cartón expuestas ('sudor de carga') cuando la carga refrigerada es trasladada de un cuarto frío a uno caliente, área húmeda o espacio abierto.



**Interior de un contenedor marítimo**



**Palets de mangos listos para ser cargados en el interior de las áreas de carga**

## **PREPARACIÓN DE CONTENEDORES MARÍTIMOS O TRÁILERS (FURGONES) REFRIGERADOS**

Los contenedores marinos y tráilers (furgones) deben ser limpiados, desinfectados y preenfriados a la temperatura de transporte requerida (12°C es la recomendada) previa al estacionamiento de los mismos a la puerta de carga.

- El propósito del pre-enfriamiento es el de enfriar la superficie interior del contenedor marítimo o del tráiler (furgón) a la temperatura deseada para el transporte de los mangos. Si el interior del contenedor refrigerado está caliente, la carga puede potencialmente sufrir de ese cambio de temperatura a través del contacto con las paredes laterales y los pisos. Fallas en el pre-enfriamiento de los contenedores o los tráilers (furgones) resultan en la transmisión de calor al interior del contenedor o tráiler (furgón) y provocan que los frutos de mango se calienten.

- Los contenedores marítimos y los tráilers (furgones) deben apagar las unidades de refrigeración y no encenderlas mientras están siendo cargados. El encender las unidades de refrigeración mientras están siendo cargados, puede potencialmente causar la formación de hielo desde la bobina del sistema evaporador, una disminución de la temperatura de frío de los mangos y/o transmitir calor no deseado o aire helado al ambiente externo o salida de humo dentro del área de carga.

### **Acciones recomendadas previas al proceso de carga de contenedores marítimos y tráilers (furgones):**

Inspección de contenedores y tráilers para asegurar que están limpios y en buenas condiciones.

#### **Sí    No**

- No orificios o daños mal reparados en las paredes, techo o piso.
- Conducto del envío de aire del tráiler (furgón) permanece intacto.
- Piso limpio y libre de mojaduras o basura; no malos olores.
- Puertas de sellado sin daños (esta es la fuente mas común de fugas).

- Contenedores marítimos y tráilers (furgones) que no reúnan los criterios anteriormente mencionados deben de ser reparados, limpiados, o rechazados y reemplazados por otros que tengan las condiciones apropiadas.
- Desinfectar las superficies interiores de los contenedores marítimos y tráilers (furgones) limpios, incluyendo las bobinas de refrigeración, con una solución clorinada caliente como fue descrita en la Sección sobre Prácticas Generales en las Empacadoras, o con otros productos

desinfectantes disponibles tales como los nebulizadores de secado de contacto.

- Los contenedores marítimos y tráilers (furgones) deben ser pre-enfriados. La unidad de enfriamiento debe estar programada a una temperatura de 10°C (50°F) y funcionar de un modo continuo por al menos 30 minutos y con las puertas cerradas. Usando un termómetro calibrado de luz infrarroja (preferiblemente), o un termómetro de sonda, verificar que la temperatura de la pared está en los 12°C (54°F). Si esto no es así, entonces se debe continuar con el enfriado hasta que la temperatura deseada es alcanzada, entonces, fijar la temperatura de la unidad a 12°C y comenzar cargar los contenedores y los tráilers.
  - › Si la unidad de enfriamiento no es capaz de disminuir la temperatura de las paredes a 12°C, tanto el contenedor como el tráiler deben de ser rechazados.

**Esto es debido a que: ni la unidad de refrigeración del tráiler (furgón), ni la del contenedor marítimo, tienen la suficiente capacidad de refrigeración para enfriar adecuada y uniformemente la carga de mangos que está significativamente por encima de la temperatura de transporte requerida durante el tiempo en que están siendo cargados.**

- El intercambio de aire fresco en un contenedor marítimo con una carga de mangos y un contenedor propiamente pre-enfriado antes de ser cargado puede ser cerrado las primeras 24 horas, después de las cuales, el intercambio de aire fresco se debe de realizar a 45 cfm (76 cmh).
  - › No especificar el porcentaje de apertura o la apertura parcial, como “¼ de apertura,” para el intercambio de aire fresco. Especificar ‘cfm’ (pie cúbico por minuto) o ‘cmh’ (metro cúbico por hora).



**Ventanilla para intercambio de aire fresco en un contenedor marítimo**

## CARGADO DE CONTAINERS MARÍTIMOS Y TRÁILERS (FURGONES) REFRIGERADOS

El estibar apropiadamente la carga de mango es esencial para un manejo adecuado de la temperatura. El patrón de estibado requerido para el movimiento del aire por la parte inferior (ejemplo: contenedores marinos) y por la parte superior en los tráilers (ejemplo: furgones), son diferentes.

Es recomendable que los mangos sean siempre transportados en palets y en cajas de cartón unitarias de una sola capa de mangos. Se deben tomar medidas para asegurar que las cajas de cartón sean apiladas y amarradas en ángulo recto en los palets, de tal forma que el peso sea uniformemente distribuido en todas las esquinas de las cajas de cartón. También se debe poner atención a la alineación de los conductos de ventilación de manera apropiada – ya sea verticalmente (contenedores marinos), u horizontalmente (tráilers o furgones) – de tal forma que el aire pueda fluir propiamente a través de la carga. Finalmente, no usar papel de envoltorio, sabanas interiores o cualquier otra cosa que pueda bloquear los conductos de las cajas de cartón y que interfiera con el flujo del aire.

Una forma simple y efectiva para estibar palets de mango de 20, 40 x 48 pulgadas es la de cargar 11 palets de costado dentro del contenedor y 9 palets longitudinalmente dentro del contenedor. El espacio abierto en el piso en la parte de atrás de la carga debería ser cubierto con papel grueso corrugado o su equivalente. Además, el montacargas abre espacio al final de la carga que debería ser cubierto con papel grueso corrugado o su equivalente, engrapándolo o pegándolo en los espacios vacíos entre los dos palets.

En algunos casos, 21 palets de mangos pueden caber dentro de contenedores de 40 pies. Una forma efectiva para estibar 21 palets en un contenedor consiste en cargar 8 palets de costado dentro del contenedor y 7 palets longitudinalmente, seguido por 4 palets estibados de forma de ringlete, y 2 palets en la parte de atrás de la carga, estibados de forma recta en el contenedor, uno longitudinalmente y otro de costado. Dado que hay canales verticales entre los ringletes del palet y la parte de atrás de la carga, bloques de celdas de espuma cerrados deberían de ser insertados de manera apropiada en la parte superior de los espacios verticales, entre los ringletes de los palets, para prevenir el aire acondicionado de ciclo corto a través de los canales de aireación. El ciclo corto del aire se refiere a aquel aire que se encuentra en vías de regresar a la unidad de refrigeración, y que por lo tanto, resulte insuficiente y no enfrie uniformemente los mangos. Con el apilado de 20 palets, el montacargas abre espacios al final de la carga que deberían ser cubiertos con papel grueso corrugado o su equivalente engrapándolo o pegándolo en los espacios vacíos entre los dos palets.

## Contenedores con el movimiento de aire por la parte baja

Recomendaciones en el cargado de contenedores con el movimiento del aire por la parte baja:

### Sí    No

La carga debería cubrir totalmente el piso del contenedor como un sólido bloque con poca o ninguna separación entre los palets o entre la carga y las paredes del contenedor.

Los palets y/o cajas de cartón de mangos deberían ser apilados y amarrados en un sólido bloque en el contenedor sin espacio alguno entre la carga y las paredes del contenedor.

(Los espacios verticales permitirán que el aire enviado desde el frigorífico tome el recorrido que ofrezca menos resistencia y el menor ciclo de recorrido – pasando por encima de parte de la carga, la cual no será enfriada).

Dejar espacios por encima de la carga que permita apropiadamente la circulación del aire; no estibar carga por encima de la línea roja en el interior de la pared del contenedor.

No usar papeles.



Interior de un contenedor en el que se muestra cómo es cargado, no sobrepasando la línea roja de carga

## Tráilers o furgones con el movimiento de aire en la parte superior

Los tráilers de furgones refrigerados están equipados con sistemas de enfriamiento ubicados en la parte superior del tráiler, el cual indica que el aire acondicionado es enviado de la unidad de refrigeración al espacio de la carga de mangos a través de un conducto de aire (pleno), ubicado en el techo

del tráiler. El aire retorna horizontalmente y en forma lenta de los espacios de la carga a través de la mampara del frente, retornando a la unidad de refrigeración.



Interior de un tráiler (furgón) que está siendo cargado y que muestra el ducto desde donde el aire frío es distribuido en el tráiler

Los mangos deberían ser cargados dentro de los tráilers (furgones) refrigerados en una forma que los dos objetivos siguientes sean cumplidos:

- El calor de todas las fuentes pueda ser removido por los sistemas de refrigeración y de circulación de aire.
- La carga es protegida tanto como sea posible de los daños físicos causados por el cambio de carga, elevado peso, o por vibraciones.

Los tráilers o furgones con sistemas de aire o unidades de refrigeración ubicados en la parte superior de los mismos requieren un patrón de carga que permita la circulación del aire de forma horizontal. Este patrón de carga es crítico porque maximiza la exposición de la carga de mango al flujo de circulación del aire acondicionado. El patrón debe también permitir el uso más eficiente de los espacios en el tráiler o furgón.

La carga puede ser apilada de tal manera que un ducto de 7.5 cm (3 pulgadas) de distribución plena de aire (conducto para el soplado de aire) pueda ser usado en la parte superior del techo del tráiler o furgón, y el peso total de la carga permita que muchas cajas de cartón sean cargadas de manera correcta y segura.

El movimiento del aire acondicionado en la parte superior del tráiler es lento y no presurizado. Dado que el aire acondicionado aplicado por la unidad de refrigeración toma el camino con menos resistencia, todos los pasadizos de aire deben ser aproximadamente del mismo tamaño. Los espacios no uniformes entre palets o cajas de cartón de mangos pueden ser causa de variaciones indeseables de temperatura a través de la carga de mangos. Los pasajes de aire acondicionado deben estar limpios de materiales sueltos o basura que pueda restringir el movimiento del aire. Los pisos deben estar limpios y despejados de todo material suelto antes de que el tráiler o furgón refrigerado sea cargado.

#### **Recomendaciones para cargar tráilers o furgones con el movimiento de aire en la parte superior:**

##### **Sí    No**

- Usar la línea central para establecer el patrón de carga, de tal forma que los palets no entren en contacto con las paredes del tráiler o furgón. Esto previene que el calor externo sea conducido a través de las paredes del tráiler o furgón hacia el interior de los frutos de mango.
- Usar espaciadores o bolsas de aire entre los palets y las paredes del tráiler o furgón para prevenir que la carga sufra cambios de posición durante el transporte.
- Dejar espacio encima y debajo de la carga para la circulación apropiada del aire; no apilar carga por encima de la línea roja que hay en el interior de las paredes del tráiler o furgón.
- Dejar espacio entre los últimos palets y la puerta del tráiler o furgón para permitir que el aire retorne horizontalmente de la parte de atrás a la parte



**Uso de soportes de madera y bolsas de aire para estabilizar la carga en contenedores marítimos y tráilers (furgones)**

del frente de la carga a través de los conductos u orificios de las cajas de cartón.

- Usar candados para la carga después de los últimos palets para prevenir movimientos en la posición de la carga.

#### **UBICACIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA**

Los medidores portátiles de temperatura son buenos para saber con seguridad si la carga de mangos fue mantenida en la temperatura de transporte deseada. En caso de una disputa, la compañía podría no compartir sus registros de temperatura de la unidad del frigorífico con los del transportista, el recibidor o de otros interesados en la carga.

El transportista debería cuidadosamente instalar los sensores de temperatura en cada cargamento y completamente llenar las etiquetas de las bandas de los sensores. El transportista debería también marcar la fecha y el tiempo actual en la etiqueta o en la hoja de datos documentando la ubicación específica de cada sensor dentro de la carga en la forma de anotaciones de carga establecida para ello.

Es recomendable que se ubiquen tres sensores en cada contenedor o tráiler (furgón) cargado:

- Dentro del primer palet cerca del frente de la mampara de la unidad de refrigeración para detectar cualquier ocurrencia del ciclo corto del aire refrigerado.
- Dentro de un palet cerca del centro de la carga (posición 9, 10, 11 o 12) donde un calentamiento de la carga es más probable que ocurra.
- En la parte externa de la cara trasera del último palet ubicado al nivel del ojo para registrar la temperatura del aire en el punto más lejano de la unidad de refrigeración. Si solo se está usando una temperatura y la misma se debe registrar, entonces, ubicar el *sensor de temperatura en la parte externa de la cara trasera del último palet*.

No ubicar sensores de temperatura directamente en las paredes del contenedor marino o del tráiler (furgón). Esto puede resultar en una elevada medida que no reflejaría correctamente la temperatura del aire en el espacio de la carga.

■	20	19	17	15	13	11	9	7	5	3	1	■
	18	16	14	12	■	10	8	6	4	2		

**Diagrama de un contenedor de 40-pies o tráiler con 20, 100, X 120 cm (40 X 48 pulgadas) palets, mostrando las posiciones para los lugares recomendados para los sensores de temperatura (■)**

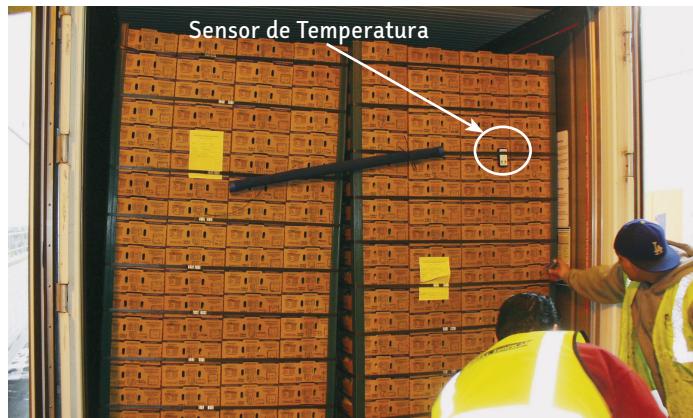
Ver “Las Prácticas de manejo de carga y la Inspección de tráilers y Contenedores” en Apéndice para mayor información.

## Descarga de Frutos en el Centro Importador/CD; Mantenimiento en Área de Importación/CD

Los mangos deberían ser descargados directamente del contenedor o tráiler dentro de un área de recibimiento del importador o en el Centro de Distribución (CD), para mantener la integridad de la cadena de frío. El tiempo de mantenimiento en el área de recibimiento debería estar limitado al tiempo requerido para su identificación y registro de carga y el retiro de los sensores de temperatura.

### Recomendaciones:

- Los contenedores marítimos y tráilers (furgones) refrigerados deberían tener apagadas las unidades de refrigeración y no encenderlas mientras están siendo descargados. Al encender la unidad de refrigeración mientras están siendo descargados, se puede causar la transferencia de calor no deseado o crear un ambiente de aire helado al ambiente externo o salida de humo dentro del área de carga.
- Los palets de mangos deberían ser movidos de los contenedores marítimos o tráilers (furgones) directamente a los cuartos fríos de almacenamiento – No mantener palets en el área de recibimiento.
- Debe existir un espacio disponible de manera inmediata dentro del área de cuartos fríos para mantener mangos para inspección previa a estivar los palets en el cuarto frío y/o en los estantes palets.



Retirando el sensor de temperatura al momento de su arribo al lugar de destino de la carga

- Los recibidores deberían retirar cada sensor de temperatura de cada cargamento, documentar la localización específica de cada sensor en el cargamento,

retener y copiar la etiqueta completa, y la banda de registro o registrar la información de los sensores; con criterio revisar los sensores de temperatura y enviarlos a los fabricantes para su calibración posteriormente al viaje, si se sospecha que hubo problemas en el manejo de la temperatura.

## Inspección en el Centro Importador/CD

La inspección para el control de calidad (CQ) que es realizada apenas la carga arriba al centro de importación/CD determina si un cargamento será aceptado o rechazado, así como su potencial utilización. Este punto de control de calidad es de suma importancia ya que el mismo tendrá un gran efecto en la línea final del producto para la compañía. Nunca se debe hacer de prisa o realizarla de manera superficial.

### Recomendaciones:

- Asignar no más de una o dos personas para conducir las inspecciones de control de calidad para resultados uniformes y repetibles. Si inspectores adicionales son requeridos debido al volumen de mangos que deben ser inspeccionados, estos inspectores deben de ser adecuadamente entrenados y certificados para asegurar que las inspecciones sean uniformes y los resultados repetibles.
- Tomar una muestra de caja de mangos en un patrón estándar de las áreas de carga del frente, medio y la parte de atrás (puertas), muestras de la parte superior, y la parte baja de los palets en los lados derecho e izquierdo de cada una de las tres áreas muestreadas, para un total de 18 cajas de mango de muestras.
- Inmediatamente medir la temperatura de la pulpa del mango como la de los palets, cuando estos son descargados y las muestras son colectadas.
- Tomar la temperatura de pulpa de mango de tres áreas básicas dentro del tráiler (furgón) o contenedor marítimo, es decir, las áreas del frente, medio y la parte de atrás (puertas). Sería ideal que se midiese la temperatura en cinco posiciones, siendo ellas – la parte superior izquierda, la parte superior derecha, la parte central, la parte baja izquierda y la parte baja derecha, en todas las tres áreas indicadas durante una inspección (un total de 15 registros; ver “Prácticas del Manejo de Temperatura” en Apéndice).
- Documentar la apariencia visual de los frutos, cajas de cartón, y los palets con fotografías de cámara digital de baterías estándar (ver “Toma de Fotografías Digitales” en Apéndice).

- Evaluar los frutos de acuerdo a 1) condición general y madurez; 2) color de pulpa, firmeza, y contenido de azúcares (°Brix); y 3) incidencia y severidad de defectos, daños, desórdenes y pudrición, tanto externamente como internamente.



**Estación de control de calidad en las instalaciones de un centro de recepción de mango**

Una forma para realizar la inspección del control de calidad con instrucciones, la cual fue usada durante el Proyecto de Calidad del Mango, ha sido incluida en el Apéndice de este manual.

## Clasificación de Frutos en el Área de Importación/CD

- Los frutos de mango pueden ser clasificados para cumplir con las especificaciones de los compradores en las instalaciones del importador; sin embargo, es mejor si este tipo de clasificación se realiza principalmente en la empacadora en su área de recibimiento.
- Los mangos que no cumplen con los estándares establecidos, puede ser que cumplan con los requisitos de otros mercados dependiendo de las condiciones que se establezcan. Los mangos con daños por frío no deben ser comercializados.
- Una simple mesa de clasificación puede ser usada para clasificar los frutos por su apariencia visual, daños, pudrición, ablandamiento excesivo o daños por frío, y así conocer los grados estándar o las especificaciones de los compradores.
  - Las mesas de clasificación deberían ser confortables para las estaturas de los trabajadores clasificadores
  - La iluminación adecuada debe de ser dirigida a las mesas de clasificación y no dirigida a los ojos de los clasificadores.

- Las bandas para transportar y rotar los frutos aumentan la rapidez y exactitud.
- Los frutos deben ser manejados con cuidado por los trabajadores y por el equipo para prevenir el impacto que cause daño durante la clasificación y el re-empaque.

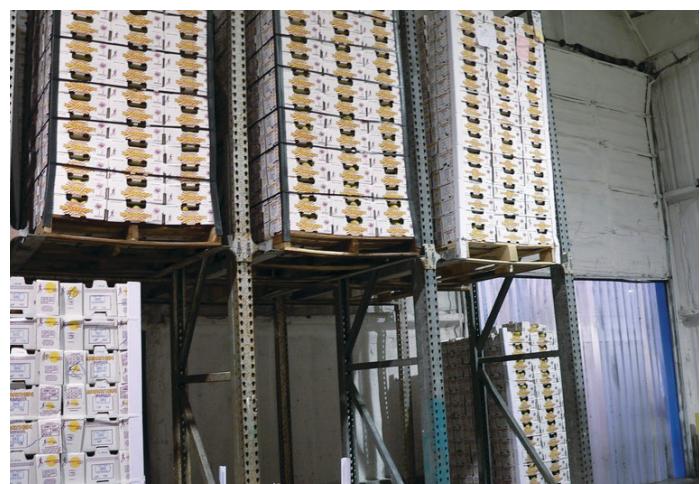


**Mangos siendo clasificados en las instalaciones de un centro de recepción de mangos.**

- Las frutas que han sido clasificadas deben ser retornadas a las mismas cajas para mantener la capacidad de rastreo.
- Las frutas deben de ser empacadas y re-paletizadas delicadamente.

## Almacenamiento en el Área de Importación/CD

- Los palets deberían ser almacenados en estantes en cuarto frío y colocar la temperatura entre los 12°C y los 15°C (54°F y 60°F); una temperatura de 10°C (50°F) puede ser tolerada por unos pocos días si es necesario.
- Mantener una humedad relativa entre el 90 y el 95%.



**Cuartos de almacenamiento refrigerados en las instalaciones de un centro de recepción de mangos**

- Remover el etileno del cuarto frío con un absorbente o facilitar el intercambio de aire fresco completamente cada día.

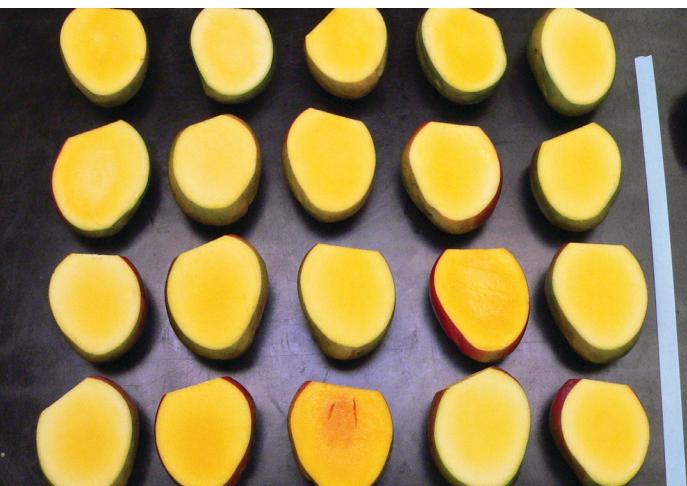
## Maduración del Mango

Los mangos comercializados en los EE. UU., generalmente se cosechan parcialmente maduros (etapas 2 a 3 en una escala de 5 puntos) para resistir los pasos de manipulación postcosecha necesarios para llevarlos desde las áreas de producción al mercado minorista. Estos mangos deben estar completamente maduros a nivel mayorista, minorista o consumidor para lograr una calidad óptima. La exposición al gas etileno asegura una maduración más rápida y uniforme. Proveer mangos listos para su consumo directo a los mercados de venta al detal aumenta las ventas. La calidad de los mangos cuando maduran depende del estado de madurez a la cosecha (cuando más maduro está el mango, mejor es el sabor cuando madura), de evitar los daños por frío y los daños físicos durante el manejo postcosecha, y de minimizar la incidencia de antracnosis. También, existen grandes diferencias en la calidad del sabor y en el contenido de fibras entre cultivares, incluyendo los comercializados en los Estados Unidos, tales como Honey, Haden, Keitt, Kent y Tommy Atkins.

### CAMBIOS ASOCIADOS CON LA MADURACIÓN

Tan pronto como los mangos empiezan a madurar, los siguientes cambios composicionales y fisiológicos ocurren:

1. Cambios en el color de la cáscara de verde a amarillo (en algunos cultivares).
2. Cambios en el color de pulpa de verde-blancuzco a amarillo y a anaranjado (en todos los cultivares).



**Cambios de color de pulpa durante la maduración de frutos de mango**

3. Incremento en el contenido de carotenoides (color amarillo y anaranjado) y disminución en el contenido de clorofila (color verde), los cuales están relacionados al color de la cáscara y al color de pulpa, enunciados previamente.
4. Disminución de la firmeza de pulpa e incremento en el contenido de jugo.
5. Conversión de almidones en azúcares principalmente para incrementar la dulzura de la fruta.
6. Disminución de la acidez titulable la cual esta asociada con lo amargo y la acidez del fruto de mango.
7. Incremento en el contenido total de azúcares (combinación de azúcares, ácidos, pectinas soluble, y otros compuestos solubles) y que están asociados con la dulzura de la fruta de mango.
8. Incremento en las características de los aromas volátiles.
9. Incremento en la tasa de producción de dióxido de carbono en 4 veces, de 40–50 hasta 160–200 mg/kg · hr a 20°C (68°F).
10. Incremento en la tasa de producción de etileno en 10 veces, de 0.2–0.4 hasta 2–4 µl/kg·hr a 20°C (68°F).



**Cambios de color de cáscara durante la maduración de los frutos de mango**

### CUARTOS DE MADURACIÓN

La mayoría de los centros de distribución tienen cuartos especiales para la maduración de frutas que son usados extensivamente para bananos y que también pueden ser usados para aguacates, kiwi, mangos, tomates, nectarinos, duraznos, ciruelas y peras europeas. Los cuartos presurizados o con aire forzado para lograr la maduración de los frutos permitirán tener un mejor control de la maduración comparado con los viejos métodos de colocación de cajas apiladas en cuartos calientes. Los nuevos diseños fuerzan la maduración a través del control de la temperatura del aire a través de las cajas de mango, manteniendo claramente una temperatura de los frutos de mango uniforme.

El uso del gas etileno se realiza a través de generadores de etileno o cilindros de gas de etileno a través de reguladores de flujo en un programa apropiado para mantener aproximadamente 100 partes por millón (ppm) de etileno en los cuartos de maduración. Los niveles de dióxido de carbono son mantenidos por debajo del 1% a través de la ventilación de los cuartos con aire externo una vez al día. Las concentraciones de etileno y del dióxido de carbono pueden ser medidas con el detector de gases de tubos o a través del analizador portátil de gases.



Mangos en un cuarto de maduración en un centro de distribución

## CONDICIONES ÓPTIMAS DE MADURACIÓN DE LOS MANGOS

La temperatura de la fruta es el factor más importante en la maduración de los mangos maduros. La maduración a temperaturas continuas de 15,5 a 18°C (60 a 65°F) puede dar como resultado el color de piel más atractivo, pero el sabor sigue siendo ácido; Estos mangos requieren de 2 a 3 días adicionales a 21 a 24 °C (70 a 75 °F) para lograr un sabor dulce. La maduración continua entre 27 y 30 °C (80 y 86 °F) puede dar como resultado una piel con manchas y un sabor fuerte; la maduración se retrasa por encima de los 30°C (86°F). Por lo tanto, las mejores temperaturas para la maduración del mango son de 20 a 22°C (68 a 72°F). Sin embargo, la aplicación inicial de etileno durante 24 a 48 horas se puede realizar a temperaturas más bajas, como las utilizadas para la maduración del plátano [15,5 a 18 °C (60 a 65 °F)]. Esas bajas temperaturas iniciales alargan el tiempo total de maduración, pero no comprometen la calidad final del mango siempre y cuando la maduración se complete entre 20 y 22°C (68 a 72°F). El rango óptimo de humedad relativa es entre 90% y 95% para evitar una pérdida excesiva de agua y arrugas.

Se debe aplicar etileno (100 ppm) durante 24 a 48 horas (dependiendo de la madurez ya que los mangos menos maduros requieren mayor duración). El etileno acelera la maduración, siempre que la concentración de dióxido de carbono se mantenga por debajo del 1%. Despues del inicio de la maduración con etileno por 24 horas, los mangos que son mantenidos a temperaturas de 18°C a 22°C (65°F a 72°F), madurarán de 5 a 9 días. Una vez maduros los mangos, pueden ser mantenidos a temperaturas de 10°C a 13°C (50°F a 55°F) y a una humedad relativa de 90% a 95% por un período aproximado de una semana.

La firmeza de la pulpa es un buen indicador del estado de madurez y puede ser usado para el manejo de la maduración como se muestra en el siguiente cuadro:

Estado de madurez	Firmeza de pulpa (libras-fuerza medido con un penetrómetro de 5/16 pulgadas en punta)	Notas
Verde - maduro	> 14	Tratar con etileno por 48 horas
Parcialmente maduro	10-14	Tratar con etileno por 24 horas
Maduro firme	6-10	Mejor estado de madurez para ser enviado a las tiendas de ventas al detal
Maduro suave	2-6	Mejor estado de madurez para el consumo fresco
Sobre maduro	< 2	Bueno para jugo

## Manejo del Mango en las Áreas de Carga de los Importadores y Centros de Distribución (CD)

- Las áreas de carga deben estar protegidas de la luz solar y refrigeradas hasta donde sea posible.
- Si el área de carga no puede estar apropiadamente refrigerada, el manejo de la carga debería realizarse en un almacén frío. Los palets deben cargarse directamente del cuarto frío al interior del tráiler para evitar su calentamiento.
- Las temperaturas del aire entre los 12°C y los 15°C (54 a 59°F) en el área de preparación de la carga son ideales.

# Transporte a las Tiendas de Ventas al Detal o Supermercados

Problemas que ocurren durante el transporte a las tiendas de ventas al detal o supermercados:

- Una operación precipitada de carga en el centro de distribución (CD) puede causar daños a los palets, lo cual crearía condiciones inestables para las cajas de cartón para mangos, creando condiciones potenciales para daños futuros.
- Normalmente, los tráilers usados para transportar mangos no usan bolsas de aire para proteger los palets del movimiento (inclinación) durante el transporte.
- Los mangos pueden ser dañados si son colocados muy cerca de la unidad de refrigeración del tráiler. La unidad de refrigeración puede crear variaciones serias en la temperatura, la que puede crear secamiento, congelamiento o enfriamiento de los mangos que son directamente expuestos a la salida del aire frío.
- Los mangos son típicamente transportados a las tiendas de ventas al detal o supermercados en camiones refrigerados, los que contienen una amplia variedad de productos y otros tipos de productos alimenticios. La temperatura escogida y que llevan estos camiones es siempre un compromiso entre los productos que están siendo transportados y que a veces no puede ser la mejor para los mangos.
- Los tráilers viejos usados para transportar frutas de mango a veces no pueden mantener muy bien la temperatura debido a la filtración y al goteo producto de la condensación, la cual puede dañar la fibra de los paneles de las cajas de cartón.



Proceso de carga de camiones (furgón) para el despacho de mangos a las tiendas de ventas al detal o supermercados

*Recomendaciones para evitar problemas comunes durante el transporte a las tiendas de ventas al detal o supermercados:*

- Entrenar al personal del CD en general con respecto a las prácticas de manejo de los mangos, haciendo énfasis en la importancia de la clasificación de las frutas de mango basado en el estado de madurez y calidad (incidencia y severidad de los defectos).
- Si una clasificación es requerida antes que los mangos sean transportados a las tiendas de ventas al detal o supermercados, es importante que el personal del CD sepa cómo distribuir los frutos de mango de acuerdo a su tamaño y posición dentro de las cajas de cartón, así como también reconocer los defectos externos más importantes que deben ser tomados en cuenta a la hora de que los mangos estén siendo clasificados.
- La organización de los palets y la seguridad de los mismos, son importantes para evitar cualquier daño mecánico.
- Inspeccionar los tráilers (furgones) para asegurar la limpieza, si es necesario; limpiar y desinfectar los mismos antes de ser cargados con cualquier producto.
- Establecer un programa regular de inspección de tráilers (furgones) para determinar daños, filtraciones de agua, así como fallas en la unidad de refrigeración.
- Desarrollar un plan de despacho que asegure que los mangos sean cargados dentro de los tráilers (furgones) en el momento propicio y así mantener una temperatura óptima, cuando muchas mercancías están siendo transportadas en cargamentos mezclados, y así supervisar la operación.
- Usar bolsas de aire u otros materiales reforzantes entre los palets y las paredes de los tráilers (furgones).
- Evitar el daño de frutos debido a un pobre control de la temperatura. La temperatura que llevan los tráilers (furgones) durante el transporte de mangos de los CD a las tiendas de ventas al detal o supermercados debería no ser menor a los 10°C (50°F), y deberían tomarse precauciones para minimizar la exposición de los mangos a las temperaturas externas extremas durante las operaciones de carga y descarga.

## Descargue en Tiendas de Ventas al Detal o Supermercados/ Mantenimiento en las Áreas de Descarga de las Tiendas de Ventas al Detalle o Supermercados

Una vez que el camión arriba a la tienda de ventas al detal o supermercado, los productos son descargados acorde con los requerimientos establecidos en la orden de compra de la tienda. Dependiendo de la hora de arribo y la disponibilidad

del personal para recibir los productos, el proceso de recepción puede variar ampliamente de una tienda a otra. A veces, el tráiler (furgón) es abierto por cierto tiempo a la espera del personal de la tienda responsable del proceso de recepción; la temperatura dentro del tráiler puede calentarse (o enfriarse) significativamente durante estos retrasos o esperas.



**Proceso de descarga de camiones (furgón) de una orden de pedido de frutos de mango por una tienda de ventas al detal o supermercado**

*Recomendaciones para evitar problemas comunes durante el descargue en las tiendas de ventas al detal o supermercados/ Mantenimiento en el área de descarga de la tienda:*

- Minimizar el tiempo que las puertas del tráiler (furgón) están abiertas en la tienda de ventas al detal o supermercado. El furgón transporta productos a más de una tienda y el tiempo de descarga en cada una se va acumulando haciendo que los mangos estén expuestos a sufrir daños debido a las extremas temperaturas (caliente o frío) que se pueden presentar afuera del tráiler.
- Es necesario el entrenamiento del personal de la tienda en el conocimiento básico referente a la sensibilidad de los productos en general, incluyendo los mangos. Hay que mostrarle como las frutas de mango sufren debido a la exposición a las temperaturas extremas.
- Designar un personal de la tienda de ventas al detal o supermercado para ayudar en el descargue de los productos para minimizar la exposición de los mismos al daño de las temperaturas externas.

- Realizar inspección de control de calidad (CQ) en las tiendas de ventas al detal o supermercados una vez que los productos lleguen y proveer una rápida retroalimentación a los centros de distribución dándoles a conocer los resultados de la inspección. Usar la información para hacer mejoras en las prácticas de manejo de los mangos en los centros de distribución (CD) y durante el transporte de los mismos.

## Almacenamiento en los Frigoríficos de las Tiendas de Ventas al Detal o Supermercado

La mayoría de las tiendas al detal o supermercados no reciben envíos de mangos diariamente, de tal forma que comúnmente mantienen un inventario de mangos en un cuarto frigorífico por 2, 3 ó 4 días. La temperatura de estos cuartos de almacenamiento es típicamente mantenida en los 5°C (41°F), lo cual es perjudicial para los mangos. Irónicamente, la temperatura de muchos cuartos fríos de las tiendas de ventas al detal o supermercados es muy elevada durante las horas de operación debido a las numerosas entradas y salidas del personal, y muy baja durante las horas en las que las tiendas se encuentran cerradas. Muchas tiendas protegen sus cuartos fríos usando cortinas de tiras plásticas, pero los daños a las cortinas o cortes a propósito a las mismas permiten que el aire caliente entre a los cuartos fríos. Los termómetros de pared en estos cuartos fríos a menudo son monitoreados escasamente y sufren de un pobre mantenimiento, o están ubicados en lugares no convenientes, por lo que indican lecturas temperaturas incorrectas.



**Cuarto frío en trastienda de una tienda de ventas al detal o supermercado**

*Recomendaciones para evitar problemas comunes durante el almacenamiento en la trastienda o en las áreas refrigeradas en las tiendas de ventas al detal o supermercados:*

- El responsable (manager) del área de producción de la tienda de ventas al detal o supermercado, debe regularmente inspeccionar la trastienda y las áreas refrigeradas. *Los siguientes puntos deben de ser enfatizados:*
  - Las puertas de las áreas refrigeradas o cuartos fríos deberían permanecer abiertos únicamente por el tiempo necesario para la entrada y salida del personal de la tienda.
  - Deben usarse cortinas de bandas en las puertas de las áreas refrigeradas y las mismas deben ser mantenidas en buenas condiciones.
  - Los termómetros calibrados en la trastienda y en las áreas refrigeradas deberían estar alejados de las puertas o de las fuentes de radiación de calor ( motores o luces), para que indiquen la temperatura correcta.
  - La ubicación de los productos en los cuartos fríos debería de tomar en cuenta los requerimientos de la temperatura de los productos. Los mangos para la venta en las tiendas al detal o supermercados deberían no ser colocados en cuartos fríos con temperaturas inferiores a los 10°C (50°F). Si no hay mucho espacio disponible en los cuartos fríos, las órdenes de compra de los mangos deberían ser más seguidas y ser mantenidos a la temperatura de la trastienda por no más de un día o dos.

## Abastecimiento, Preparación de los Anaqueles o Estanterías y Rotación

El almacén de productos en la trastienda o en los cuartos fríos de las tiendas de ventas al detal o supermercados, es el último paso en la cadena de enfriamiento de los mangos en el recorrido desde su país de origen. Mantener un buen control de la temperatura hasta que los mangos sean expuestos para su venta a los consumidores tiene un efecto positivo en la vida útil postcosecha, minimizando las pérdidas, los daños mecánicos, y las pérdidas de agua de tal forma que las tiendas de ventas de mangos puedan maximizar sus ventas.

Es deseable exponer los mangos que están listos para su consumo, porque ellos causan un mayor impacto visual al mostrar las mejores características organolépticas. Los mangos deben ser expuestos en un área abierta de la tienda, y no en un área donde se promuevan productos refrigerados. Esto permitirá que el aroma de la fruta se desarrolle y el mismoatraiga a los compradores. Los mangos no deberían

ser expuestos en una forma de montaña o pirámide de frutas porque los mangos maduros comienzan a ser susceptibles al ablandamiento debido a la compresión que puede ocurrir debido al peso de un mango encima del otro.



**Exposición de frutos de mangos en una tienda de ventas al detal o supermercados donde se muestran los diferentes estados de maduración de los frutos**

Un programa regular de limpieza y desinfección es clave en el área de producción para mantener las estanterías o anaqueles de mangos agradables y atractivos. Rotar la exhibición de mangos frecuentemente para eliminar mangos dañados, arrugados y remaduros, removiendo los mangos viejos de la parte baja hacia la parte superior o al centro de los mangos expuestos, es una práctica de manejo importante que fomentará grandemente las ventas totales de los mangos. Si es posible, cuando se incorporen nuevas frutas a los que han sido expuestos anteriormente, es una buena idea mantener los mangos separados por variedad y por estado madurez (firmeza), de tal forma que los compradores puedan fácilmente localizar los mangos que ellos prefieren.

*Recomendaciones para evitar problemas comunes en la preparación del abastecimiento, exposición y rotación:*

- Ubicar los mangos en los anaqueles para su exposición a la venta tan pronto como ellos arriben a la tienda de ventas al detal o supermercado; ordenar los mangos de manera más frecuente para evitar el tener que almacenar mangos en el frigorífico de la tienda.
- Exponer los mangos en el fondo de los anaqueles a temperatura ambiente, no en anaqueles refrigerados.

- Exponer los mangos acorde con el tamaño, estado de madurez, y variedad. Evitar construir grandes pilas de frutos maduros para prevenir daños por la compresión de frutos.
- Considerar el tener dos diferentes anaqueles de exposición de mangos. Localizar las frutas que estén menos maduras y que estén listas para comer en un día o dos en un lado; y frutas más maduras, que estén listas para comer de manera inmediata en el otro lado.
- Inspeccionar los mangos expuestos en los anaqueles varias veces al día e inmediatamente remover frutas sobre maduras, arrugadas, goteando jugos, cortadas, dañadas o frutas podridas.
- Mantener una buena limpieza y un programa de desinfección para los mangos expuestos en los anaqueles, de tal forma que los mangos siempre muestren su mejor calidad a los consumidores.

## Mantenimiento de Registros

El mantenimiento de registros es una parte importante en un programa de control de calidad (CC) en cualquier estado del manejo de los mangos. Si cualquier cosa que se haga no es registrada es como si nunca se hubiese hecho, especialmente cuanto toca mostrarle al inspector que las operaciones realizadas siguieron las mejores recomendaciones prácticas. A cada operación se le debería asignar un empleado que se haga responsable del programa de control de calidad (CQ). El manager del control de calidad debería reunirse con las personas de mayores conocimientos en la operación para preparar una lista de todas las operaciones y procedimientos que se conducen en las instalaciones de la tienda, tales como las operaciones descritas en este manual. El manager de control de calidad debe entonces desarrollar una planilla para registrar todas las operaciones y procedimientos que se hacen — correctamente y de manera regular.



# APÉNDICE: PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE CALIDAD

## Determinación de Madurez del Fruto de Mango

Solamente los mangos maduros deberían ser cosechados para asegurar la buena calidad del sabor cuando el mango está completamente maduro. En Estados Unidos, los Estándares para los Grados de Mangos (2007), define la palabra "maduro" a los mangos que han alcanzado el estado de desarrollo que asegura el proceso completo y apropiado de maduración. Para completar con esta expectativa, un mango debe haber empezado a madurar internamente (estado 2), en el tiempo de cosecha. Un mango cosechado inmaduro (estado 1), no madurará apropiadamente, y nunca desarrollará un sabor y aroma aceptable.

Muchos índices de madurez han sido evaluados, incluyendo el numero de días desde la completa floración, la forma del fruto, la gravedad específica, el color de la cáscara, el color interno de la pulpa, contenido de almidón, sólidos totales (contenido de materia seca), contenido de sólidos solubles o azúcares ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), y acidez titulable.

El cambio en la forma de la fruta (completo llenado de los hombros; hombros que se alzan más allá del punto de inflexión del tallo), y el cambio del color de cáscara de verde-oscuro a verde claro y a amarillo (en algunos cultivares) son los índices de madurez más comúnmente usados. El desarrollo de un rubor rojo en la cáscara de algunos cultivares de mango, no es un índice de madurez confiable aunque puede comenzar a ser más prominente como los cambios de color externos de verde a amarillo con la madurez.

*La extensión del desarrollo del color amarillo en la pulpa es un índice de madurez confiable en todos los cultivares.*

Aunque es difícil juzgar la madurez a la cosecha, el entrenamiento apropiado de los individuos que buscan las siguientes características cuando seleccionan los mangos a ser cosechados, puede ser útil. Estos criterios pueden ser usados para clasificar los mangos cosechados por su estado de madurez y por su maduración al momento de su transporte (a la empacadora), o en el punto de recepción (facilidades del importador o centro de distribución), para reducir la variabilidad en la maduración y en la tasa de deterioro durante los subsecuentes manejos. Algunos equipos de clasificación en línea basados en la firmeza (fuerzas de deformación), contenido de sólidos solubles o azúcares (cerca de la luz infrarroja), y/o la severidad de los defectos, están comercialmente disponibles.

### FORMA DEL FRUTO

Tan pronto como la fruta de mango madura, se hinchan y desarrollan lo que los productores de mango llaman 'hombros', refiriéndose a la expansión del crecimiento alrededor del pedúnculo del fruto. En adición, la forma del fruto en cultivares como Keitt, Kent, Haden y Tommy Atkins, gradualmente cambian de planos a redondeados – desarrollando lo que se conoce como 'pómulos o cachetes'. El desarrollo completo de los pómulos o los hombros superiores, y la forma del fruto son considerados como índices fiables para la madurez de la cosecha para muchos cultivares.

El riego de los árboles de mango influye en la forma del fruto, de modo que los mangos cosechados de árboles sin riego tienen frutos con una forma delgada, aparentando ser inmaduros aunque la madurez puede ser adecuada. Los mangos producidos en fincas con riego adecuado tienen pómulos llenos y por tanto formas redondeadas.



**Mangos inmaduros (izquierda) y maduros (derecha) determinados a través del desarrollo de los hombros y del llenado de los costados de los frutos**

### APARIENCIA EXTERNA

Los cambios en el color externo de la cáscara no siempre están correlacionados con la madurez interna de la fruta. Los cultivares como el Keitt permanecen verdes aunque cuando alcanzan la completa madurez, mientras que otros como Honey cambian de verde a amarillo. La proporción del rubor rojo en cultivares como Tommy Atkins es grandemente afectada por la posición del fruto en el árbol y por la luz del sol recibida durante el crecimiento y desarrollo del fruto, en lugar del desarrollo fisiológico del fruto. El rubor rojo de los frutos no debería ser usado como un único indicador de madurez de cosecha en cultivares con un característico rubor rojo.



Mango Kent maduro con cáscara verde

Las lenticelas son aberturas naturales presentes en la piel de la cáscara del mango, y el principal propósito de ello es el de facilitar el intercambio gaseoso. En mangos 'Kent', las lenticelas se tornan más prominentes a medida que el fruto madura. El tamaño de las lenticelas o su prominencia es un indicador de cosecha usado en Sur América. La expansión de las lenticelas no parecen ser más evidentes en otras variedades comerciales, sin embargo, se considera que los mangos 'Haden' están totalmente maduros cuando el rubor rojo comienza a mostrarse y los puntos verdes de las lenticelas en los frutos, se tornan amarillos.



Lenticelas remarcadas en un mango Kent (izquierda), y lenticelas amarillas en un mango Haden (derecha)

Al madurar los mangos, un cambio distintivo en el brillo del fruto comienza a ser evidente, probablemente debido a los cambios en la composición de la cera de la piel de la cáscara. El resultado es que los mangos, especialmente el Tommy Atkins, desarrolla manchas blanquecinas verduzcas en la piel (como 'vello' en uvas), fácilmente reconocibles por los cosechadores como un signo de madurez.



Frutos de mango Tommy Atkins maduros mostrando una 'peluza blanquecina'

### APARIENCIA DEL LÁTEX

El látex o savia que se exuda del pedúnculo del fruto (pedicelos), tan pronto como el fruto de mango es despegado del árbol, cambia su viscosidad de líquido lechoso a un fluido transparente, y tan pronto el fruto de mango madura fisiológicamente comienza su maduración. La cantidad de presión al interior de los tejidos vasculares del mango es afectada por la cantidad de látex dentro de los tejidos, probablemente porque el árbol almacena agua dentro de los frutos. Los frutos bien duros tienen pulpa rígida que puede restringir la expansión de los vasos vasculares en la medida que se llenen de látex. Esta presión es evidente cuando los mangos son cosechados y el látex sale del pedúnculo.

Algunas operaciones comerciales miden la cantidad o la fuerza del chorro de látex como un indicador de la madurez del fruto y/o su predisposición a ser dañado por el tratamiento con agua caliente. A un nivel de turgencia dado (nivel de presión influenciado por la cantidad de agua dentro del fruto), un mango con una madurez más avanzada tiene un débil chorro de látex. La fuerza del chorro de látex es afectada tanto por la turgencia como por la madurez del fruto, el chorro es altamente variable. Sin embargo, no es posible cuantificar una relación entre el chorro de látex y la madurez del fruto. En muchos casos, un mango en estado avanzado de madurez no tendrá látex del todo. Una práctica comercial es la de permitir un período adicional de descanso (24 a 48 horas) previa al tratamiento con agua caliente, así como cuando la muestra representativa de mangos

cosechados presenta más del 30% de los frutos con un fuerte chorro de látex.



Salida de látex de un mango cosechado

## SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Los azúcares son los mayores sólidos soluble en el jugo de mango y por lo tanto, los SST pueden ser usados como un estimado del contenido de azúcar. Adicionalmente, los ácidos orgánicos, aminoácidos, compuestos fenólicos, y las pectinas solubles también contribuyen a los SST. Los almidones suspendidos en el jugo de mangos inmaduros o que no han iniciado maduración pueden interferir en la medición de los SST y resultar en lecturas totalmente erróneas. También, los SST en mangos cosechados son altamente influenciados por los programas de riego y lluvia. Los mangos cosechados en campos donde el riego está en proceso o bajo condiciones de lluvia tienen bajos niveles de SST cuando se compararon con mangos de similar madurez de cosecha en fincas donde el riego es retirado previa a la cosecha. Debido a estos problemas potenciales, SST es probablemente un mejor indicador de la calidad de maduración de un mango en vez de una medida de la madurez de cosecha.

Los SST pueden ser determinados con una pequeña muestra de jugo de fruto usando un refractómetro que mide el índice de refracción, el cual indica como el haz de luz es desacelerado a través del jugo del fruto. El refractómetro tiene una escala para el índice de refracción y otra para su equivalente en °Brix o en porcentaje SST, el cual puede ser leído directamente. Los refractómetros digitales remueven los errores potenciales del operador en la lectura de los valores.

Los niveles de SST en mangos verdes maduros (mínimo de 7 a 9% en cosecha) incrementan con la maduración hasta alcanzar de 14 a 20% en fruta madura. El nivel mínimo aceptable de SST puede diferir para mangos destinados para exportación dependiendo de la distancia de transporte. Así,

el mínimo indicador de SST para mangos exportados a los Estados Unidos desde Suramérica puede ser bajo comparado a los frutos de mango exportados de Centroamérica y México, pero el contenido total de sólidos (materia seca), debería ser similar.



Refractómetros manuales medidores digitales de escala (derecha) y de escala visual (izquierda)



Medición del contenido total de sólidos solubles (°Brix) de un fruto de mango a través del refractómetro

El método más común de extracción de jugo usado en la industria es el de apretar la mitad de una fruta directamente dentro del prisma de un refractómetro de mano. Sin embargo, el exprimir una fruta firme puede variar de persona a persona y dar resultados variables. El exprimir manualmente puede resultar en una sobreestimación del contenido de SST debido a que las gotas de jugo vienen primero de la porción madura del fruto.

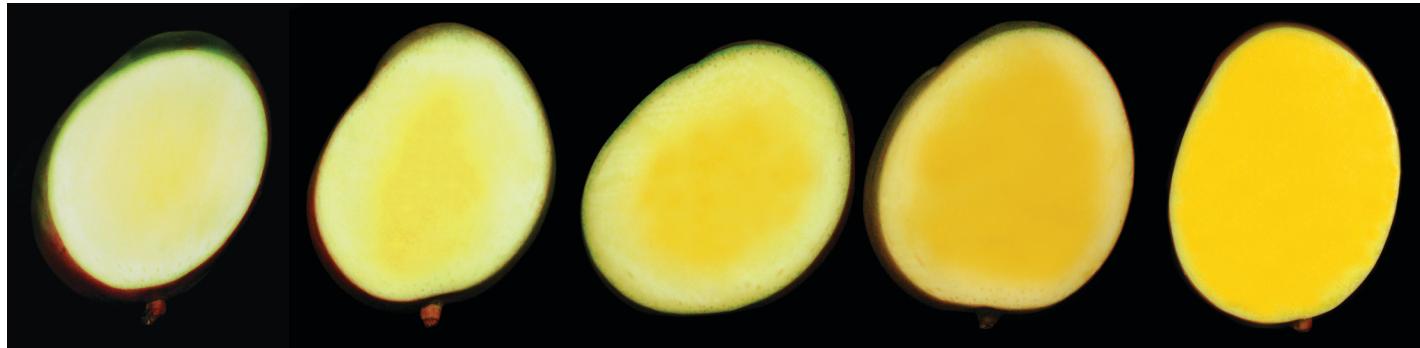
Otro método usado para obtener jugo de frutas muy firmes es el de rebanar la porción del pómulo del fruto y luego raspar con la cara de un cuchillo a lo largo de la pulpa expuesta, colectando una pequeña cantidad de jugo de la hoja del cuchillo, el cual es entonces colocado en el prisma del refractómetro.

El mejor enfoque es hacer jugo con toda la pulpa de la fruta, usando un exprimidor manual y luego medir el contenido de SST. Sin embargo, el proceso del jugo de toda la fruta es considerado también demasiado tiempo y engorroso para la industria del mango.

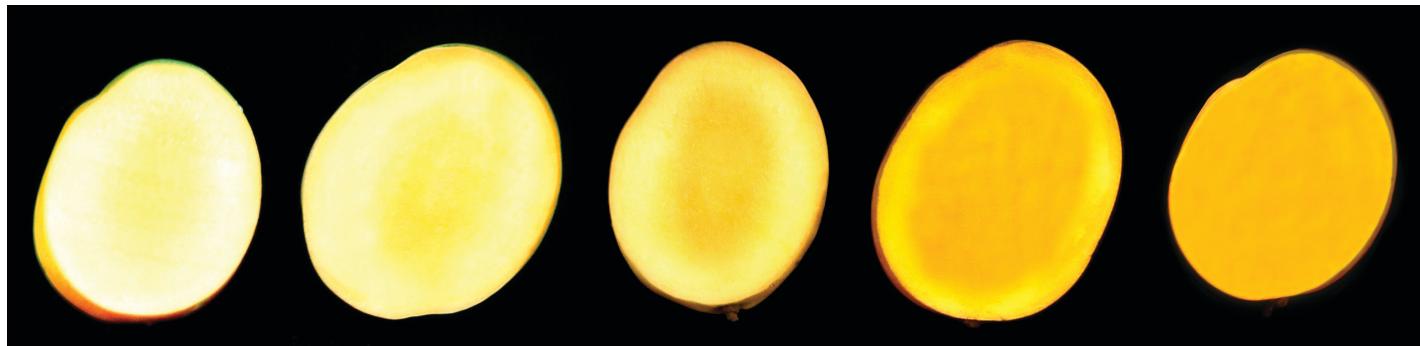
Para hacer las cosas fáciles y rápidas, parte del tejido de la pulpa de ambas caras del fruto de mango puede ser usado para medir el contenido de SST. Se toman tejidos de pulpa de una región ecuatorial (2 a 3 incisiones) de cada lado de un fruto de mango usando un pelador de papas y se hace jugo con un exprimidor de limón; se usa el jugo resultante para determinar el contenido de SST con un refractómetro.

## COLOR DE LA PULPA

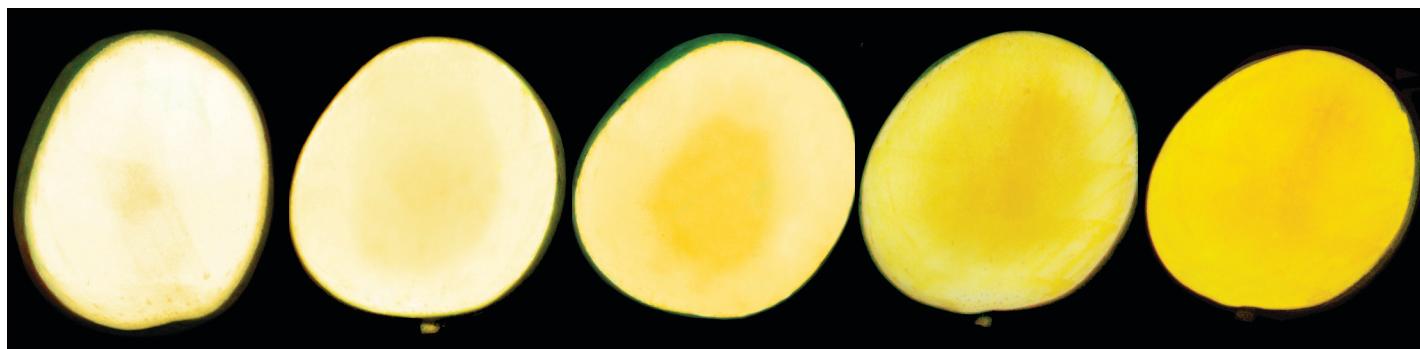
La madurez puede ser medida por el color de la pulpa (más del 75% del área mostrando el color amarillo; estado #3 en la escala de 5-puntos mostrada en el acompañamiento de las fotografías), y puede ser relacionado a factores externos para cada cultivar creciendo en cada área de producción. Estos factores externos incluyen el tamaño del fruto, forma del fruto (desarrollo de hombros), y el color de la piel de la cáscara (cambio de verde oscuro a verde claro a verde-amarillo). El personal de cosecha debe de ser entrenado para cosechar solamente esos mangos que coinciden con los índices de madurez.



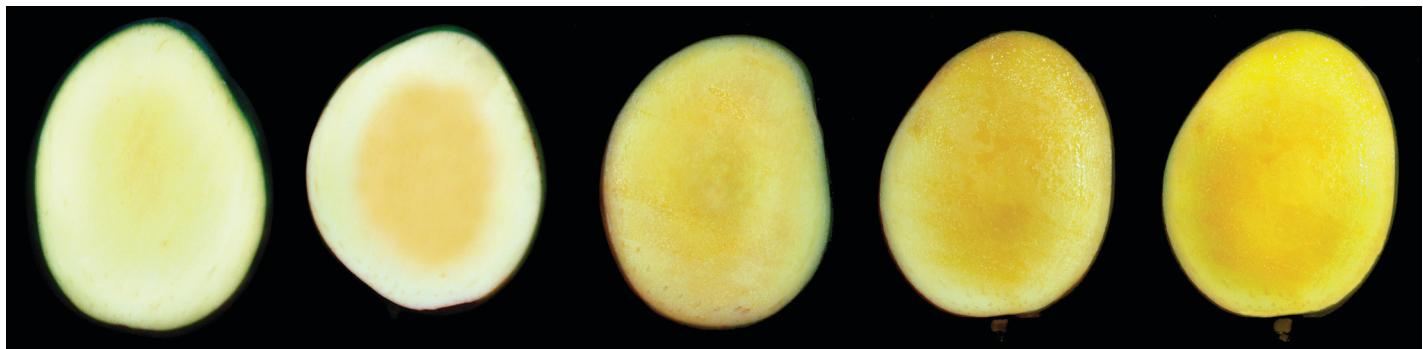
Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Tommy Atkins



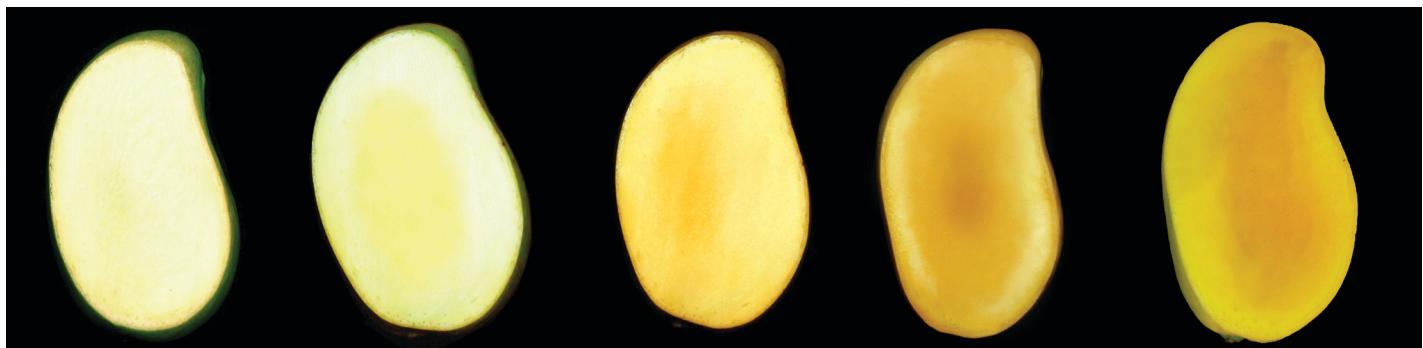
Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Haden



Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Kent



Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Keitt



Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Honey



Desarrollo del color interno de pulpa (escala de 1 a 5; de izquierda a derecha) para un mango Francis

## FIRMEZA DE FRUTO

La firmeza del fruto de mango decrece con la madurez fisiológica y la maduración del fruto en el árbol de mango, y continúa decreciendo durante la cosecha, manejo postcosecha, y el almacenamiento. La firmeza debería no ser usada como el único índice de cosecha, pero puede ser usada como un índice del estado de madurez. La firmeza mínima de pulpa para mangos exportados de Suramérica debería estar entre los 15 y las 20 libras-fuerza (lbf) al momento de la recepción en las empacadoras. La baja puntuación en la firmeza de pulpa podría ser aceptable tanto como ellos coincidan con una puntuación adecuada de SST y con el color de pulpa. Los mangos que son transportados desde cortas distancias, comparados con los mangos de Sudamérica, como son los mangos de México y Centroamérica pueden tener valores bajos de firmeza inicial

(10 a 15 lbf), pero el color de pulpa es un mejor índice para determinar la madurez apropiada o correctamente.

El concepto de máxima firmeza podría ser utilizado para mangos producidos en épocas tempranas, como un indicador de inmadurez. Los mangos con una alta firmeza de pulpa (22 lbf o más) probablemente tendrán una alta incidencia de frutas inmaduras y daños por el tratamiento de agua caliente.

Muchos métodos destructivos y no destructivos han sido usados para medir la firmeza de los frutos de mango. El método mas común para la medición de firmeza está basado en la fuerza de penetración en ambos pómulos (con la piel removida) usando un penetrómetro con un punta de 8-mm (5/16 pulgadas). Debido a que los mangos maduran (y la pulpa

se ablanda), de la parte interior a la exterior – la profundidad a la que se remueve la cáscara antes de la medición debe ser coherente de una fruta a otra y que así, las mediciones sean exactas. Un mejor método es cortar la fruta por la mitad, longitudinalmente, y realizar las mediciones a cada lado de la semilla, a la mitad de la distancia entre la superficie de la semilla y la cáscara. Ver la forma de “Inspección y Evaluación de los Mangos en Granja/Empaque/Importador/DC/Tiendas de Ventas al Detalle en el Formulario de Evaluación de la Calidad del Mango en Apéndice.



**Medición de la firmeza de pulpa de mango con un penetrómetro manual**

Alternativamente, un ‘Durometro’ Rex puede ser usado para medir la firmeza (como la fuerza de deformación), en mangos verde-maduros con el método no destructivo para tomar, al menos, dos lecturas separadas al azar, alrededor de la región ecuatorial de la fruta de mango.

## CONTENIDO DE MATERIA SECA (SÓLIDOS TOTALES)

El contenido de materia seca (MS) es un mejor indicador de la madurez de cosecha que los SST, y está directamente relacionado a ambos – el SST y la calidad de consumo de los mangos maduros. En Australia, el contenido de materia seca del tejido de la pulpa es considerado un índice de madurez mucho mejor que el color de pulpa y al contenido inicial de SST. Por ejemplo, en mangos ‘Keitt’, la acumulación del contenido de materia seca es del 18% al 20% y puede ser usado como un índice exacto de madurez a la cosecha. Un rango similar de contenido de materia seca combinado con otros índices de cosecha como son el color de pulpa y la firmeza de fruto, pueden ser usados para otros cultivares de mango.

El contenido de materia seca puede ser medido rápidamente por evaporación del agua del tejido de fruto previamente pesado, usando un horno de microondas.



**Medición del contenido de materia seca de mango en un horno de microondas**

El tejido de la cáscara no debería ser incluido cuando se determina el contenido de materia seca. El tejido de la piel de la cáscara tiene un alto contenido de materia seca, más alto que el tejido de la pulpa y puede causar una sobreestimación de los resultados cuando se mida el contenido de materia seca. El tejido de la pulpa de los mangos verdes inmaduros puede ser rallado manualmente o cortado en rodajas delgadas usando un pelador de papa. Colocar una porción de muestra de unos 5 gramos de tejido (pesado con precisión de centésima de gramo), dentro de un plato Petri o un recipiente que se pueda colocar en un horno de microondas. Ajustar el horno de microondas de tal forma que el tejido se seque sin que se queme, y luego volver a pesar la muestra inmediatamente después de ser secada. Repetir las aplicaciones del horno de microondas a intervalos de 1 minuto hasta que el peso sea constante (tiempo mínimo de secado es de 4 a 7 minutos).

## Prácticas de Desinfección de Agua CONTROL DE PATÓGENOS QUE CAUSAN PUDRICIONES POSTCOSECHA

Los frutos de mango son susceptibles a la infección por varios hongos que causan pudriciones. La fruta de mango puede también ser contaminada con bacterias y patógenos virales humanos, comenzando con las operaciones de campo. Las bacterias son más fáciles de eliminar que los hongos debido a que las primeras no presentan pared celular. En adición, los tejidos en descomposición pueden ser más susceptibles de albergar patógenos humanos. Un estudio demostró que la *Salmonella* es mucho más prevalente y creció mucho más rápido en los tomates infectados con la pudrición blanda bacteriana [*Erwinia carotovora* (*Jones*) *Bergey et al.*]. Por lo tanto, las estrategias de control deben considerar estos dos escenarios.

Existen tres enfermedades principales fungosas que afectan el fruto de mango, y se conocen con el nombre de la pudrición por Alternaria o punto negro [*Alternaria alternata* (Fr.) Keissl.], Antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.)] y la pudrición de la base del pedúnculo del fruto (causado por varias especies de hongos). Dado que la inoculación ocurre en el campo, las medidas de control antes de la cosecha son esenciales para minimizar la pudrición postcosecha. Una vez infectado, la pudrición se expande en la medida que el fruto se madura y se pone más blando durante el manejo postcosecha y el transporte. La pudrición postcosecha es más frecuente bajo condiciones de clima húmedo en el campo, las cuales favorecen el crecimiento de los patógenos.

Al igual que otras frutas frescas y vegetales, los mangos tienen defensas naturales proporcionadas por la cera de la piel de la cáscara o epidermis. Sin embargo, los microorganismos pueden entrar al fruto de mango en diferentes formas. La piel contiene lenticelas abiertas las cuales son lo suficientemente grandes para permitir la entrada directa de hongos y patógenos bacterianos dentro de la pulpa. Esta entrada puede ocurrir en el campo cuando la lluvia o el riego acarrean las esporas y las bacterias sobre la superficie del fruto. Los patógenos pueden también acumularse en los tanques de lavado de la empacadora y el agua recirculada que no está propiamente desinfectada, infiltrándose dentro la fruta cuando entre al agua contaminada. Durante el manejo, la fruta en descomposición también reduce la calidad de las frutas vecinas en la caja de cartón a través de la producción de esporas que provocan una descoloración e infectan los frutos cercanos, o también mediante la aceleración de la producción de etileno que precipita la maduración o el desarrollo de desórdenes fisiológicos, y al facilitar la difusión de los organismos causantes de la pudrición a frutos adyacentes (en cajas), directamente o liberando jugos de los tejidos infectados.

La falta de cuidados en el manejo de las operaciones postcosecha y empaque causa daños mecánicos que provocan otros puntos de entrada. Pinchazos, cortes y abrasiones que quiebran y debilitan estas barreras físicas naturales y que, en el proceso, provocan la ruptura de las células de la pulpa del fruto de mango. La liberación del contenido celular (agua y nutrientes), promueve el crecimiento de los patógenos. Aunque las contusiones o lesiones podrían no romper actualmente la epidermis, el resultado es que los tejidos estresados son más susceptibles de ser atacados por los patógenos.

Existen muchas formas para minimizar el desarrollo de pudriciones postcosecha.

- **Practicar una buena desinfección en el campo y a través de toda la cadena de manejo de cosecha y postcosecha.** Existe una relación directa entre la población de patógenos causantes de pudriciones en el campo y en el equipo usado con relación al desarrollo de la pudrición de frutos. Así, la presencia de materia vegetal en descomposición en el campo (ejemplo: residuos de hojas, frutos podridos, plantas muertas, etc.), una cosecha inapropiada (sucia), y la utilización de equipos sucios resulta en altas tasas de descomposición.
  - › Frecuentemente limpie y desinfecte el equipo de cosecha y acarreo, área de empaque y equipamiento, y los contenedores de transporte. La limpieza diaria y las desinfecciones son recomendadas.
  - › Desinfecte y monitoree frecuentemente la calidad de todos los sistemas de recirculación de agua y asegúrese de que el agua potable esté libre de patógenos (ver “Saneamiento de Agua Recirculada” en el Apéndice para mayor información).
- **Use tratamientos postcosecha para erradicar o suprimir el crecimiento y desarrollo de los patógenos que causan pudriciones.** Los tratamientos con agua caliente, radiaciones, y compuestos sintéticos o biológicos o agentes biológicos son también efectivos. Sin embargo, estos tratamientos o productos deben de ser usados en estricta concordancia con las regulaciones establecidas por las agencias reguladoras de los países de destino de los productos exportados.
- **El enfriamiento rápido reduce el desarrollo de pudriciones.** Los microorganismos patógenos proliferan mejor a temperaturas más altas. Los mangos toleran el enfriamiento con agua helada, sin embargo, la aplicación del método de enfriamiento con aire forzado después del empacado de los frutos secos, hacen que las frutas sean menos favorables al desarrollo de pudriciones.
- **Almacene y transporte los mangos a la temperatura y humedad relativa más baja posible sin dañar la fruta.** [12°C (54°F) y 85% de HR]. Almacenar y/o manejar mangos por debajo de la temperatura recomendada puede causar daños por frío que promueven en gran medida pudriciones y causan sabores y olores desagradables durante la maduración. Esporas de hongos germinan bajo alta humedad relativa (ejemplo: >95% HR) o en la presencia de agua libre en el producto. Las temperaturas fluctuantes durante el almacenamiento y el transporte causan condensación que se forma en la superficie de las frutas de mango.
- **Las atmósferas controladas o modificadas pueden extender la vida postcosecha.** Estos tratamientos, en conjunto con un manejo de temperatura apropiada, posteriormente retardan la senescencia del fruto y por tanto retardan el desarrollo de pudriciones.

La rigurosa atención a estos detalles ayuda a mantener los productos con pudrición por debajo de los límites especificados por los estándares de calidad del USDA, lo cual ayuda a reducir las pérdidas económicas.

## DESINFECCIÓN DEL AGUA RECIRCULADA

Una apropiada desinfección del agua usada en los tanques de depósito (especialmente del agua recirculada), equipo de enfriamiento, y de otros equipos usados en las empacadoras es importante para la entrega de un buen producto a los consumidores. No solamente son las malas condiciones sanitarias las que promueven las pérdidas directas de productos a través de las pudriciones, sino que estas también incrementan la preocupación sobre la inocuidad de los alimentos acerca de los patógenos humanos que cada vez se tornan más importantes para los consumidores. Dado que el agua es una de las principales vías de transporte de patógenos, se debe tratar (ya sea químicamente o físicamente) para prevenir la acumulación de patógenos en el agua y prevenir la contaminación cruzada de los productos solicitados por los consumidores. Sin embargo, estos tratamientos no son particularmente efectivos en la reducción de los patógenos que ya están presentes en la superficie del producto. Es mucho más efectivo prevenir la contaminación cruzada de frutas no infectadas siguiendo las – ‘Buenas Prácticas Agrícolas’ las cuales proveen directrices específicas referentes a la calidad del agua en el campo, uso del estiércol y biosólidos municipales, prácticas de cosecha y desinfección de los trabajadores.

Las frutas frescas cosechadas pueden albergar largas poblaciones de patógenos, particularmente durante la temporada de lluvia. Cuando estas frutas son traídas a la empacadora y sometidas a los sistemas de agua recirculada (tales como los tanques de recepción, canales de flujo, lavado por aspersión, sistema de agua caliente, y de enfriamiento por agua), los patógenos son lavados de la superficie de las frutas. La propia desinfección del agua reduce la acumulación de patógenos en el agua, virtualmente eliminando la inoculación de otros mangos y reduciendo la incidencia de las pudriciones durante el transporte y el manejo de los mangos. El agua desinfectada correctamente también mata a las bacterias responsables de infecciones de origen alimentario en los seres humanos. Cualquier desinfectante debe ser aprobado para su aplicación por las autoridades reguladoras donde el cultivo será vendido.

Muchos problemas de pudriciones postcosecha resultan del uso incorrecto de los desinfectantes usados para tratar el agua recirculada. Generalmente, los empacadores que siguen las directrices recomendadas a continuación (Sargent et al., 2008), tienen problemas insignificantes en cuanto a pudriciones postcosecha. Esta sección aborda los factores

críticos necesarios para una efectiva desinfección de los sistemas que emplean agua recirculada. Se da énfasis al uso del cloro debido a que es el método predominante usado por los empacadores de producto fresco para desinfectar los sistemas de agua.

### Cloro

**Eficacia del Cloro.** Existen muchas ventajas al usar el cloro, a saber, mata efectivamente un amplio rango de patógenos, actúa de manera relativamente rápida, y es relativamente barato. También deja muy pocos residuos o películas en las superficies. Las formas más comunes de cloro usados son el hipoclorito de sodio, el hipoclorito de calcio, dióxido clorinado y el gas clorinado.

Una vez agregado al sistema de agua, el compuesto de cloro se separa en ‘cloro libre’ (también llamado ‘cloro disponible’ o ‘cloro no reactivo’). El cloro libre es la forma (ácido hipocloroso) que mata patógenos, y su eficacia depende del pH. El cloro total representa todas las formas de cloro en el agua. El producto a base de cloro es agregado al agua de acuerdo a la necesidad de reponer el cloro perdido debido a la demanda de cloro. **La demanda de cloro** se refiere a las reacciones que causan que el cloro libre se torne inactivo y, por lo tanto inefectivo para la desinfección del agua. Esto ocurre cuando el ácido hipocloroso comienza a ponerse en contacto con la materia orgánica, productos químicos, microorganismos, y la superficie de las frutas. *Por estas razones, el cloro libre debe siempre ser medido, y no el total de cloro en el agua.*

El cloro libre es más efectivo cuando el pH del agua se encuentra en el rango de 6.5 a 7.5. Si el pH está por debajo de 8.0, el cloro actúa muy lento y se requiere una mayor concentración para lograr el rápido efecto de matar a los patógenos en el agua. Los compuestos concentrados de cloro tienen un alto pH, y la adición de cloro al agua mientras se realiza el empaque incrementa el pH del agua. El pH del agua es bajado con el uso de productos de calidad alimentaria, tales como el ácido cítrico. En contraste, si el pH esta por debajo de 6.5, entonces, el cloro está también reactivo; es más corrosivo para los equipos y entonces es más difícil de mantener las concentraciones efectivas de cloro. *Por estas razones, los patógenos que causan pudriciones, particularmente los hongos, son efectivamente controlados en el agua de recirculación cuando el cloro libre esta en el rango de 100 a 150 ppm y el pH esta entre 6.5 y 7.5.*

**Otros factores.** La eficacia del cloro puede también ser afectada por el nivel inicial de inóculo presente en la superficie de los frutos, la temperatura del agua, el tiempo de exposición de los frutos en el agua, y la ausencia de áreas estancadas. Como un ejemplo, numerosos estudios

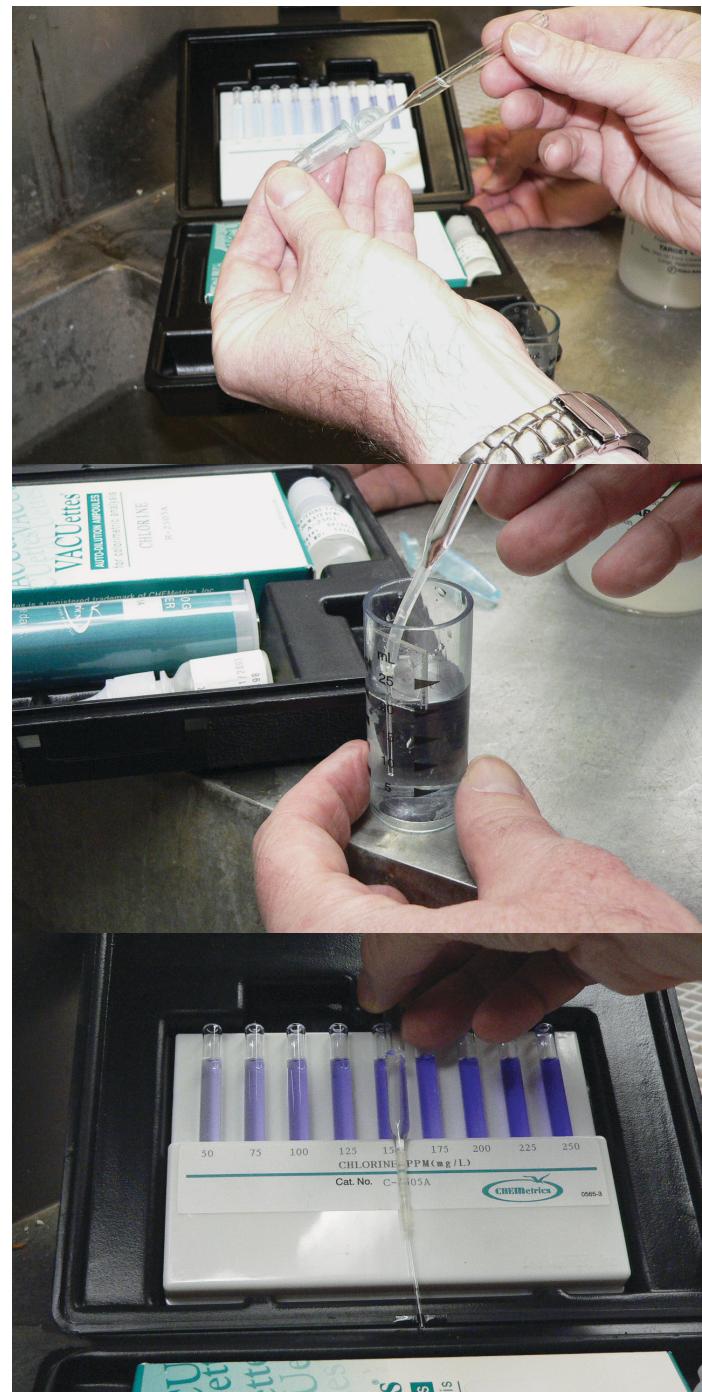
en el manejo de tomates han dado como resultado las recomendaciones adicionales siguientes que pueden ser aplicadas a los mangos:

- El tanque de descarga de agua debería estar calentado a 5.6°C (10°F) por encima de la temperatura de entrada de las pulpas para reducir la infiltración del agua (y patógenos) dentro de los frutos.
- Los frutos no deben estar en el tanque de descarga por más de 2 minutos o sumergidos más de unas pulgadas para minimizar la infiltración. Los aforadores deben ser diseñados de tal forma que las frutas se muevan a través del sistema rápidamente y no se conviertan en frutas atrapadas en remolinos.
- Los tanques de descarga deben ser drenados, limpiados y desinfectados diariamente.
- Después de cada uso, los componentes de la línea de empaque, áreas de empaque, y pisos deben ser limpiados y desinfectados.
- Antes de trabajar en las líneas de empaque, los trabajadores deben lavarse sus manos completamente.

**Vigilancia.** La eficacia del cloro debe ser mantenida en todo momento durante las labores de empaque. El agua recirculada debe ser rutinariamente monitoreada para medir la concentración del cloro libre y el pH, y ajustarlo en consecuencia a las concentraciones requeridas. *Toda el agua recirculada debería ser cambiada diariamente, o más frecuentemente si el agua comienza a ponerse sucia debido a la presencia de materia orgánica.* Las altas concentraciones de sal pueden también acumularse en el agua y causar daños a la piel de los frutos. Ciertos tipos de corrosión asociados con la cloración del agua pueden causar daños a los tanques de concreto. Los códigos ambientales locales deben ser consultados para eliminar adecuadamente el agua clorinada.

**Mantenimiento de la sanidad del agua.** Existen muchas formas de mantener una adecuada concentración de cloro. Hay sistemas automatizados comercialmente disponibles que continuamente monitorean y registran el pH y el potencial de óxido-reducción (POR) del agua. El valor de POR está correlacionado con la concentración del cloro libre, y cuando la lectura del POR cae por debajo del valor establecido, un producto clorinado es automáticamente agregado al agua. También se agregan estabilizadores o acidificadores para mantener niveles de pH apropiados. *Muestras deben tomarse manualmente cada 1 ó 2 horas para verificar que los equipos automáticos están trabajando correctamente.*

Otros sistemas menos sofisticados continuamente dispensan productos de cloro, pero ellos requieren frecuentes mediciones manuales de la concentración del cloro libre para verificar la cantidad de cloro que ha sido adicionado.



Monitoreo manual de la concentración cloro y pH del agua del tanque de recepción de recepción de mangos del campo

El manager de la empacadora debe estar vigilando estos sistemas porque la demanda de cloro puede cambiar abruptamente, así como con los productos que se agregan procedentes de diferentes campos, de un productor diferente, o de un personal de campo distinto. Si las mediciones de cloro libre no son tomadas frecuentemente, los niveles de cloro libre en el agua pueden disiparse rápidamente, lo cual puede, potencialmente, conllevar a la acumulación de microorganismos peligrosos en el agua.

*Los productos clorinados pueden ser manualmente agregados, pero las mediciones del cloro libre y del pH deben de ser realizadas al menos cada 30 minutos para mantener las condiciones mínimas para mantener el agua desinfectada.*

Con todas las adiciones de desinfectantes y los ajustes de pH, los productos deben estar bien mezclados con el agua corriente. Por ejemplo, el gas tóxico de cloro es liberado al aire dentro de la empacadora cuando se crean áreas de pH extremadamente bajo (<4.0).

## Desinfectantes alternativos

Otros químicos antimicrobiales han sido aprobados por la Agencia de Protección del Ambiente (EPA) de los Estados Unidos para su uso con productos alimenticios. Sin embargo, los empacadores de mango/transportadores deben verificar que los productos sanitarios sean aprobados para aplicaciones específicas por la autoridad regulatoria donde el cultivo será vendido. Los siguientes son algunos de los productos sanitarios aprobados y se indican las ventajas y desventajas del uso de cada uno.

**Dióxido clorinado ( $\text{ClO}_2$ ).** El dióxido clorinado es un producto gaseoso producido sintéticamente de color amarillo-verduzco con un olor a cloro. El dióxido clorinado es mucho más específico para matar microorganismos que en su estado clorado, con una concentración típica entre 1 y 5 ppm sobre un rango de pH de 6 a 10. A diferencia del cloro, sin embargo, el  $\text{ClO}_2$  no se hidroliza en el agua. Así, este se mantiene en estado gaseoso dentro de la solución. Sin embargo, el  $\text{ClO}_2$  fácilmente pierde el estado gaseoso cuando el agua es agitada, como cuando los atomizadores para lavadores son usados, creando riesgos para los trabajadores y equipos. El dióxido clorinado es usualmente generado en el sitio porque el gas concentrado puede ser explosivo y se descompone rápidamente cuando se expone a la luz o a temperaturas por encima de los 50°C (122°F). Los métodos para monitorear la concentración del  $\text{ClO}_2$  no son simples.

**Ozono ( $\text{O}_3$ ).** El ozono es un gas soluble en agua que se forma cuando la electricidad o la luz ultra violeta divide las moléculas de  $\text{O}_2$  y forma la molécula de  $\text{O}_3$ . El gas de  $\text{O}_3$  es uno de los desinfectantes más fuertes disponibles, sin embargo, también es un agente oxidante muy fuerte y es altamente corrosivo para los equipos incluyendo el caucho, algunos plásticos, y la fibra de vidrio. Un panel de expertos declaró que el  $\text{O}_3$  sea generalmente reconocido como seguro (GRAS) en 1997 y el  $\text{O}_3$  es corrientemente un producto legal para ser usado en aplicaciones de contacto en productos alimenticios (USDA AMS, 2007b). Aunque el  $\text{O}_3$  no es particularmente soluble en agua [30 ppm a 20°C (68°F)], las concentraciones de 0.5 a 2 ppm son efectivas contra patógenos en agua limpia sin ninguna presencia de suelo o

materia orgánica. En la práctica, aun en concentraciones de 10 ppm son difíciles de obtener y concentraciones de 5 ppm o menos son más comunes. Existen reportes que indican que el  $\text{O}_3$  puede inducir resistencia a ataques subsiguientes de hongos en algunos productos hortícolas.

El  $\text{O}_3$  se descompone rápidamente en el agua. Tiene una vida media de 15 a 20 minutos en agua limpia, pero menos de un minuto en agua que contenga partículas de suelo suspendidas y materia orgánica. Así, el agua oxigenada debería ser filtrada para remover esas partículas. Las temperaturas más frías a las del agua del hidroenfriador podría también extender la vida media del  $\text{O}_3$ . La actividad antimicrobial del  $\text{O}_3$  es estable entre un pH de 6 a 8, pero se descompone más rápidamente a niveles de pH más alto. El  $\text{O}_3$  solo se descompone en  $\text{O}_2$  y ningún otro producto tóxico ha sido reportado derivado del  $\text{O}_3$ . La eficacia del  $\text{O}_3$  se disminuye cuando el hierro, manganeso, cobre, níquel, hidrógeno sulfídrico, o amonio están disueltos en el agua.

El  $\text{O}_3$  es tóxico para los seres humanos debiendo ser utilizado con precaución en el sitio de manera directa ya que tiene un fuerte poder de oxidación. La exposición prolongada al  $\text{O}_3$ , con una concentración mayor a las 4 ppm en el aire puede ser letal. El ozono ( $\text{O}_3$ ) tiene un olor irritante que puede ser detectado por los seres humanos en concentraciones de 0.01 a 0.04 ppm. La oficina de Seguridad Ocupacional y Administración de Salud (OSHA) de los Estados Unidos de Norteamérica ha establecido los límites de  $\text{O}_3$  en exposición al aire, en cuanto a la seguridad laboral, de 0.1 ppm en un período de 8 horas laborales y 0.3 ppm para un período de 15 minutos. Concentraciones mayores a 1 ppm en agua, pueden provocar emanaciones de gases al aire, lo cual excede los límites de 0.1 ppm estipulados por la OSHA.

**Ácido Peroxiacético (APA).** El ácido peroxiacético (ejemplo, Tsunami®, VigorOx®, etc.) es un fuerte agente oxidante formado del peróxido de hidrógeno y el ácido acético. El producto concentrado (por encima del 40% APA) tiene un olor fuerte y es altamente tóxico para los humanos. El APA es muy soluble en agua con muy poca formación de gases y no deja productos compuestos tóxicos o residuos en el producto tratado. A diferencia del cloro y el ozono, el APA tiene una buena estabilidad en agua contenido materia orgánica, la cual puede grandemente incrementar la longevidad del producto sanitario, y no es corrosivo a los equipos. El APA es más activo en ambientes acidificados con pH entre 3.5 y 7, pero su actividad declina rápidamente por encima de un pH 7 a 8. Las altas temperaturas y la contaminación con iones metálicos también reducen su actividad. El APA no es tan efectivo contra las esporas de hongos como lo es el cloro.

## **DIRECTRICES ESPECIALES PARA LA DESINFECCIÓN DE MANGOS ORGÁNICOS**

Los mangos producidos orgánicamente también son manejados, empacados y exportados acorde a los estándares de certificación del Programa Nacional Orgánico establecido por el Servicio de Comercialización del USDA (USDA AMS, 2007a).

El mantenimiento de las condiciones sanitarias es más riesgoso para los cultivos orgánicos debido al limitado número de medidas sanitarias aprobadas. Los aspectos sanitarios y la higiene del personal que trabaja con los productos orgánicos son críticos durante todas las operaciones de manejo y lavado de los productos para minimizar el riesgo de difusión de los patógenos humanos, de frutas contaminadas a frutas no contaminadas. Estudios de investigación han demostrado que el lavado adecuado de las manos es tan higiénico como el uso de guantes de plástico. Todas las superficies que están en contacto con el producto deben ser desinfectadas y limpiadas regularmente. Esto incluye los montacargas, bancos, herramientas para cortar/tijeras para recortar, y contenedores que son reusados. El cepillado a fondo de las superficies de contacto con agua y jabón seguido por el enjuague con agua potable es muy efectivo en la remoción de basura y patógenos, eliminando todo tipo de acumulación causados por ellos mismos.

Las operaciones de limpieza tienen su riesgo también. La limpieza de frutas con un trapo usado no es apropiada dado que los microorganismos que están acumulados en el trapo pueden ser transferidos a otras frutas. El mejor método para el lavado o el enjuague de mangos es cepillar cuidadosamente las frutas mientras las mismas circulan con el agua potable. Los detergentes no se recomiendan en el lavado directo de los productos dado que ellos pueden favorecer la introducción de microorganismos, incrementando las pudriciones posteriores a la cosecha. Además, muchos detergentes contienen surfactantes sintéticos cuyo uso está prohibido en sistemas de producción orgánica. El agua de lavado y enjuague puede contener cloro siempre y cuando cumpla con los estándares federales de concentración para agua de consumo humano (máximo de 4 ppm de residuo de cloro en los Estados Unidos de Norteamérica), medido al descargue (U.S. E.P.A., 2019). El ácido cítrico es permitido para ajustar el pH del agua al rango de 6.5 a 7.5, el cual hace que el cloro sea más efectivo para fines sanitarios.

El lavado de los tanques de descarga y los tubos de conducción de agua es otro método sanitario comúnmente usado. Para cultivos orgánicos, el uso de agua reusada presenta riesgos porque algunos hongos y bacterias postcosecha pueden sobrevivir a los tratamientos con bajas concentraciones de cloro y pueden contaminar los productos.

El ozono es aceptable como desinfectante del agua previa a su uso, sin embargo, es más efectivo desinfectar el agua que ha sido usada una sola vez (agua no recirculada), que la que ha sido usada en más de una aplicación (agua recirculada). Los mangos también se pueden beneficiar de por lo menos 5 minutos de agitación, en una solución de vinagre blanco (ácido acético) al 35%, el cual ha mostrado ser efectivo en la desinfección de grandes cantidades de lechuga. Otros productos sanitarios aprobado para productos orgánicos incluyen: el cloruro de calcio, el cloruro de sodio, el peróxido de hidrógeno, y el ácido peroxyacético. La cera carnauba y la resina de madera pueden ser usadas sobre todo para cultivos orgánicos.

## **Prácticas de Manejo de la Temperatura**

El manejo de la temperatura es uno de los factores más importantes para el mantenimiento de la calidad de los mangos durante las operaciones de manejo y transporte. El manejo apropiado de la temperatura de las frutas hace factible la exportación de las mismas desde las áreas de producción hasta los mercados distantes. Las regulaciones fitosanitarias y el ‘Programa de Mejores Prácticas de Manejo’ para la seguridad alimentaria requieren de documentación exacta acerca de la historia de la temperatura requerida por el mango. Sin embargo, la temperatura del mango solamente puede ser manejada apropiadamente cuando la temperatura de la pulpa y los sistemas de calor/frío son medidos con precisión. Es más exacto medir la temperatura de la pulpa que la temperatura del aire, donde sea factible, porque es el mejor indicador de la progresión de la maduración de la fruta. Los rápidos cambios en la temperatura del aire y sus fluctuaciones no reflejan los suaves cambios en la temperatura de la pulpa.

El objetivo de esta sección es la de proveer protocolos para la medición exacta de la temperatura a través del proceso de distribución.

### **MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE FRUTA Selección del termómetro para la medición de temperatura**

Muchos tipos de termómetros están disponibles para uso comercial. Un termómetro manual con una sonda o punta rígida es más útil para la medición de la temperatura de la pulpa. Modelos más baratos usan una tira bimetálica ya sea con un lector analógico o con uno digital. El tiempo de respuesta varía de 1 a 2 minutos. Otros termómetros usan la tecnología del termopar o termoemisor el cual tiene una respuesta de tiempo rápida de 15 a 60 segundos, dependiendo del espesor de la sonda o punta. Para una

mayor exactitud, los termómetros para productos frescos deberían ser seleccionados con un rango de temperatura cercano como por ejemplo: -5 a 60°C (23 a 140°F). Los requerimientos regulatorios y las buenas prácticas de manejo (BMPs), dependerán de la medición continua y remota de la temperatura, en la cual, los termómetros estacionarios son montados en tanques de agua caliente o agua enfriada, conductos de aire frío forzado, cuartos fríos, contenedores marino y/o tráilers (furgones), refrigerados. Estos registros son anotados directamente en una computadora, portador de datos o impresos.

El uso de termómetros de mercurio de vidrio no se recomienda dado que pueden quebrarse fácilmente, causando heridas a los trabajadores y contaminando los frutos en el área de trabajo. Los termómetros de vidrio jamás deberían de ser usados para medir la temperatura de la pulpa. Aunque son muy exactos y sirven también para una calibración de referencia; solamente deben ser usados para áreas con temperatura controlada, tal es el caso del control de calidad de un laboratorio. El tiempo de respuesta de los termómetros de mercurio es más lento que los termómetros digitales, requiriendo cerca de 2 minutos para su calibración.

Los termómetros con rayos infrarrojos (RI) proveen una lectura rápida, aunque no son tan exactos como otros tipos de sensores de temperatura. Los termómetros de rayos infrarrojos funcionan mejor bajo condiciones de temperatura constante. Bajo condiciones de temperatura fluctuantes, ellos pueden proveer una falsa lectura de la temperatura. Por ejemplo, cuando una paleta es transferida a una temperatura caliente, las superficies de las cajas de cartón para mangos se calientan rápidamente. El termómetro de luz infrarroja mide la temperatura de la superficie de las cajas y no la temperatura de la pulpa, lo cual puede llevarnos a conclusiones incorrectas como que la carga fue transportada bajo una temperatura caliente.



Medición de la temperatura externa de un fruto de mango a través del uso de un termómetro de rayos infrarrojos

## Calibración del termómetro

Los termómetros de punta para medir temperatura deben de ser calibrados de forma regular, por ejemplo – una vez al año, al inicio de la temporada – es suficiente. El método mas fácil para calibrar un termómetro es el de medir la temperatura en una mezcla de hielo triturado con agua en un contenedor pequeño. Cuando la punta del termómetro se sumerge en el centro de la mezcla, la misma debe equilibrarse a 0°C (32°F). Si la lectura no es exacta, el termómetro debe ser ajustado a 0°C. Para determinar si el sensor es exacto sobre un rango de temperaturas, se podría también sumergir el mismo en agua hirviendo (asumiendo que este mide a una temperatura más alta), para verificar el registro de la temperatura de 100°C (212°F).

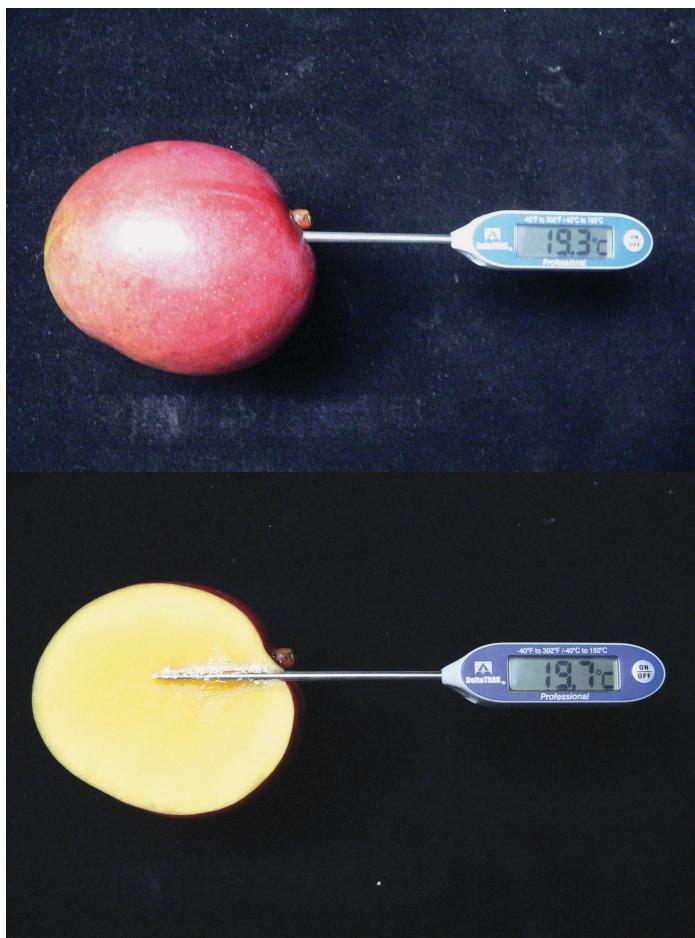
## MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DE LA PULPA

La temperatura de la pulpa de mango puede variar ampliamente, dependiendo de dónde esté localizada la fruta. Los frutos seleccionados para la medición de la temperatura de pulpa deberían reflejar el promedio de la temperatura de ese lote de frutas en particular. La turbulencia del agua en un tanque de agua caliente, calienta los frutos de manera uniforme; por lo tanto, todas las frutas deberían tener temperaturas de pulpa similar después del tratamiento, sin embargo, una vez que las frutas han sido empacadas y paletizadas, el enfriamiento ocurre a una tasa de enfriamiento más baja debido al incremento de barreras que detienen el flujo de aire. En esta última situación, los frutos muestrados cerca de la parte central del palet proveen la medida más exacta, comparada con la fruta más cercana al exterior del palet y expuesta a los lados externos de las cajas de cartón. Los frutos muestrados para la medición de la temperatura de pulpa son siempre descartados.

## Posición del termómetro de sonda o punta para la medición de la temperatura

La adecuada posición del sensor de temperatura es crítico para la medición exacta de la temperatura. La temperatura de pulpa está mejor determinada a través de la medición del promedio de masa del fruto, el cual es medido a una profundidad de 2/3 del radio de la fruta. Para el caso del mango, la punta del termómetro es insertada dentro de la parte baja del pómulo del pedúnculo a lo largo de la parte plana de la semilla cerca de la línea del Ecuador de la fruta; una vez inserto el termómetro, se registra la temperatura.

Para determinar la temperatura del agua caliente, el agua helada, o lo helado del aire – la punta del sensor debería estar localizada cerca del sitio de retorno del medio caliente o helado, y no en el lado donde se está aplicando el agua caliente, helada o el aire, ni tampoco cerca de una puerta de salida.



**Medición de la temperatura de la pulpa de mango mostrándose la posición correcta de la punta del sensor para medir la temperatura de masa promedio del fruto de mango**

## EVALUANDO LOS SISTEMAS DE TRATAMIENTO CON AGUA CALIENTE

El tratamiento con agua caliente es estrictamente monitoreado por los inspectores del APHIS-USDA, y los empacadores tienen que cumplir con las regulaciones estipuladas para dicho tratamiento (USDA APHIS PPQ, 2016).

## EVALUANDO LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO

Después del tratamiento con agua caliente, los mangos podrían ser enfriados con agua (hidroenfriados). El enfriamiento con agua es un método muy eficiente para enfriar los frutos de mango. Dado que la capacidad del agua es mucho mayor que la del aire, el hidroenfriado remueve el calor de los frutos a una tasa mucho más rápida que la del aire estando ambos a la misma temperatura. Una adecuada capacidad de refrigeración es esencial para tener condiciones óptimas de hidroenfriado porque el agua helada siempre se mantiene a un punto constante de temperatura ( $21.1^{\circ}\text{C}$  [ $\geq 70^{\circ}\text{ F}$ ]), a través del ciclo de hidroenfriado. Si la capacidad de refrigeración es demasiado baja, la temperatura del agua gradualmente se incrementa durante el enfriamiento,

alargando el tiempo de refrigeración. Las temperaturas del agua deben de ser medidas en el punto de suministro (más frío) y en el punto de retorno (más caliente). El ciclo de enfriamiento es completo cuando de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{7}{8}$  del calor de campo ha sido removido de los frutos, lo cual ocurre aproximadamente, cuando la temperatura en el punto de suministro y el punto de retorno son iguales.

## EVALUANDO LA TEMPERATURA DE LOS MANGOS DURANTE EL TIEMPO DE PREPARACIÓN PARA EMPAQUE

Después del tratamiento con agua caliente y del hidroenfriado, las cestas con mangos son trasladadas de los lugares de inmersión con agua caliente al área donde serán paletizados. En este punto, las frutas son muestradas para determinar la temperatura de la pulpa tal y como ha sido descrito en los métodos anteriormente mencionados. Cuando los palets son movidos del área de preparación, ellos son estibados de tal forma que facilitan el movimiento del aire entre los palets. Los abanicos o ventiladores ubicados de forma conveniente, tienen que tener la capacidad de mover el suficiente volumen de aire que asegure el flujo del mismo a través del área de preparación. Despues de mantener los palets en el área de preparación bajo temperatura ambiente, los frutos de mango son muestrados previa al empaque para medir la temperatura de la pulpa. La temperatura ambiente del aire debe ser monitoreada durante la preparación de las frutas y durante el tiempo de preparación de los palets, la correspondiente temperatura de los mismos debe ser ajustada.

## EVALUANDO LOS SISTEMAS DE ENFRIAMIENTO EN CUARTOS FRÍOS Y DE AIRE FORZADO

Después del empacado, las cajas de cartón son paletizadas y equipadas con el reforzamiento de esquinas y correas. Si son ubicados en cuartos fríos, el arreglo de los palets es crítico y debería ser similar al que se usó en el área de preparación. Mientras los palets estuvieron en el área de preparación, los abanicos del cuarto frío, tienen que tener la capacidad de mover el suficiente volumen de aire que asegure el flujo del mismo aire a través del cuarto frío. Los palets a ser enfriados con aire forzado deberían ser arreglados de acuerdo a las directrices de la Sección “El Enfriamiento Previo al Transporte”.

El volumen de los abanicos y la capacidad de refrigeración deben ser suficientes para lograr de  $\frac{3}{4}$  a  $\frac{7}{8}$  de frío. Evaluaciones previas con cada tipo de caja de cartón y tamaño de mango determinarán el tiempo requerido para el enfriamiento que los frutos requieren basado en la temperatura de la pulpa. La temperatura del aire para los cuartos fríos y los frigoríficos que son utilizados

para el sistema de enfriado con aire forzado deben de ser monitoreados todo el tiempo.

## EVALUANDO LAS TEMPERATURAS DE LOS TRÁILERS (FURGONES) Y LOS CONTENEDORES MARÍTIMOS

Antes de ser cargados los tráilers (furgones) o contenedores marinos, la temperatura de la pulpa de los frutos es medida; si la temperatura de los mangos no es la adecuada para el transporte, entonces, los tráilers (furgones) o contenedores no son cargados. Los tráilers (furgones) o contenedores refrigerados son enfriados hasta que alcancen la temperatura requerida para el transporte de los mangos y luego son inspeccionados para confirmar el adecuado flujo de aire. Si todas las condiciones son adecuadas hasta este punto, el tráiler o contenedor es cargado acorde con la sección “Cargado de Containers Marítimos y Tráileres (Furgones) Refrigerados”, para asegurar la distribución apropiada del aire. La temperatura del aire debería ser establecida acorde a las especificaciones establecidas en la factura de embarque y monitoreada continuamente durante el tránsito de la carga a su destino final.

Una vez que el cargamento ha arribado a su destino final, varios palets son descargados y la temperatura de pulpa es verificada. Las mediciones de la pulpa de las frutas deberían ser tomadas a través de los orificios de ventilación, si es posible. Se tiene que tener seguridad de que las puntas de los sensores de temperaturas estén ubicados en el centro de las muestras. Conceder suficiente tiempo a los inspectores para estabilizar la lectura correctamente antes de colectar el dato de temperatura. Si es necesario realizar cortes en los orificios de las cajas de cartones para tomar lecturas, sea cuidadoso de no dañar los frutos con el cortador de cajas y, reubicar y reparar con tape la porción de cartón removida de la caja. Ubicar una etiqueta con la fecha y el nombre del inspector en el área removida, de tal forma que las partes de destino estén conscientes de las razones por las cuales las cajas de cartón presentan daños. Si la temperatura de la pulpa reúne los criterios del recibidor, los palets son liberados para posteriormente proceder a la inspección de control de calidad.

## EVALUANDO LA TEMPERATURA DE LOS MANGOS EN LOS CDS Y EN LAS TIENDAS DE VENTAS AL DETAL O SUPERMERCADOS

En los CD, los mangos deberían estar bajo las temperaturas recomendadas y la humedad relativa acorde con la directriz de la Sección “Almacenamiento en el Área de Importación/CD, y las temperaturas del aire deben de ser monitoreadas. El manejo de la temperatura desde los centros de distribución a las tiendas de ventas al detal o supermercados se monitorea

durante la etapa de carga, transporte y recepción de la misma como se ha indicado previamente.

## Medición de la Humedad Relativa, Velocidad del Aire y Variación de Presión en Cuartos Fríos para Almacenamiento, Tráileres (Furgones) o Contenedores Marítimos

### HUMEDAD RELATIVA

La humedad relativa (HR) es la relación de la presión del vapor de agua en el aire con respecto a la máxima cantidad de vapor de agua que el aire puede mantener a una misma temperatura y que es normalmente expresado en porcentaje. La HR es una importante propiedad que hay que conocer porque provee una indicación de la tendencia de la fruta a perder agua. Dado que los espacios de aire dentro de una fruta de mango están saturados con agua, la tendencia es siempre, para esa agua, moverse hacia fuera de la fruta y dentro del aire circundante. También, el aire caliente tiene una mayor capacidad de retener agua que el aire helado, de tal forma que los frutos calientes ubicados en cuartos fríos pueden perder excesivas cantidades de agua si el aire del cuarto frío de almacenamiento no es humidificado apropiadamente y la temperatura de la fruta no es rápidamente bajada a la temperatura del cuarto frío.

La humedad relativa es medida con un psicrómetro, el cual usa la diferencia en temperatura medida de dos termómetros con bujías secas o mojadas para determinar la capacidad de secado del aire. Un psicrómetro consiste de termómetros de bujía seca y húmeda, y un balanceador para proveer el necesario flujo de aire para una adecuada evaporación de agua a través de la bujía húmeda. Un psicrómetro portátil dotado de abanico e impulsado por baterías puede ser usado en substitución del psicrómetro manual.

Una lectura exacta de temperatura a través de la bujía mojada es dependiente de: 1) la sensibilidad y la exactitud del termómetro; 2) el mantenimiento de una velocidad del aire al pasar por la mecha (un mínimo de 4.5 metros por segundo o 15 pies por segundo) por 20 segundos; 3) la protección del termómetro de las radiaciones como las de los motores y la luz; 4) el uso de agua destilada o dionizada para mojar la mecha; y 5) el uso de una mecha de algodón. Leer la temperatura del bulbo mojado rápidamente una vez que el movimiento del aire se ha detenido; repetir hasta que 2 lecturas sean casi idénticas y asegurar que la temperatura baja está siendo alcanzada.



**Uso de un psicrómetro de eslinga para medir la humedad relativa del aire**

## VELOCIDAD DEL AIRE

Para lograr una temperatura uniforme en los cuartos fríos de almacenaje se requiere movimientos de aire uniformes. Los puntos muertos donde el movimiento del aire es mínimo resulta en puntos calientes localizados en las áreas de producción de las tiendas de ventas al detal o supermercados. Es una buena práctica de manejo el que se explore las temperaturas refrigeradas de una instalación de manejo de mango y medir la velocidad del aire en varios puntos en patrón cuadriculado para determinar si es necesario hacer modificaciones para lograr una mejor distribución del aire.

Los frigoríficos con aire forzado deberían también ser sujetos a mediciones de velocidad del aire. Para asegurar una caída uniforme de la presión a través de los palets y un uniforme enfriamiento; la velocidad del aire debe de ser menor de 7.5 metros por segundo (1,500 pies por minuto) en el aire de retorno pleno (dentro del conducto) y el área de suministro de aire (Thompson et al., 2002). Poner especial atención al espacio entre una pared y la parte externa del conducto. Si la velocidad del aire es alta, el ancho de cada conducto o el área de suministro debe de ser ampliada.

La velocidad del aire puede ser medida usando un anemómetro de aspa; un anemómetro con malla caliente o un tubo Pitot, siendo el anemómetro el más simple, más barato, y fácil de usar. Los anemómetros de aspas también tienden a ser más exactos en aplicaciones prácticas porque la lectura es menos probable que sea afectada por las corrientes de aire dispersas a diferencia de los anemómetros con malla caliente y los tubos Pitot, los cuales miden una pequeña sección transversal del aire. Un anemómetro de aspa es usado para mantener simplemente el aparato de forma perpendicular al flujo de aire medido de tal forma que pueda captar el aire y hacer girar las aspas; la velocidad del aire es calculado a partir de la velocidad de las aspas que están girando.

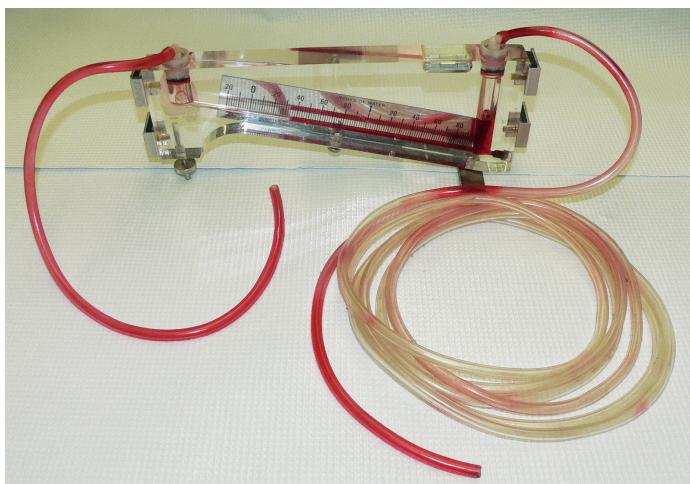


**Anemómetro de aspas usado para medir la velocidad del aire en movimiento**

## CAIDA DE PRESIÓN

El enfriamiento rápido con aire forzado requiere una alta tasa de flujo de aire a través de los palets. Estas tasas están relacionados a la caída de presión a través de los palets dentro del conducto de enfriamiento. Un medidor de la presión estática o manómetro puede ser usado para medir la caída de presión del lado externo al interno en un conducto de enfriamiento. Esto puede ser una forma conveniente para monitorear si el conducto de aire ha sido bien construido, o si el aire tiene un ciclo corto a través de las cajas de cartón de frutas de mango, disminuyendo el proceso de enfriamiento.

Un manómetro tiene dos tubos: un tubo para baja presión y un tubo para alta presión. El tubo de baja presión debería ser ubicado dentro del conducto lo más lejos posible del abanico. El tubo de alta presión debería ubicarse fuera del conducto, en el aireado cuarto frío de almacenamiento. La caída de presión puede variar esencialmente desde un cero para un conducto frío con excesivas aberturas para un ciclo corto del aire, hasta tanto como a una columna de 5 cms (2 pulgadas), para un túnel muy ajustado, posiblemente con cajas de cartón que tienen un área de orificios para ventilación mínima. Una caída de presión de 1.3 cm de columna de agua (0.5 pulgadas) es típico para un sistema bien manejado y bien diseñado.



**Un manómetro para medir las diferencias de presión**

Un indicador de presión instalado en el punto pleno de retorno del aire para medir la caída de presión entre la entrada del abanico del frigorífico de aire forzada y la salida es otra forma conveniente para monitorear la frecuencia del ciclo corto del aire. La presión baja que ocurre inusualmente en el punto pleno de retorno indica que el aire está con un ciclo corto y que es necesario localizar y organizar los orificios de las cajas de cartón.

## Inspección de Tráilers (furgones) y Contenedores Marítimos durante las Operaciones de Carga

Los contenedores marítimos y tráilers (furgones) siempre son inspeccionados antes de ser cargados con mercancía. Favor referirse a PEB Commodities, Inc. “*Refrigerated Container/Tráiler Loading Checklist*” indicado a continuación para productos a ser inspeccionados y registrados. La temperatura de los mangos en el momento de ser cargados dentro del contenedor marítimo o tráiler (furgón) debería siempre ser registrado usando los procedimientos descritos en “el Manejo de Temperatura” indicado anteriormente.

Use el diagrama “*Refrigerated Container/Tráiler Loading Diagram*” indicado a continuación para hacer un registro de las cajas de mango estibadas en el contenedor marino o en el tráiler (furgón).



## Lista de Verificación de Carga de Contenedor Refrigerado / Tráiler (Furgón)

Transportista	Temperatura ajustada (°F/°C)
Producto	Intercambio de aire (cfm/cmh)
Compañía de transporte	Número de cajas de cartón
ID del Container	Temperatura de pulpa (°F/°C)
B/L de los Camioneros#	Sellos de seguridad #
Registro de Temp. # (s)	CA Ajustado
Contenedor del Barco	Unidad de frigorífico Mfg.

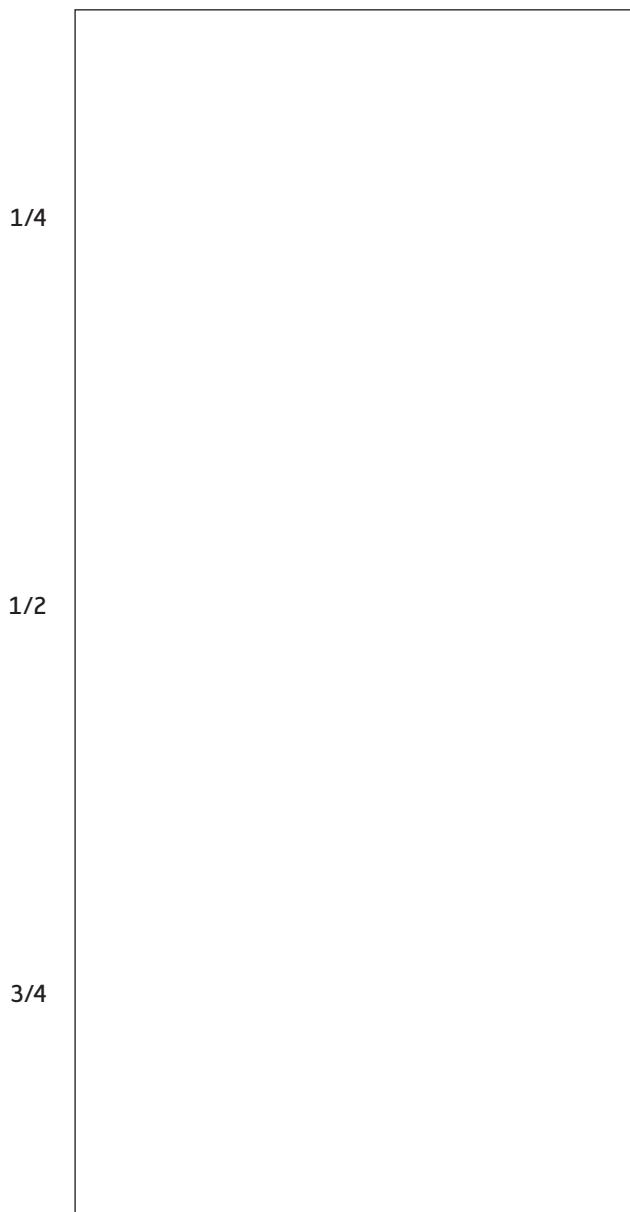
Lista de verificación del Contenedor	Si ( )	No ( )
Contenedor preenfriado a la temperatura de transportador		
Tabla adjunta Partlow		
Microprocesador de la Unidad Frigorífica		
Sensor portátil de Temperaturas		
MGset adjunto (Sonido)		
Ajuste correcto del termostato		
Intercambio correcto de aire fresco		
Estibado		
Paletizado		
Estibado arriba de la línea roja		

Condición del Contenedor	Bueno ( )	Problema ( )	Describir el Problema
Limpieza interior			
Olor Interior			
Daño			
Puertas traseras			
Sellado de Puertas			
Desagües de piso & Kazoos			
Unidad Operacional del Frigorífico			
Unidad Operacional MGset			
Llenado Adecuado del MGset			
<b>Fotos (ver exposiciones de fotos)</b>			
<b>Patrón de Carga (ver ilustración en página siguiente)</b>			

Firma del Inspector \_\_\_\_\_ Firma del Conductor \_\_\_\_\_

## Diagrama de Carga de un Contenedor Refrigerado/Tráiler

Parte delantera  
(Unidad de refrigeración)



Símbolos que están dibujados en el diagrama para el registro de cómo el tráiler fue cargado



Bolsa de Aire



Registro de Temperatura



Papel/cartón



Chimenea/Brecha/Canal de Aire

# Prácticas y Facilidades para la Evaluación de la Maduración del Mango

Los mangos que han comenzado a madurar pueden ser reconocidos por el cambio del color de la piel de la cáscara de verde a amarillo-verdoso y por el desarrollo de un color amarillo en la pulpa cerca de la semilla. Estos frutos son capaces de completar su maduración sin necesidad de aplicarles etileno para ello, sin embargo, la maduración es más rápida y más uniforme (dentro de un lote de frutas), cuando las frutas son tratadas con 100 ppm de etileno de 20 a 22°C (68 a 72°F). Sin etileno, la tasa de maduración varía de fruto a fruto y toma mayor tiempo a un lote de mangos alcanzar la condición de mangos vendibles; las frutas más avanzadas pueden desarrollar arrugamiento y pudrición mientras las frutas menos avanzadas no han madurado completamente, lo cual reduce ciertamente las ventas totales.

Las instalaciones modernas de maduración, usadas principalmente para la maduración de bananos, utilizan un diseño muy similar al sistema de enfriado con aire forzado que es llamado ‘presión de maduración’. A través del forzamiento de pase de aire caliente contenido etileno entre los palets, donde el aire entra en contacto con los frutos colocados dentro de las cajas de cartón, la maduración puede ser manejada adecuadamente para obtener un producto muy uniforme. Un buen control del procedimiento de la maduración produce frutos que poseen una buena y uniforme calidad para su consumo y permite a los vendedores minoristas ofrecer a los consumidores mangos que están ‘listos para comer’ o al menos con uno o dos días para que estén listos para su consumo.

Los parámetros físicos involucrados en la maduración de los frutos son: 1) temperatura y uniformidad de la misma; 2) concentración de etileno; 3) velocidad del aire y caída de presión; 4) humedad relativa; y 5) concentración del dióxido de carbono. Los procedimientos de medición de la temperatura están discutidos en la Sección “Prácticas de Manejo de Temperatura” en Apéndice y no será discutido nuevamente.

La concentración de etileno puede ser medida usando varios aparatos comerciales disponibles como los infrarrojos y electroquímicos, los que pueden ser usados para automatizar la inyección del gas o controlar un generador de etileno, así como monitorear el flujo de etileno o el lavado. Una concentración de etileno de 100 ppm es recomendable para la maduración de mangos, pero una concentración tan baja como 10 ppm es también efectiva. Mayores concentraciones

de etileno no tienen mayores efectos que los que producen las 100 ppm, pero hay que tener cuidado porque el etileno es un gas explosivo dentro del rango de 2.7% (27,000 ppm) a 36%.

Es necesario localizar cuartos de maduración lejos de las áreas de almacenaje que contienen productos que podrían ser dañados por la exposición al etileno. Es también recomendable que los cuartos de maduración tengan sistemas de ventilación separados de los que se tienen en los cuartos de almacenamiento para posteriormente reducir las chances de exposición de etileno a los productos en riesgo. Hay disponibles detectores portátiles de etileno que pueden ser usados para monitorear las concentraciones de etileno alrededor de los cuartos de maduración y las áreas de almacenamiento.

El movimiento adecuado del aire a través de las cajas de cartón es la clave para facilitar el buen manejo de la maduración de los mangos. La velocidad del aire a través de las cajas de cartón está relacionada al diferencial de presión a través de los palets, como fue explicado en el enfriamiento con aire forzado. La velocidad del aire y la caída de presión deberían ser medidos inicialmente en el cuarto de maduración de los mangos de la misma forma como fue descrito para los cuartos de enfriamiento que usan los sistemas de aire forzado. Esto asegura que la instalación esté propiamente diseñada de tal forma que la velocidad del aire sea de 0.3 litros por segundo por kilogramo de fruta (0.3 pies cúbicos por minuto por libra) a través de las cajas de cartón y 0.8 cm (0.3 pulgadas) de columna de presión de agua caída a través de los palets y de las cajas de cartón con aproximadamente 5% del área de los orificios ventilados.

Para el manejo rutinario de la maduración, es más fácil medir la temperatura que medir la velocidad del aire o la caída de presión. Por lo tanto, se recomienda que las puntas de los termómetros sean calibradas para ser usados en la medición de la temperatura de la pulpa de mango en varios lugares del cuarto de maduración; no siendo difícil, también, determinar dónde ocurre la mayor o menor temperatura en la instalación del cuarto de maduración. A partir de entonces, se recomienda que la diferencia de la temperatura de la pulpa entre las frutas calientes y las frías deba ser rutinariamente monitoreada y esta no debería de exceder los 0.6°C (1°F) cerca del final del tratamiento de maduración.

La humedad relativa durante la maduración de los mangos, debería ser mantenida entre 85% y 95% usando humificadores que rápidamente incrementan el nivel de humedad cuando las puertas de los cuartos de maduración están cerradas. La alternativa depende de la pérdida de vapor de agua de los mangos para proveer la humedad necesaria.

El dióxido de carbono es producido por los mangos como un producto de la respiración, el cual es grandemente incrementado durante la maduración. El dióxido de carbono interfiere con la acción del etileno en la promoción de la maduración. Así, se recomienda que los cuartos de maduración sean ventilados durante el tratamiento de maduración, comenzando 24 horas después que el tratamiento ha sido iniciado y repetirlo cada 12 horas a partir de entonces. La ventilación puede ser lograda a través de la apertura de las puertas de los cuartos de maduración por 20 minutos, o por el uso de un abanico dotado con un sensor o un reloj de tiempo automático en el cuarto de maduración.

La concentración del dióxido de carbono en los cuartos de maduración debería ser mantenida por debajo del 1% durante el tratamiento de maduración. Hay analizadores de rayos infrarrojos disponibles para el monitoreo de las concentraciones del dióxido de carbono en los cuartos de maduración.

## Madurez del Mango, Desórdenes e Identificación de Enfermedades

Los mangos son susceptibles a muchos defectos físicos, fisiológicos, y patológicos, incluyendo los siguientes (organizados alfabéticamente dentro de cada uno de los dos grupos):

### ORIGEN DE LOS DEFECTOS ANTES DE LA COSECHA:

- Antracnosis
- Daños por insectos
- Semilla blanda
- Daños en lenticelas (puntos)
- Frutos deformes
- Costras
- Cicatrices (rojizos)
- Deterioro de la cáscara y grietas
- Punta suave (nariz suave)
- Hundimiento del pedúnculo
- Quemaduras y escaldaduras de sol

Los mangos que exhiben cualquiera de estos defectos son usualmente eliminados en las empacadoras, pero los síntomas de antracnosis muchas veces no aparecen hasta que los mangos maduran, resultando en significativas pérdidas en los mercados finales y en las casas de los consumidores.

### ORIGEN DE LOS DEFECTOS DE COSECHA Y MANEJO POSTCOSECHA:

- Ablandomiento (moretones)
- Pudrición

- Lesión causada por una elevada concentración de dióxido de carbono
- Descoloración externa (cáscara) [debido a lesiones por calor o frío]
- Inmadurez (pobre calidad cuando madura)
- Descoloración interna (pulpa) [debido a lesiones por calor o frío]
- No muy bien recortados los frutos (pedúnculo es más largo que 12.7 mm [0.5 pulgadas])
- Sobremaduro (demasiado suave)
- Quemadura de savia
- Arrugamiento (pérdida de agua)
- Áreas hundidas descoloridas (debido a lesiones por frío)
- Áreas de hombros hundidos (debido a daños por calor a la pulpa debajo)
- Maduración desigual (manchas) (debido a lesiones por calor o frío)
- Espacios vacíos en la pulpa de las frutas (debido a daños por calor o irradiación)

## Causas y Síntomas de los Principales Defectos

### ANTRACNOSIS

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. and Sacc. Los síntomas incluyen pequeñas manchas oscuras que se engrandecen en forma irregular, las áreas café oscuras se tornan en áreas negras tan pronto como los mangos maduran. Las infecciones ocurren durante la floración y el cuajado de los frutos y su severidad incrementa con la lluvia y la alta humedad. El hongo muchas veces permanece inactivo en frutos verdes y se desarrolla cuando los frutos maduran y pierden su resistencia natural. El tratamiento con fungicidas previa a la cosecha y tratamientos de calor postcosecha reducen la incidencia y severidad de la antracnosis.



Pudrición por antracnosis

## DAÑOS POR INSECTOS

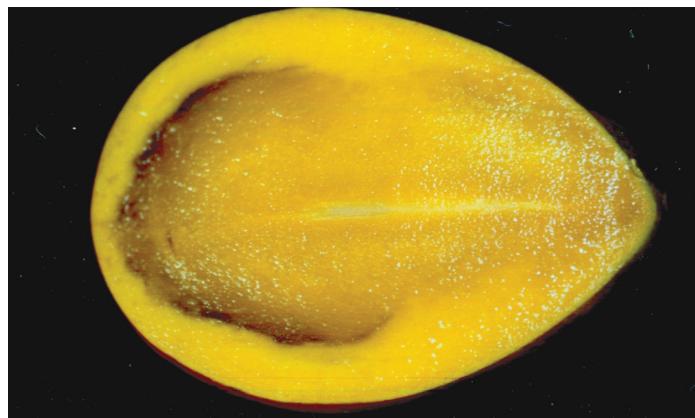
Los insectos pueden causar daños visibles a los frutos de mango producto de las perforaciones que realiza el adulto al ovipositar en ellos, y posteriormente, al eclosionar, las larvas se alimentan de la pulpa de mango. La apariencia de los daños varía desde una pequeña perforación hasta heridas más grandes, las cuales podrían tornarse en necrosis o ser infectadas por organismos que causan la pudrición del fruto.



Daños por insectos

## DESÓRDENES DE LA PULPA

Los mangos cosechados más maduros y más grandes tienen más probabilidades de desarrollar algunos desórdenes fisiológicos previos a la cosecha, tales como las cavidades en la pulpa (pedúnculo dañado, cavidad en el pedúnculo). Los desórdenes fisiológicos internos de los mangos incluyen ablandamiento de semilla (desintegración de la pulpa alrededor de la semilla creando un ablandamiento como una masa), punta suave (maduración parcial de la pulpa en la parte distante de la fruta), y la cavidad en el pedúnculo (áreas negras en la pulpa alrededor de la cavidad). La susceptibilidad al ablandamiento de la semilla varía entre cultivares y Tommy Atkins es entre los cultivares de mango, el más susceptible del grupo. Algunos de estos desórdenes pueden ser reducidos al incrementar el contenido de calcio en la fruta a través de aplicaciones de calcio previa a la cosecha de manera apropiada.



Semilla gelatinizada

## QUEMADURAS POR SAVIA

Las quemaduras por savia (descoloración de la piel de mango de café a negro), resultan de los exudados de látex del tejido cortado al momento de la cosecha. El látex que suelta la fruta inmediatamente después de ser cosechado es llamado 'chorro de savia' y causa muchas más lesiones a la piel, comparado al 'exudado de la savia', el cual es liberado más lentamente por un período de una hora. Si se expande sobre la fruta y permanece en la piel del fruto por más allá de 1 ó 2 horas o es permitido que sea secado; los químicos en la savia pueden causar manchas café o negras en la cara externa de los tejidos de la piel. El tiempo de la cosecha es un factor importante, así como la cosecha de mangos en horas tempranas de la mañana ayuda a minimizar las lesiones por la savia del mango. En adición al mantenimiento de la fruta en posición invertida para el ordeño de la savia, las soluciones para lavar los frutos como limón (0.5%), bicarbonato de sodio (1 %), sulfato potásico de aluminio - alumbre (1 %), y detergentes han sido usadas para remover la savia y prevenir las lesiones causadas a los mangos.



Quemaduras por savia causadas por látex

## DAÑOS MECÁNICOS

Las abrasiones en la superficie de los frutos, heridas (cortes, rajaduras de la piel y grietas), ablandamiento por compresión y ablandamiento por vibración, son diferentes tipos de daños mecánicos que pueden ocurrir durante las operaciones de cosecha y manejo postcosecha. Los daños mecánicos incrementan la susceptibilidad a las pérdidas de agua (arrugamiento) y la infección por hongos causante de pudriciones. El manejo cuidadoso (durante la cosecha, transporte a la empacadora, operaciones de empaque, transporte a los mercados de destino, el manejo de ventas al por mayor y las ventas en los mercados de ventas al detal), es la principal estrategia para reducir la incidencia y severidad de los daños mecánicos.



Corte de piel rajaduras y, contusiones o ablandamientos



Escaldadura



Arosetado



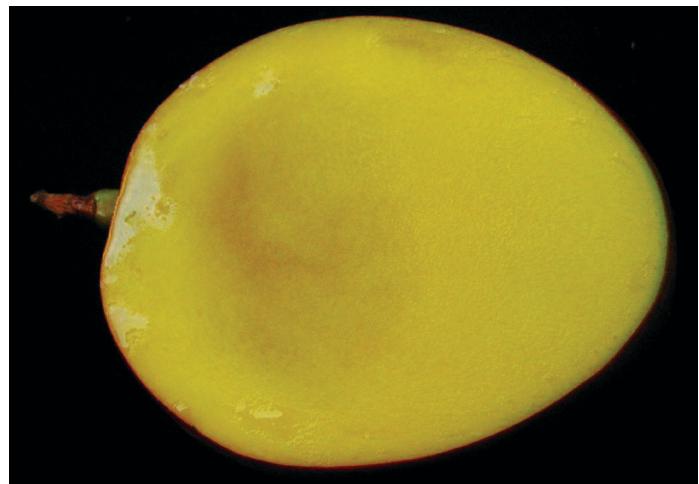
Frutos de mango deformados

## DAÑOS POR FRÍO

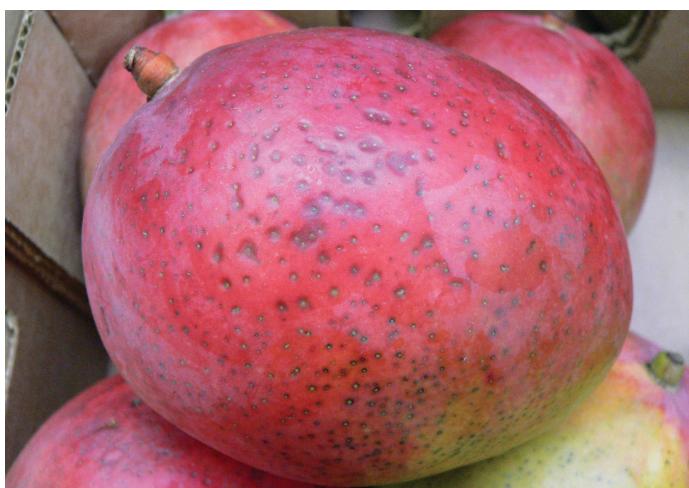
Los síntomas de daños por frío incluyen las manchas de lenticelas (descoloración de lenticelas de color rojo o café), desigual maduración, pobre color de fruto y sabor, picaduras en la cáscara, escaldaduras grisáceas como la descoloración de la piel del mango, incremento de la susceptibilidad a la pudrición, y en casos severos, pulpa morada. Los síntomas de daños por frío y su severidad dependen del cultivar, madurez y estado de maduración (mangos más maduros son menos susceptibles), y la duración y exposición a la temperatura fría, las cuales son acumulativas. La exposición de los mangos verde-maduros a temperaturas por debajo de los 12°C (54°F) y mangos maduros expuestos parcialmente a temperaturas por debajo de los 10°C (50°F) pueden resultar en daños por frío. En todos los casos, la humedad relativa debe de ser mantenida entre los 90% y 95% para minimizar las pérdidas de agua y el arrugamiento. Evitar la exposición de mangos a las temperaturas frías a través de su vida postcosecha es la principal estrategia para reducir la incidencia y severidad de los daños por frío.



Mangos marchitos y con áreas descoloridas debido a daños por frío



Descoloración interna de pulpa que se pudo desarrollar como resultado del daño por frío o daño por calor



Marcas de lenticela, las cuales se pueden desarrollar como resultado del daño por frío o daño por calor

## DAÑOS POR CALOR

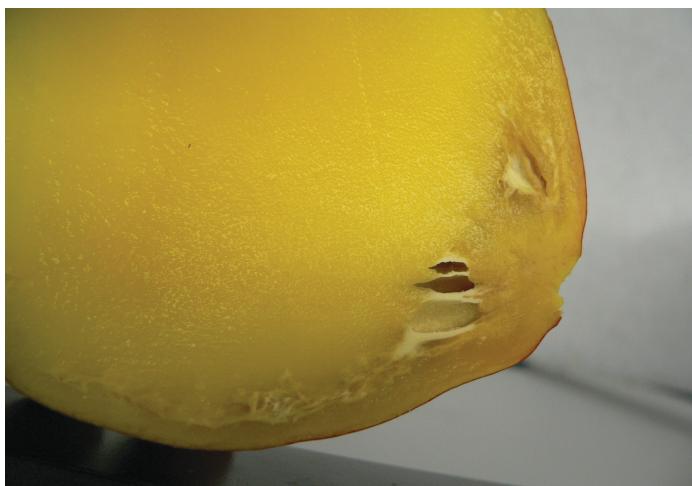
Los daños por calor resultan al exceder el tiempo y/o combinaciones de temperaturas recomendadas para el control de insectos y/o pudriciones, pero más comúnmente se produce cuando los mangos inmaduros son tratados. Los síntomas incluyen manchas por lenticelas (descoloración café de lenticelas), escaldaduras de la piel, colapso de hombros, manchas descoloridas, desigual maduración, y espacios abiertos en la pulpa debido a la aparición de tejidos muertos. Los daños por calor pueden ser reducidos mediante un monitoreo efectivo y el manejo del tratamiento de calor y el rápido enfriamiento después de que el tratamiento de calor ha sido aplicado. Los mangos deberían ser protegidos de las pérdidas de agua, las cuales pueden ser mayores después del tratamiento de calor, con el mantenimiento de la humedad relativa entre el 90% y el 95%, así como con el uso de bandas de película plástica o bolsas.



Descoloración externa (piel) que se pudo desarrollar como resultado del daño por frío o daño por calor



Área de los hombros encogida debido al daño por calor



Endurecimiento de cavidad terminal de pulpa debido al daño por calor



Quemadura de sol o escaldadura de sol



Espacios vacíos en la pulpa de mango debido al daño por calor o debido a daños por radiación



Manchado de frutos y madurez desigual debido al daño por calor

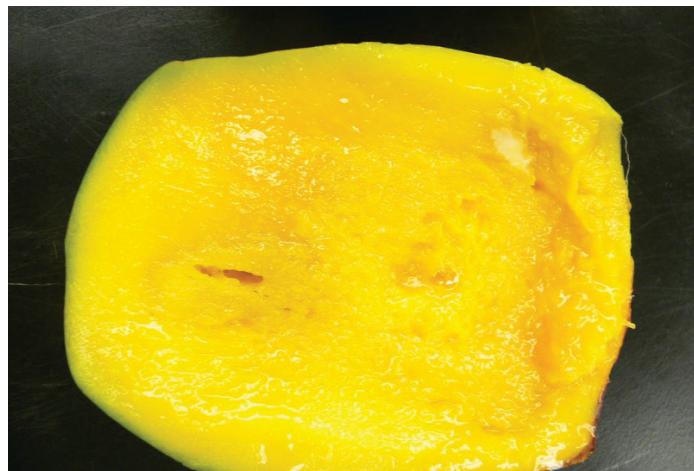


Pudrición de la base del pedúnculo del fruto de mango

## DIVERSAS ENFERMEDADES, TRASTORNOS Y OTROS PROBLEMAS DE CALIDAD



Mango cosechado en estado inmaduro mostrando la no ocurrencia de la maduración normal del fruto



Fruto sobremadurado (demasiado suave o aguadado)



Arrugamiento del fruto de mango debido a la pérdida de agua



Mangos con pedúnculos que no han sido bien recortados



Daño de frutos de mango causado por una elevada concentración de dióxido de carbono

## Procedimiento para la Evaluación de la Calidad de los Mangos

La forma sobre “Mango Quality Assessment” [Evaluación de la Calidad del Mango] fue usada durante la ejecución del Proyecto de Calidad del Mango, con la cual se monitorearon las prácticas de manejo del mango en la Florida y California, así como al interior de los Estados Unidos, y también la calidad de los frutos de mango en los mercados de Estados Unidos durante más de un año, puede ser modificada y usada para evaluar y registrar prácticas de manejo y operaciones de manejo de calidad de los frutos en la mayoría de las operaciones de manejo de los frutos de mangos.

## Toma de Fotografías Digitales

Los requerimientos para la toma de fotografías como parte de los procesos de inspección son bastante básicos, pero las buenas fotografías son esenciales para una inspección de calidad.

Una cámara digital de buena calidad debe ser usada. Esto quiere decir que la exactitud del color para una fotografía debe ser exactamente igual a las condiciones de las muestras, lo cual es primordial, para permitir que el que mire la foto pueda leer la leyenda ubicada a la par de las fotos tomadas. Las placas de color Ritex tienen tres colores de referencia (rojo, amarillo, verde) o su equivalente, y debería ser usada una tela de terciopelo negro como fondo cuando sea posible. Se requiere un protocolo para la toma de imágenes de tal forma que las fotos puedan ser analizadas con software estadísticos de color/forma. Adicionalmente, el inspector debería siempre tener al menos un 1 GB de tarjeta de memoria flash y un set extra de baterías cargadas para su uso.

En días claros con fuerte presencia de sombreo puede ser necesario usar técnicas de luminosidad completa para conseguir unas buenas exposiciones. Las muestras deberían de ser traídas a la luz para ser fotografiadas a menos que esté lloviendo. Esto, particularmente ocurre en días nublados cuando no hay mucha luz o si las fotografías están siendo tomadas en un área muy sombreada.

Todas las muestras deberían ser fotografiadas tan cerca como sea posible para tener claridad máxima, y luego cortar y tomar fotos de nuevo tan cerca como sea posible para mostrar la condición de los interiores de las muestras de frutos. La tarjeta o leyenda de la foto debería ser ubicada a la misma distancia de los lentes cuando las muestras están siendo fotografiadas para evitar la profundidad del campo o problemas con el auto-focus y/o la confusión sobre cuales muestras fueron tomadas de cual lote. En el caso de que se encuentren problemas serios en algunas muestras y no en otras, las muestras deberían ser etiquetadas con la localidad de la cual las fotografías fueron tomadas.

Cada inspección debe incluir un conjunto de fotografías, como las que se enumeran a continuación, pero en adición, las fotos deberían ser tomadas por cualquier suceso inusual o problemas tales como mangos con defectos inusuales, materiales de limpieza, camiones sucios o el interior de los contenedores marítimos con obvios y serios problemas de estibado, problemas con el flujo de aire o con las cajas de cartón de mangos.

Deberían ser tomadas fotos estándar para cada tipo de inspección. A continuación, se listan los ejemplos de fotografías que deben ser tomadas para el proceso de carga o descarga de un vehículo:

- Una fotografía general del frente (motor) al final del vehículo en tránsito.
- Una fotografía de cerca al termostato con el punto de lectura y así como la temperatura corriente a lo largo con la tabla Partlow y un previa viaje de inspección (PTI: “pre-trip inspection”) con la etiqueta, si está presente.
- Una fotografía de cerca al conducto de intercambio de aire fresco mostrando su escenario.
- Una foto de cerca de las botas de hule usadas en el lavado y drenaje (“Kazooz”)
- Una foto de cerca del sellado de las puertas de seguridad.
- Una fotografía general de la parte de atrás de la carga total con las puertas abiertas.
- Una fotografía de abajo hacia arriba de la carga mostrando cualquier registro de temperatura, depuradores de etileno/CO<sub>2</sub>, y la línea roja de estibado máximo.
- Una foto de cerca de una muestra de caja de cartón levantada en el aire en ángulo y con cajas de cartón colindantes para mostrar todos los orificios de ventilación y los códigos de empaque.
- Una foto de cerca de la parte superior de una caja de cartón no abierta.
- Una foto de cerca de una caja de cartón abierta mostrando sus contenidos.
- Una foto de cerca mostrando el fabricante y el certificado de reforzamiento de la caja de cartón.
- Una foto de cerca, al azar, que sea representativa de los productos (tomar fotos en un modo macro tan cerca como sea posible para mostrar los detalles).
- Una foto de cerca y representativa de una muestra al azar de productos cortados con el OXO cortador de mango y la puesta de los productos en la parte de arriba del contenido de las cajas de cartón (tomar fotos en modo macro tan cerca como sea posible para mostrar los detalles).
- Una foto de cerca de la reposición de los sellos de aduana, si la inspección es realizada en el portón de la aduana.

## Referencias

- Sargent, S.A., M.A. Ritenour, and J.K. Brecht.** 2008. *Handling, Cooling, and Sanitation Techniques for Maintaining Postharvest Quality*. SP170. Gainesville: University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. <https://ufdc.ufl.edu/IR0001676/00001>
- U.S. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service.** 2007a. The national organic program production and handling – Preamble. Subpart C – Organic crop, wild crop, livestock and handling requirements. <https://www.ams.usda.gov/sites/default/files/media/NOP%20Production%20and%20Handling%20Preamble.pdf>
- U.S. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service.** 2007b. National list of allowed and prohibited substances. <https://www.ams.usda.gov/rules-regulations/national-organic-program-national-list-allowed-and-prohibited-substances-crops>
- U.S. Department of Agriculture. Animal and Plant Health Inspection Service. Plant Protection and Quarantine.** 2016. Treatment manual. [http://www.aphis.usda.gov/import\\_export/plants/manuals/ports/downloads/treatment.pdf](http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/ports/downloads/treatment.pdf)
- U.S. Environmental Protection Agency.** 2019. Safe drinking water act. <https://www.epa.gov/sdwa>



# FORMULARIO DE EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL MANGO

## **Información de Proveedor Finca/Empacadora/Importador/CD/Minorista (Circule uno)**

Nombre de la Instalación: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Número Telefónico: \_\_\_\_\_ Fax: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_ Contacto(s): \_\_\_\_\_

## Detalles de la Inspección

Tipo de Inspección (elija uno): Finca \_\_\_\_ Empacadora/Exportador \_\_\_\_ Precarga \_\_\_\_ Cruce Fronterizo \_\_\_\_  
Consignatario/Reempaque \_\_\_\_ CD \_\_\_\_ Minorista \_\_\_\_

Fecha de Inspección (d/m/a) \_\_\_\_\_ Hora de Inicio (local) \_\_\_\_\_ Hora de Cierre (local) \_\_\_\_\_ (Hora: 24-horas)

### **Instrucciones Especiales (si alguna)**

Código de Tratamiento Térmico en Empaque: \_\_\_\_\_

## Persona(s) Asistentes

## Organización

## Representando

## Información General – Finca de Mango

**Datos de Temperatura:** deben Registrarse en °C o °F (ELIJA UNO)

Temperatura del Aire: \_\_\_\_\_°      Humedad Relativa: \_\_\_\_\_%      Temporada de Lluvia: Sí / No

Riego Antes de la Cosecha: Sí / No      Fecha del Último Riego: \_\_\_\_\_      Uso de Plaguicida en la Cosecha: Sí / No

**Operaciones de Cosecha:**      Uso de podadoras: Sí / No      Uso de escaleras: Sí / No      Auxiliares de Cosecha: Sí / No

Índices de madurez utilizados en la cosecha (circule): días entre floración y cosecha      Hombros      Calibre      Peso      Color de Piel      Color de Pulpa      Brix

Otros Índices de Madurez: \_\_\_\_\_      Observaciones: \_\_\_\_\_

Capacitación del Personal de Cosecha:      Sí      No      Paga basada en (circule uno):      Tiempo      Peso      Unidades      Otro: \_\_\_\_\_

Se dejó el pedúnculo en la fruta:      Sí      No      Longitud promedio: \_\_\_\_\_ cm.      Sombra después de cosechar:      Sí      No

Prácticas de eliminación de Látex (savia): \_\_\_\_\_

Clasificación del mango en la finca:      Sí      No      Lavado de fruta en la finca: \_\_\_\_\_      Período de Tiempo antes del embarque: \_\_\_\_\_ min.

Distancia de la finca al empaque: \_\_\_\_\_ km      Duración del transporte de la finca al empaque: \_\_\_\_\_ min.

Tipo de Transporte: Camioneta Pickup de Caja Abierta / Camión Cubierto/ Otro      Transporte efectuado durante: Mañana/Tarde/Noche / Cualquier hora

### Observaciones Generales o Comentarios:

# Operaciones de Empacadora/Importador/Centro de Distribución

## 1. ÁREA DE RECEPCIÓN DE LA EMPACADORA

Área de Espera Sombreada: Sí / No      Tiempo de espera (aprox.): \_\_\_\_\_ min.      Temperatura del Aire: \_\_\_\_\_ °

Temperatura de la pulpa durante desembarque: \_\_\_\_\_ °      Descarga del Mango: Depósito Seco / Depósito Húmedo      Description: \_\_\_\_\_

Desinfectante: \_\_\_\_\_      Concentración: \_\_\_\_\_      Frecuencia de ajuste del desinfectante: \_\_\_\_\_

Temperatura del Agua: \_\_\_\_\_ °      pH del Agua: \_\_\_\_\_      Frecuencia del cambio de agua: \_\_\_\_\_

Lavado con agua fresca después del depósito: Sí / No      Desinfectante y concentración: \_\_\_\_\_

Operaciones de selección de calibres: Manual / Máquina      Description: \_\_\_\_\_

## 2. ÁREA DE TRATAMIENTO TÉRMICO DE LA EMPACADORA

No. de Estanques de Agua: \_\_\_\_\_      Temperatura de Estanque (salida): \_\_\_\_\_ ° Entrada: \_\_\_\_\_ °      Temperatura: Constante / Descendiente

Temp. Fija(s) del Agua: \_\_\_\_\_      No. de Canastas por Estanque: \_\_\_\_\_      Cajas por Canasta: \_\_\_\_\_

Método de calefacción del agua: Inyección directa de vapor en el estanque/ Inyección de agua caliente en el estanque      pH del Agua: \_\_\_\_\_

Desinfectante: \_\_\_\_\_      Concentración: \_\_\_\_\_      Frecuencia del cambio de agua: \_\_\_\_\_

Temp. de la pulpa después del tratamiento térmico: \_\_\_\_\_ °      Hidroenfriado: Sí / No      Temperatura del agua fría: \_\_\_\_\_ °      Duración: \_\_\_\_\_ min.

Demora entre el tratamiento térmico y el hidroenfriado: \_\_\_\_\_ min.      Clorinación: Sí / No      Temperatura de la pulpa después del hidroenfriado: \_\_\_\_\_ °

Frecuencia del cambio de agua: \_\_\_\_\_      pH del Agua: \_\_\_\_\_

## Comentarios Adicionales:

---

---

---

### **3. PROCEDIMIENTOS DE ENFRIADO POSTERIORES AL HIDROTÉRMICO (ENFRIAMIENTO EN CÁMARAS)**

Período de espera antes del empaque: \_\_\_\_\_ min. Temp. del aire en el área de espera: \_\_\_\_\_ ° Ventiladores - circulación de aire: Sí / No

Espacio aprox. entre tarimas: \_\_\_\_\_ cm Entre filas \_\_\_\_\_ cm Entre líneas

Temp. del aire en el área de empaque: \_\_\_\_\_ °

#### **Comentarios:**

---

---

### **4. LÍNEA DE EMPAQUE DEL MANGO**

Entrada línea de empaque: Depósito Seco: \_\_\_\_\_ Manual: \_\_\_\_\_ Automática: \_\_\_\_\_ Depósito húmedo: \_\_\_\_\_ Manual: \_\_\_\_\_  
Automático: \_\_\_\_\_

Caídas > 1 pie.: Sí / No Vueltas de 90° (#): \_\_\_\_\_ Otros comentarios: \_\_\_\_\_

Encerado: Sí / No Formulación de cera: \_\_\_\_\_ Secado por aire: Sí / No Temp. del aire para el secado: \_\_\_\_\_ °

Clasificación de fruta en las mesas de empaque: Sí/No Acolchonado adecuado en las mesas de empaque: Sí/No

Alumbrado adecuado para el proceso de empaque: Sí/No Ensamble de cartón: Manual / Máquina Ventilación adecuada del Cartón: Sí / No

Resistencia al rompimiento del cartón (psi) \_\_\_\_\_

Rejillas alineadas en la tarima: Sí / No Apilamiento cruzado en la tarima: Sí / No No. de cajas por tarima: \_\_\_\_\_ No. de Cintas: \_\_\_\_\_

Dimensiones de las tarimas (huella): \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ cm Sujetadores: Cartón/ Plástico

#### **Comentarios:**

---

---

## 5. PROCEDIMIENTOS DE ENFRIADO Y CARGA

Temp. del Almacén: \_\_\_\_\_ ° Humedad Relativa: \_\_\_\_\_ % Enfriamiento por aire forzado: Sí / No Duración: \_\_\_\_\_ min.

Gradiente térmico del aire forzado: lugar más frío (afuera, al lado del ventilador): \_\_\_\_\_ ° Lugar más cálido (adentro, lo más distante del ventilador): \_\_\_\_\_ °

Humidificación del aire forzado/orced-air humidification: Sí / No

Humedad Relativa: \_\_\_\_\_ % Bloqueo de rejillas en tarimas de madera: Sí / No

Muelle de carga refrigerado: Sí / No Inspección y preenfriado de Contenedor Marítimo antes de cargarse: Sí / No Temperatura: \_\_\_\_\_ °

Humedad programada: \_\_\_\_\_ % Intercambio de aire programado: \_\_\_\_\_ CFM Utilización de registro de temp.: Sí / No

Equipo manufacturado por: Thermo King / Daikin / Carrier Ubicación del generador: Montado al frente/ Montado abajo

Ubicación del registro de temp.(s): \_\_\_\_\_ # de cajas en el cargamento: \_\_\_\_\_

Patrón de almacenamiento: \_\_\_\_\_ Apilado encima de la línea roja: Sí / No Bloqueo/sujetación \_\_\_\_\_

Drenes de contenedor cerrados: Sí / No Muelles neumáticos en el Camión: Sí / No Distancia aproximada al puerto de embarque: \_\_\_\_\_ km

Configuración de la Atmósfera Controlada: \_\_\_\_\_

BL # : \_\_\_\_\_

Contenedor # : \_\_\_\_\_

Nave/Viaje: \_\_\_\_\_

Puerto Terrestre: \_\_\_\_\_

Destino Final: \_\_\_\_\_

Puerto de Emisión: \_\_\_\_\_

Consignatario: \_\_\_\_\_

Duración aprox. Viaje: \_\_\_\_\_ días.

### Comentarios:

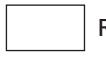
---

---

---

# Diagrama de Carga del Contenedor/Remolque

		Frente (Nariz)
PERSPECTIVA SUPERIOR	1/4	
	1/2	
	3/4	
		Puerta

- Muestre los conceptos enumerados a continuación en el diagrama:
-  Bolsa de Aire
  -  Registros de Temperatura
  -  Registros Papel/Cartón/Estibar
  -  Chimenea/Brecha/Conductos de Aire

## Documentación

(si está disponible)

Adjunta

- Conocimiento de Embarque
- Factura Comercial
- Lista de Empaque
- Declaración Aduanera
- Recibo de Entrega/Cuenta
- Certificado de Seguro
- Inspecciones Cuarentenarias
- Registros de Temperatura
- Fotografías
- Análisis de Laboratorio
- Diagrama de Bloqueo/Sujetación
- Registro(s) de Gobierno
- Información de CC
- Otro

# Inspección/Evaluación del Mango en la Finca/Empacadora/Importadora/CD/Nivel Minorista

## Procedimiento

Luego de recabar la información general apropiada correspondiente a la instalación que está suministrando la fruta, se debe proseguir a la evaluación de la calidad del mango. En el caso de una visita a una finca, se debe realizar un muestreo de la fruta antes de transportarla de la finca a la empacadora. En el caso de una visita a una empacadora, se debe realizar un muestreo de fruta que está lista para cargarse y exportarse. Se recomienda un muestreo de por lo menos 10 frutos de la misma variedad, seleccionados al azar. El enfoque debe concentrarse en parámetros de calidad externa antes de cortar la fruta para observar la calidad interna.

En el Centro de Distribución, se debe evaluar la condición general de la fruta y tomar nota de la etapa de madurez y cualquier defecto externo que se observe. Tome fotografías de la fruta en las cajas.

A nivel minorista:

1. Tome nota de la condición general de la fruta que aparece en el escaparate: *Excelente, Muy Buena, Buena, Regular, Pobre.*
2. Estime y anote el porcentaje aproximado de coloración roja que aparece en la piel de la fruta del escaparate. La coloración roja en la piel es la de mayor preferencia para el consumidor, sin embargo, no todas las variedades de mango presentan coloración roja en la piel.
3. Compre 10 mangos elegidos al azar de la marca predominante. Si se observa más de una marca disponible, realice un muestreo de 10 frutos de las demás marcas.

**Nota:** Si el mango que se exhibe en el escaparate está verde y duro, compre 5 a 10 frutos adicionales para retenerlos durante 5 días a 20°C con la finalidad de evaluar 1) la habilidad de maduración, 2) la aparición de síntomas de lesiones fisiológicas.

## DURANTE LA EVALUACIÓN DE LA FRUTA (en el laboratorio)

Elija una mesa con buen alumbrado para realizar la evaluación de la fruta. Las manchas superficiales se califican en base al porcentaje de la superficie de la fruta afectada por el defecto. En numerosos casos, la fruta tendrá más de un defecto. Califique el porcentaje de la fruta afectada por cada defecto. Consulte las escalas de calificación propuestas para cada parámetro de calidad del mango por evaluarse (consulte *Escalas de Calificación Recomendadas para la Evaluación del Mango* más adelante en este formulario).

## Procedimiento

Numere cada fruto con un marcador de pintura. Tome fotografías de ambos lados de los frutos en grupos de cinco con un fondo de terciopelo de color negro. Coloque las placas de referencia de color al lado de la fruta para realizar el análisis de imágenes.

1. Califique el color de la superficie (*Verde, Tornando, o Amarillo*).
2. Evalúe el aspecto externo de cada fruta individual. Consulte los ejemplos ilustrados en la sección referente a la *Identificación de la Madurez, Trastornos y Enfermedades del Mango* en el Apéndice del Manual de Mejores Prácticas de Postcosecha para el Manejo del Mango.
  - Manchas (lesión mecánica, escaldado del tratamiento hidrotérmico, motas de lenticelas, daños de insectos, colapso del extremo del tallo, etc.).
  - Arrugas en la piel del mango a raíz de pérdida de agua.
  - Síntomas externos de deterioro (manchas de antracnosis, pudrición del extremo del tallo, etc.).
3. Antes de cortar la fruta, primero debe evaluar la firmeza de la fruta palpándola con la mano.

4. Corte los mangos con el rebanador de mango OXO. Califique la maduración de cada uno de los frutos utilizando la escala de color de pulpa del 1 al 5. Tome fotografías del aspecto interno.
5. Mida la firmeza de la fruta utilizando un medidor de firmeza de fruta tipo Effe-gi con punta redonda de  $\frac{5}{16}$  de pulgada (8 mm) de tipo Magness-Taylor. Mida la firmeza de la pulpa en dos lugares situados alrededor del ecuador de la fruta y en cada lado de la semilla (a por lo menos 5 mm de la piel, consulte la foto que aparece en la página 13). Exprese las medidas en unidades de libras-fuerza (lbf).
6. Evalúe el aspecto interno de cada uno de los frutos. Consulte los ejemplos ilustrados en la sección referente a la *Identificación de la Madurez, Trastornos y Enfermedades del Mango* en el Apéndice del Manual de Mejores Prácticas de Postcosecha para el Manejo del Mango.
  - Tome nota si se observan magulladuras internas (en la cavidad de la semilla, debajo de la piel, o ambos).
  - Tome nota si se observa la presencia de pardeamiento vascular en el tejido adyacente a la piel.
  - Tome nota si se observa el olor característico del mango en la pulpa de la fruta.
7. Determine si se observan indicios de trastornos internos o pudrición.
  - Pudrición de extremo del tallo.
  - Tome nota si se observa pudrición externa en el cuerpo, extendida hasta la pulpa.
  - Tome nota si se observa la presencia de semilla jalea, nariz blanda, o pudrición del extremo del tallo.
  - Tome nota si se observa la presencia de cualquier síntoma de calor interno o lesión por frío.

Fecha: \_\_\_\_\_

Variedad: \_\_\_\_\_

Hora del día: \_\_\_\_\_

Nombre de instalación: \_\_\_\_\_

Ubicación: \_\_\_\_\_

Evaluador: \_\_\_\_\_

Etiqueta/Origen: \_\_\_\_\_

**EVALUACIÓN DEL ESCAPARATE DE LA TIENDA****Comentarios:** \_\_\_\_\_**Condición General de la Fruta Examinada:**

Excelente	Muy Buena	Buena	Regular/Fair	Pobre
-----------	-----------	-------	--------------	-------

**Porcentaje promedio de Rubor en la Piel (estimación visual):**

0-20%	21-40%	41-60%	61-80%	81-100%
-------	--------	--------	--------	---------

**EVALUACIÓN DE LABORATORIO EN EL MOMENTO DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE LA APARIENCIA EXTERNA**

# de Fruta	Calibre de la Fruta	Color			Corte del Pedúnculo		Lesión por Hidrotérmico o Frío		Fruta Marchitada (0-3)	Cicatrices y Cortadas (0-3)	Colapso del Extremo del Tallo (0-3)	Quemadura por Savia (0-3)	Pudrición Externa (severidad 0-3)	
		V	T	A	(Sí/No)	Longitud >/< 1/2 pulgada	Manchas Lenticulares (0-3)	Decoloración de la Piel (0-3)					Antracnosis	Pudrición del Extremo del Tallo
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														

## ASPECTO INTERNO, MADURACIÓN, PUDRICIÓN INTERNA

# de Fruta	Firmeza de la Fruta (escala manual 1-5)	Magulladuras (0-3)	Maduración de la Pulpa (color 1-5)	Firmeza de la Pulpa (lbs-fuerza)	Pardeamiento Vascular (0-3)	Contenido de Sólidos Solubles (°Brix)	Olor del Mango (1-3)	Trastorno o Pudrición Internos		Fecha de Maduración (Fruta madurada únicamente en laboratorio)
								(Sí/No)	Descripción/Severidad (0-3)	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

## OBSERVACIONES:

---



---



---

# Escalas de Clasificación Recomendadas para la Evaluación del Mango

**Nota:** consulte el documento intitulado "El Mango. Instrucciones para la Inspección — Mercado y Punto de Embarque Combinados (*Mangos. Inspection Instructions — Combined Market and Shipping Point*) que está disponible en USDA AMS. Las referencias al "área" se basan en frutos con 3 pulgadas de diámetro, y deben ajustarse para frutos significativamente más grandes o más pequeños. Para calificar defectos, utilice una escala del 0-3 en la que el 0 = ninguno, y las calificaciones de 1, 2, y 3 corresponden a "Lesión," "Daño," y "Daño Serio," respectivamente, en las instrucciones para la inspección.

## EVALUACIONES DE CALIDAD EXTERNA

**Condición General:** Califique la presentación en su conjunto basándose en la apariencia general en términos de apariencia de la fruta

**Coloración de la Piel (% de Coloración Roja):** el mango puede tener varias coloraciones en la piel dependiendo de la variedad, etapa de maduración, región de producción (condiciones climáticas), y prácticas de poda (penetración de la luz dentro de la fronda). En general, el rubor de la piel (color rosa rojizo a púrpura) es el resultado de buena penetración de luz a través de la fronda y temperaturas nocturnas frescas. Por otra parte, los matices de amarillo y anaranjado, o la falta de color verde en la piel pueden ser indicios de maduración de la fruta.

Durante la cosecha comercial, el personal de cosecha corta fruta que presenta indicios de maduración fisiológica, sin embargo, el árbol puede presentar distintas etapas de maduración durante el mismo período de cosecha. El color de la piel del mango a menudo se juzga en base al porcentaje de coloración rojiza que se presenta en la superficie de la fruta. Sin embargo, los cambios en el color de la piel que denotan la maduración incluyen la destrucción de la clorofila

y el desarrollo de pigmentos carotenoides, no el color rojo. Algunas variedades permanecen de color verde al madurar.

Varios actores especialistas en el campo de comercialización de productos agroalimentarios concuerdan que los consumidores de EE.UU., prefieren el mango con rubor en la piel.

**Calibre de la Fruta:** cuando el mango se exporta, generalmente se comercializa en cajas de 4 kg que contienen distintas cuentas de fruta, dependiendo de su calibre. Las plantas de empaque de mango acostumbran empacar cajas con 6, 7, 8, 9, 10, 12, 14, o 16 mangos por caja—por lo tanto, los pesos promedios de la fruta para esos calibres son aproximadamente 667, 571, 550, 444, 400, 333, 286, y 250 gramos, respectivamente.

Cuando el mercado de EE.UU., cuenta con una oferta abundante de fruta, los requerimientos de calibre se hacen más rigurosos, y el mango que se acepta se limita a calibres de 10 o más grandes.

**Color:** identifique el color de la piel, excluyendo la porción de color rojo (es decir, el 'rubor'), como V = verde, T = torneado (amarillo verdoso claro), o A = amarillo. Al describir el color, considere el color predominante aún cuando haya presencia de distintos matices de color.

**Corte del Pedúnculo:** indique si el pedúnculo está presente o no (Sí/No). Si está presente, el pedúnculo no debe tener una longitud mayor a la de  $\frac{1}{2}$  pulgada si se rompió en la zona natural de abscisión (indique si es mayor [>] o menor [<] que la longitud de  $\frac{1}{2}$  pulgada).

**Manchas Lenticulares:** las lenticelas son aberturas naturales en la piel del mango que facilitan el intercambio de gas involucrado en la respiración.

Las lenticelas se tornan oscuras y necróticas durante el almacenamiento de postcosecha. Esto es especialmente evidente en el mango sometido al tratamiento hidrotérmico. Las manchas lenticulares pueden ser un síntoma inicial del escaldado en la piel causado por el tratamiento hidrotérmico, o un síntoma de lesión por frío. Las manchas lenticulares deben juzgarse en base al porcentaje del área superficial de la fruta que está afectada, y calificarse utilizando una escala del 0 al 3:

0 = no se observan manchas lenticulares presentes

1 = manchas lenticulares leves

2 = manchas lenticulares moderadas

3 = manchas lenticulares severas

No se califica = 5% o menos de la superficie de la fruta afectada

Leve = > 5% hasta el 15% de la superficie de la fruta afectada

Moderado = > 15% hasta el 25% de la superficie de la fruta afectada

Severo = > 25% de la superficie de la fruta afectada

## Decoloración de la Piel Causada por Lesión

**del Hidrotérmico o Lesión por Frío:** el mango es susceptible cuando se expone al agua caliente con temperatura mayor a los 116°F. En muchos casos, como el de la fruta inmadura, la piel se cicatriza con la exposición al agua caliente. Los síntomas del escaldado por agua caliente incluyen una decoloración parda y hasta la presencia de tejido necrótico sin patrón definido.

A raíz de su origen subtropical, el mango también es susceptible a la lesión por frío a temperaturas de almacenamiento por debajo de los 10°C (50°F). La variedad del mango, madurez en la cosecha, y la duración del período de almacenamiento influyen en la severidad de los síntomas. El mango con lesiones

por frío puede exhibir manchas lenticulares, una superficie áspera y guijarrosa, decoloración grisácea de la piel, y una palidez o falta de brillo.

La decoloración de la piel debe juzgarse en base al porcentaje del área superficial de la fruta que está afectada y se califica utilizando una escala del 0 al 3.  
**Tome nota si la decoloración (de toda la muestra) parece haber sido causada a raíz de lesión por tratamiento hidrotérmico o lesión por frío (o ambos) trazando un círculo alrededor de los encabezados correspondientes.**

0 = no se observa presencia de decoloración en la piel

1 = decoloración de la piel leve

2 = decoloración de la piel moderada

3 = decoloración de la piel severa

No Se Califica = 5% o menos de la superficie de la fruta afectada

Leve = > 5% hasta un 15% de la superficie de la fruta afectada

Moderado = > 15% hasta un 25% de la superficie de la fruta afectada

Severo = > 25% de la superficie de la fruta afectada

**Marchitez de la Fruta Causada por la Pérdida de Agua:** aunque la mayoría de las plantas de empaque que exportan a los EE.UU. utilizan recubrimientos de cera en el mango para limitar la pérdida de agua y mejorar el brillo de la fruta, es probable que después de períodos extensos de manejo, el mango exhiba indicios de pérdida de agua. Los cambios en la textura de la piel (ej. marchitez) y la decoloración pálida podrían interpretarse como síntomas de pérdida de agua. Debido a que la marchitez podría ocurrir con toda probabilidad a lo largo de la superficie de la fruta, particularmente cuando se encuentra completamente madura, se recomienda calificar la marchitez utilizando una escala de 0 a 3:

0 = no se observa la presencia de marchitez en la piel

1 = presencia de marchitez en la piel — leve  
2 = presencia de marchitez en la piel — moderada  
3 = presencia de marchitez en la piel — severa

No Se Califica = 5% o menos de la superficie de la fruta afectada

Leve = > 5% hasta un 15% de la superficie de la fruta afectada

Moderado = > 15% hasta un 25% de la superficie de la fruta afectada

Severo = > 25% de la superficie de la fruta afectada

**Cicatrices y Cortadas:** las instrucciones para las inspecciones hacen una distinción entre cicatrices y cortadas ("daños mecánicos" o "perforaciones de la piel") que se curan versus lo fresco y no curado (las cicatrices y cortadas curadas se consideran defectos de "calidad" o permanentes que no cambian durante el almacenamiento y embarque. Las cicatrices y cortadas no curadas son defectos de condición. Califique las cicatrices y cortadas que únicamente son defectos de condición utilizando una escala del 0 al 3:

0 = no se observa la presencia de cicatrices o cortadas

1 = presencia de lesiones leves

2 = presencia de lesiones moderadas

3 = presencia de lesiones severas

Leve = la lesión excede un círculo de  $\frac{1}{4}$  de pulgada de diámetro o  $\frac{1}{4}$  de pulgada de longitud.

Moderado = la lesión penetra la pulpa o excede el tamaño de un círculo de  $\frac{1}{2}$  pulgada de diámetro o  $\frac{1}{2}$  pulgada de longitud.

Severo = la lesión penetra la pulpa o excede el tamaño de un círculo de 1 pulgada de diámetro o 1 pulgada de longitud.

**Colapso del Extremo del Tallo:** este es un trastorno del mango, particularmente evidente en la fruta de la variedad 'Tommy Atkins', en el que los tejidos que rodean el extremo del tallo de la fruta se colapsan, causando la deformación de la fruta. Al remover la

piel, son evidentes las cavidades vacías donde los tejidos vasculares estaban presentes. Por lo general, el mango inmaduro es más susceptible al colapso del extremo del tallo, aunque algunos aseveran que las prácticas culturales, como el retiro de riego antes de la cosecha y las demoras entre la cosecha y la aplicación del tratamiento térmico, pueden reducir los síntomas. El colapso del extremo del tallo se debe calificar utilizando una escala del 0 al 3.

0 = no se observa la presencia de colapso del extremo del tallo

1 = colapso muy leve del extremo del tallo

2 = colapso moderado del extremo del tallo

3 = colapso severo del extremo del tallo

No Se Califica = 5% o menos de la superficie de la fruta afectada

Leve = > 5% hasta un 10% de la superficie de la fruta afectada

Moderado = > 10%, pero < 15% de la superficie de la fruta afectada

Severo = > 15% de la superficie de la fruta afectada

**Nota:** en las Instrucciones para la Inspección, este trastorno se denomina "Áreas Hundidas con Decoloración de la Pulpa Subyacente", y "Áreas Hundidas con Decoloración."

**Quemadura por Savia:** la savia o el látex transportado a través de los tejidos vasculares del árbol y la fruta de mango puede ser perjudicial para la piel. Los procedimientos involucrados en el manejo de la fruta durante la cosecha y el transporte a las plantas de empaque a menudo resultan en derrames de savia del tallo que gotean por encima de los tejidos de la piel, lo cual produce una franja de tejido necrótico y manchas lenticulares. La quemadura por savia debe juzgarse en base a una escala del 0 al 3. La savia que es clara o que carece la oscuridad suficiente para perjudicar, o que no afecta el aspecto de la fruta no debe calificarse como quemadura por savia.

- 0 = no se observa la presencia de quemadura por savia
- 1 = presencia de quemadura por savia — leve
- 2 = presencia de quemadura por savia — moderada
- 3 = presencia de quemadura por savia — severa

No Se Califica = 5% o menos de la superficie de la fruta afectada  
Leve = > 5% hasta el 15% de la superficie de la fruta afectada  
Moderado= > 15% hasta el 25% de la superficie de la fruta afectada  
Severo = > 25% of de la superficie de la fruta afectada

**Pudrición Externa:** existen varios patógenos que afectan la postcosecha del mango, mayormente infecciones micóticas. Debe tomar nota de la presencia de enfermedad utilizando un criterio de severidad. En todo caso que sea posible, durante las observaciones, el inspector debe intentar identificar el agente causal de la pudrición. La severidad de la pudrición debe juzgarse utilizando una escala del 0 a 3. **Nota: las definiciones de las calificaciones difieren para la antracnosis comparado con cualquier otro tipo de pudrición.**

- 0 = no se observa la presencia de pudrición superficial
- 1 = presencia de pudrición superficial ligera (leve)
- 2 = presencia de pudrición superficial moderada
- 3 = presencia de pudrición superficial avanzada (severa)

**Incidencia de Pudrición del Extremo del Tallo:** la pudrición del extremo del tallo es un síntoma de deterioro que con toda probabilidad es causado por alguna infección micótica o bacteriana (*Dothiorella* sp. o *Erwinia pantoea*). La enfermedad afecta la fruta de la variedad Tommy Atkins que se produce en diversos países y es una preocupación importante entre muchos productores.

Algunos estudios preliminares han concluido que la pudrición del extremo del tallo se puede reducir hasta un 50% en fruta sometida al tratamiento

hidrotérmico, lo cual lo hace el tratamiento más eficaz disponible.

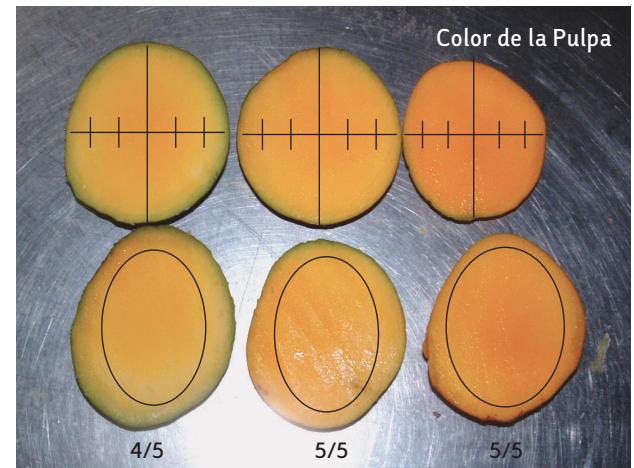
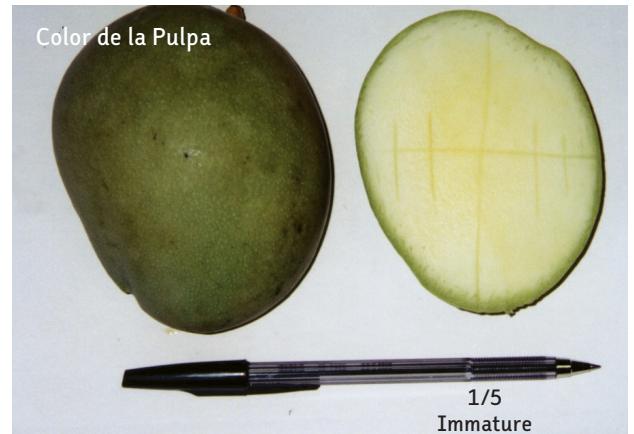
Precoz (leve) (1) = ≤ 10% de la superficie de la fruta afectada  
Moderada (2) = > 10% hasta el 25% de la superficie de la fruta afectada  
Avanzada (severe) (3) = > 25% de la superficie de la fruta afectada

**Incidencia de Antracnosis:** la antracnosis es una enfermedad micótica que generalmente se presenta en el mango maduro después de 2 a 3 semanas de almacenamiento de postcosecha. La enfermedad aparece como manchas necróticas en la piel de la fruta que incrementan su tamaño a medida que empeora la severidad de la enfermedad. Las lesiones en la piel con el paso del tiempo se convierten en síntomas en la pulpa, como el emblandecimiento del tejido situado justo debajo de las lesiones de antracnosis.

Lesión (1) = > 5% hasta el 15% de la superficie de la fruta afectada  
Daño (2) = > 15% hasta el 25% de la superficie de la fruta afectada  
Daño Serio (3) = > 25% de la superficie de la fruta afectada

## EVALUACIONES DE LA CALIDAD INTERNA

**Firmeza de la Fruta :** (escala de presión manual del 1 al 5, con incrementos de medio punto): 1 = *muy duro* (la fruta no "cede" con la presión manual), 2 = *sprung* (elástico) (se siente la deformación (rompimiento) de la pulpa 2 a 3 mm bajo presión dactilar extremosa; muy elástico), 3 = *casi maduro* (2 a 3 mm de deformación lograda con presión dactilar leve, la fruta se deforma por completo con la aplicación de presión manual extrema), 4 = *Maduro o con blandura de consumo* (la fruta entera se deforma con presión manual moderada), y 5 = *sobre maduro* (la fruta entera se deforma con presión manual leve).



**Magulladuras:** el manejo descuidado o rudo puede resultar en depresiones o partes planas en la fruta en las que la piel a menudo no resulta dañada, pero la pulpa subyacente sufre lesiones y decoloración. Las magulladuras deben calificarse en base a la profundidad, área, y decoloración utilizando una escala del 0 al 3:

- 0 = *no hay presencia de magulladuras*
- 1 = *presencia de magulladuras — leve*
- 2 = *presencia de magulladuras — moderada*
- 3 = *presencia de magulladuras — severa*

Leve = indentación y decoloración leve de la pulpa que se extienden > 1 pulgada en profundidad y > ½ pulgada de diámetro.

Moderada = indentación y decoloración leve de la pulpa que se extienden > ¼ de pulgada en profundidad y > ¾ pulgada de diámetro.

Severa = indentación y decoloración leve de la pulpa que se extienden > ½ pulgada en profundidad y > 1 pulgada de diámetro.

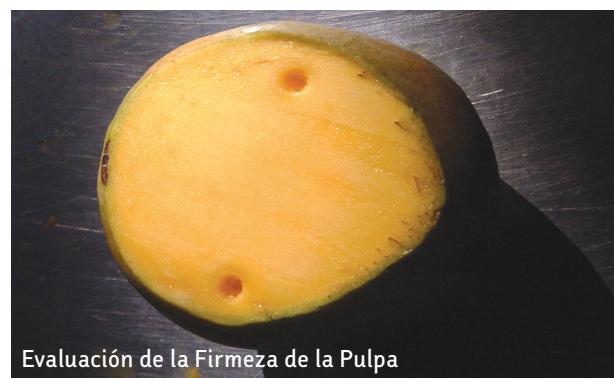
**Maduración de la Pulpa:** en la mayoría de las operaciones de campo, la madurez y maduración de la fruta se califica en base a una escala colorimétrica de 5 puntos que se utiliza para determinar el color de la pulpa. La escala se enfoca en la proporción de segmentos de color blanco o verde a anaranjado amarilloso que aparece en la pulpa de mango (vea fotos a la derecha). Una fruta con ¼ de la superficie de la pulpa con coloración amarilla recibiría una calificación de 3, etc., y una fruta con un 100% de la pulpa con coloración anaranjada-amarilla se calificaría con un 5. El mango con pulpa que no tiene coloración amarilla, únicamente blanca o verde, recibiría una calificación de 1 y se consideraría inmaduro.

En numerosas operaciones de cosecha para exportación los productores intentan cosechar

la fruta con ¼ a ½ de la pulpa exhibiendo una coloración anaranjada-amarilla (es decir, etapas 2 a 3). La fruta cosechada en la etapa 1 y 2 presenta una mayor incidencia de manchas relacionadas con el tratamiento hidrotérmico, como el colapso del extremo del tallo (Tommy Atkins), manchas lenticulares, y escaldado por agua caliente, comparado con la fruta cosechada en la etapa 3 y más arriba.

**Firmeza de la Pulpa** (lbs fuerza): a raíz de la actividad de numerosas enzimas durante el proceso de maduración, la fruta de mango pierde firmeza y cede ligeramente al tacto a medida que madura. Una medida de la firmeza de la fruta es un indicio de la tasa de maduración. La fruta más firme es la que el mercado prefiere. La firmeza de la fruta debe medirse utilizando un medidor portátil de firmeza (tipo Effe-gi) con una sonda Magness-Taylor de 5/16 de pulgada (8 mm) de diámetro.

Se deben tomar medidas en dos sitios opuestos entre la piel y la semilla del mango (consulte la foto de abajo). El promedio de ambas medidas debe documentarse para cada fruto.



Evaluación de la Firmeza de la Pulpa

**Pardeamiento Vascular:** este es un síntoma de lesión causado por la exposición al agua caliente, particularmente en fruta inmadura. Los hilos vasculares en la pulpa de la fruta adquieren una decoloración parda distintiva que inicia en los hilos vasculares cercanos a la superficie de la fruta

y se extiende hacia adentro en la medida en que el trastorno se hace más severo. La decoloración vascular debe juzgarse en base a la intensidad de la decoloración parda y su profundidad en la pulpa utilizando una escala del 0 al 3:

- 0 = *no hay presencia de decoloración vascular*
- 1 = *presencia de decoloración vascular — leve*
- 2 = *presencia de decoloración vascular — moderada*
- 3 = *presencia de decoloración vascular — severa*

Leve = decoloración leve que se extiende a una profundidad de no más de 5 mm dentro la pulpa.

Moderada = decoloración moderada que se extiende a una profundidad de no más de 10 mm dentro la pulpa.

Severa = decoloración severa que se extiende a una profundidad de 15 mm, o más, dentro la pulpa.

**Contenido de Sólidos Solubles (°Brix):** el contenido de sólidos solubles es una métrica que se correlaciona en forma precisa con la dulzura y contenido de azúcar del mango, ya que el principal compuesto soluble en la fruta es la fructosa. El contenido de sólidos solubles debe medirse en muestras del jugo de mango obtenidas después de exprimir los cachetes de mango obtenidos de los cortes de mango realizados para la calificación del color de la pulpa.

**Olor del Mango:** el olor de la fruta de mango puede indicar el grado de maduración, o puede ser indicio de diversos trastornos, como la fermentación o pudrición. El olor del mango debe calificarse como se indica a continuación:

- 1 = *olor a inmaduro*
- 2 = *olor a maduro normal*
- 3 = *olor irregular* (describa en la sección de "Observaciones")

**Trastornos o Pudrición Internos:** el mango es susceptible a una amplia diversidad de trastornos

que pueden causar decoloración interna o descomposición de la pulpa. Observe para la presencia de pudrición en el extremo del tallo que no sea evidente en la parte externa, y tome nota si observa la presencia de áreas de pudrición externas que se extienden hasta la pulpa.

La descomposición interna es un conjunto de trastornos que inicia antes de la cosecha y causa daños serios en el mango de postcosecha. Existen tres tipos de descomposición interna: 'Semilla Jalea,' 'Nariz Blanda,' y 'Descomposición del Extremo del Tallo.' La pulpa afectada por los tres trastornos parece ser blanda, excesivamente madura, empapado de agua, o con textura de jalea.

Tanto la *lesión por frío* como la *lesión por calor* pueden causar la difusión de decoloración en la pulpa en matices de color gris o pardo que se distinguen de la decoloración vascular provocada por la lesión por calor, ya que esto afecta únicamente los tejidos del mesocarpio (pulpa). Esto también se distingue de las magulladuras ya que la pulpa permanece intacta. El tejido interno almidonoso o blancuzco y las cavitaciones (salvo en el extremo del tallo) deben calificarse en esta categoría.

El mango dañado por helada exhibe tejido empapado de agua que se extiende desde la superficie de la fruta hacia adentro de la pulpa.

El daño y la pudrición internos deben calificarse en base al área afectada utilizando una escala de 0 al 3:

0 = *no hay presencia de daño o pudrición*

1 = *presencia de daño o pudrición — leve*

2 = *presencia de daño o pudrición — moderado*

3 = *presencia de daño o pudrición — severo*

Leve = Cualquier daño o pudrición que afecta un área de hasta  $\frac{3}{4}$  de pulgada.

Moderado = Cualquier daño o pudrición que afecta un área entre  $\frac{3}{4}$  de pulgada hasta  $1\frac{1}{2}$  pulgadas de diámetro.

Severo = Cualquier daño o pudrición que afecta un área mayor a la de  $1\frac{1}{2}$  pulgadas de diámetro.