

A photograph of several mangoes hanging from a tree. The mangoes are in various stages of ripeness, with some showing a mix of green and red/pink. The background is filled with green leaves and branches.

**Universidad de Matanzas
Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**EFFECTOS DEL TRATAMIENTO HIDROTERMICO Y EL
EMPAQUE PLÁSTICO SOBRE LA VIDA POSCOSECHA
EN DOS CULTIVARES DE MANGO**

**Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical**

Ing. Pedro Luis Méndez Pérez

**Jagüey Grande
2018**



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



EFECTOS DEL TRATAMIENTO HIDROTERMICO Y EL EMPAQUE PLÁSTICO SOBRE LA VIDA POSCOSECHA EN DOS CULTIVARES DE MANGO

Tesis presentada en opción al Título de
Especialista en Fruticultura Tropical

Autor: Ing. Pedro Luis Méndez Pérez

Tutor: Dr. C. Miguel Aranguren González

Jagüey Grande

2018

DEDICATORIA

A mis padres que han sido mi fuente de inspiración, quienes merecen toda la felicidad que les pueda brindar.

A mis hijos y nieta que espero siempre servirles de ejemplo.

A mi esposa por su apoyo y comprensión.

A la Revolución y su proyecto social.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. C. Miguel Aranguren González por su ayuda incondicional, por su profesionalidad y voluntad que no dudo en transmitirme, siendo más que tutor maestro.

Al colectivo de técnicos del Establecimiento Beneficio, que no escatimaron esfuerzos para ayudarme en el desarrollo de este trabajo.

A los profesores de la especialidad, que materializaron esta maravillosa idea de la Universidad de Matanzas.

Al grupo de calidad que siempre me ha respaldado en mis empeños profesionales.

Mi gratitud a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” y a su fundador el comandante Félix Duque Guelmes por lo que significó para todos.

A toda mi familia y amigos que siempre son un estímulo con su apoyo.

A los trabajadores de la Granja dos que merecen cada día profesionales mejor preparados que los orienten.

A todos muchas gracias.

RESUMEN

Frutos de mango de los cultivares 'Super Haden' y 'Tommy Atkins' procedentes de plantaciones de la Empresa "Victoria de Girón" de Jagüey Grande, se cosecharon en su estado de madurez fisiológica y se sometieron al tratamiento hidrotérmico (50°C por 5 minutos), combinado con el empaque en bolsas plásticas de baja densidad (atmósfera modificada). Los frutos de los diferentes tratamientos se almacenaron en refrigeración a temperatura de 10°C durante 25 días. En las frutas sometidas al tratamiento térmico las pérdidas de peso fueron similares al testigo, mientras que su combinación con el empaque de los frutos en bolsas de plástico, redujo en 75% estas pérdidas. El cultivar 'Tommy Atkins' mostró un mejor comportamiento a los tratamientos postcosecha que el 'Super Haden'. Se apreciaron diferencias significativas en la firmeza de la pulpa, cambios de coloración y presencia de pudriciones entre tratamientos. Los frutos sometidos al tratamiento térmico combinado con la atmósfera modificada, mostraron una mejor calidad, asociada al retardo del proceso de maduración.

Palabras clave: hidrotérmico, atmósfera modificada, polietileno.

ÍNDICE

	Pág.
1. INTRODUCCION	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Poscosecha de productos hortofrutícolas	4
2.2. Generalidades sobre la vida poscosecha de los frutos	5
2.2.1. Comportamiento fisiológico en poscosecha	5
2.2.2. Respuesta de los frutos al almacenamiento	6
2.2.3. Manejo de la maduración en poscosecha.....	6
2.2.4. Daños más comunes durante la poscosecha en frutos de mango	7
2.3. Pudriciones poscosecha en el mango.....	9
2.3.1. Pudrición por Antracnosis	9
2.3.2. Pudrición por Diplodia	9
2.3.3. Mildium polvoriento	9
2.3.4. Métodos de control más utilizados	9
2.4. Manejo poscosecha de los frutos para alargar su vida de anaquel	11
2.4.1. Tratamiento hidrotérmico.....	11
2.4.2. Control de la antracnosis con el tratamiento hidrotérmico	12
2.4.3. Envasado en atmósferas protectoras.....	15
2.4.3.1. Empleo de las atmósferas modificadas (AM)	15
2.4.3.2. Empaques para generar atmósferas modificadas	17
2.4.3.3. Control de las pérdidas de peso con el empleo de AM	19
2.4.3.4. Control de las pudriciones con el empleo de AM	20
3. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1. Ubicación de la investigación	21
3.2. Material vegetal y tecnología de beneficio utilizada	21
3.3. Diagnóstico de las pérdidas poscosecha en dos cultivares de mango	22
3.4. Evaluación de la calidad de los frutos en la cosecha	22
3.5. Influencia del tratamiento hidrotérmico en la poscosecha	23
3.5.1. Efectos del tratamiento hidrotérmico sobre las pérdidas de peso	23

3.5.2. Efectos del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis	24
3.6. Influencia poscosecha del tratamiento hidrotérmico y bolsas plásticas	24
3.6.1. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas de peso	24
3.6.2. Efectos de los tratamientos combinados sobre la antracnosis	25
3.6.3. Evaluación de los tratamientos en una simulación comercial	25
3.7. Programa estadístico utilizado	27
4. RESULTADOS Y DISCUSION	28
4.1. Diagnóstico de las pérdidas poscosecha en dos cultivares de mango	28
4.2. Evaluación de la calidad de los frutos en la cosecha	30
4.3. Influencia del tratamiento hidrotérmico en la poscosecha	33
4.3.1. Efectos del tratamiento hidrotérmico sobre las pérdidas de peso	33
4.3.2. Efectos del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis	35
4.4. Influencia poscosecha del tratamiento hidrotérmico y bolsas plásticas	38
4.4.1. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas de peso	38
4.4.2. Efectos de los tratamientos combinados sobre la antracnosis	40
4.4.3. Evaluación de los tratamientos en una simulación comercial	41
5. CONCLUSIONES	44
6. RECOMENDACIONES	45
7. BIBLIOGRAFÍA	46
8. ANEXOS	54

1. INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) se encuentra entre los productos frutícolas con un alto potencial de comercialización a nivel mundial, de hecho, los niveles de producción de esta fruta se han incrementado en los últimos años, convirtiéndose en una importante fuente de divisas para un grupo de países que lideran su producción y exportación. En la India se cultiva por más de 4 000 años, siendo hoy el mayor productor mundial con 10 800 000 t que representa el 40,64% de la producción total (FAO, 2006).

A partir del siglo 16, este frutal se distribuyó gradualmente por todo el mundo y llegó a América en el siglo 18. La primera introducción del mango de que se tiene noticia fue en 1833 en Cape Sable, La Florida. Los mangos se consideran universalmente como uno de los frutos más finos y uno de los cultivos más importantes en las áreas subtropicales y tropicales del mundo. El aumento de las áreas destinadas a este cultivo y el mejoramiento en los métodos de manipulación y embarque de los frutos en todo el mundo sin duda alguna incrementarán la popularidad y disponibilidad en los mercados (Crane y Balerdi, 2009).

En el escenario internacional el cultivo del mango alcanza una gran demanda por la aceptación de sus frutos en el mercado para consumo en fresco y como materia prima para la industria de concentrados, jugos y confituras entre otros. Por el alto contenido en antioxidantes naturales, es una fruta de gran interés dietético y nutricional, además de que contiene fibra y β caroteno (Prieto *et al.*, 2005).

El mango es una de las frutas mejor pagadas a nivel internacional y por tal razón las exigencias de calidad son muy altas, lo que ha provocado un aumento de la competencia. Los principales países productores son: La India, China, Tailandia, México y Pakistán, siendo México con 34 000 toneladas el mayor exportador, con los Estados Unidos y Canadá como su principal mercado (FAO, 2007; Infoagro, 2009).

En casi todos los mercados se prefiere la fruta de mango coloreada, sobre todo de los cultivares Tommy Atkins y Haden, por lo que existe gran competencia a nivel

mundial entre los países exportadores de estas frutas (Anónimo, 2010). Por otra parte, los países productores se incrementan cada año por lo que la calidad se ha convertido en un elemento importante para la exportación; sin embargo, la corta vida poscosecha de estos frutos limita su disponibilidad, y por tanto la vida de anaquel es uno de los factores más importantes a considerar en el manejo poscosecha, teniendo en cuenta que la calidad del producto y su vida poscosecha dependen de factores como las condiciones de almacenamiento, índice de madurez; y la sanidad del producto (Castro-López, 2009).

En Cuba las producciones de mango han mantenido un crecimiento constante, con una cifra de 129 303 toneladas en unas 27 291 ha plantadas, lo cual evidencia el gran auge de este frutal. A partir del año 1997 la Empresa “Victoria de Girón” en el municipio Jagüey Grande de la provincia de Matanzas, inicio la diversificación de los frutales donde se potencio el desarrollo de las plantaciones de mango. Dentro de los cultivares que se desarrollan están ‘Tommy Atkins’ en 68,1 ha, ‘Keitt’ en 41,8 ha, ‘Haden’ en 314,3 ha y de ‘Super Haden’ en 424 ha (Ríos, 2010).

Las investigaciones en este cultivo se han encaminado principalmente a establecer las tecnologías de establecimiento y manejo de las plantaciones, sin embargo, son insuficientes los trabajos sobre fisiología, calidad, influencia de las condiciones ambientales, manejo poscosecha y comercialización del producto. En Jagüey Grande el desarrollo de este cultivo es incipiente y aún no se dispone de los elementos suficientes para definir los cultivares con mayores rendimientos, niveles de aprovechamiento, desordenes, plagas y enfermedades más importantes, así como las prácticas de cosecha y poscosecha más adecuadas según el destino.

La corta vida poscosecha de estos frutos es un problema al que se enfrentan los productores y comercializadores. Se desconoce los daños que más afectan a los diferentes cultivares plantados en esta región y la respuesta poscosecha a distintos tratamientos como el hidrotérmico y el uso de atmósferas modificadas con el objetivo de alargar la vida de anaquel de estos frutos.

Teniendo en cuenta lo planteado con anterioridad y conociendo que los tratamientos de control y manejo de pudriciones son limitados. ¿Qué debemos hacer para incrementar el aprovechamiento y la vida de anaquel en poscosecha de los frutos en dos cultivares de mango en Jagüey Grande?

Problema

¿Cómo mejorar la calidad pos cosecha para la comercialización de mango fresco?

Hipótesis

El empleo del tratamiento hidrotérmico y el empaque de los frutos en bolsas plásticas tienen un efecto positivo sobre la calidad y la vida de anaquel poscosecha en los frutos de los cultivares de mango Tommy Atkins y Super Haden.

Objetivos:

Objetivo general

Determinar el efecto del tratamiento hidrotérmico y la atmósfera modificada en la calidad y conservación de frutos de mango.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico de las causas de pérdidas de la calidad poscosecha en dos cultivares de mango en las condiciones de Jagüey Grande.
- Determinar la influencia del tratamiento hidrotérmico en la calidad y la reducción de las afectaciones por antracnosis en los dos cultivares.
- Evaluar el efecto de películas plásticas al producir atmósferas modificadas benéficas para la conservación de frutos de mango.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Poscosecha de productos hortofrutícolas

La producción de frutas y vegetales en el mundo ha tenido desde hace siglos el reto de abastecer mercados cada vez más distantes, cuando el desarrollo de los grandes núcleos urbanos alejó a los consumidores de los productores y estos se convirtieron en dependientes de la comercialización hacia esos destinos. Por lo que se hizo necesario desarrollar una serie de métodos que permitieran almacenar los excedentes que no eran consumidos de inmediato. Dichos métodos se fueron volviendo cada vez más sofisticados, elevándose también su efectividad (Castro-López, 2009).

El desarrollo de las condiciones de almacenamiento y conservación de estos productos se fue perfeccionando, y para alargar su vida de anaquel se buscaron alternativas para bajar la tasa respiratoria en los productos almacenados, retrasar su senescencia, y al mismo tiempo disminuir la intensidad de la transpiración para reducir las pérdidas de peso que conducen a la desecación o marchitamiento, lograr el control de patógenos causantes de pudriciones poscosecha, y de desórdenes fisiológicos que contribuyen a destruir la estabilidad de los productos (Castro-López, 2009).

La refrigeración, es la forma de conservación más extendida mundialmente mediante el empleo de bajas temperaturas y altas humedades, contribuye de forma muy efectiva a la preservación de la calidad de los productos perecederos, prolongando a la vez su vida poscosecha y garantizando su exitosa comercialización, incluso en mercados lejanos (Castro-López, 2009).

El alto costo del transporte obliga a los exportadores a recurrir al transporte marítimo, en este medio se ve afectada la calidad por el tiempo que permanecen los frutos entre la cosecha y el mercado consumidor, por tanto el empleo de la refrigeración como técnica es un método imprescindible para retrasar los procesos naturales de

maduración, procesos estos controlados por enzimas que dependen de la respiración para la obtención de energía (Morais *et al.*, 2013).

La vida poscosecha de los frutos depende de disímiles tratamientos que abarcan desde el período precosecha hasta el almacenamiento adecuado en la transportación y venta al consumidor final. Según Castro-López (2009) el empleo de las bajas temperaturas constituye un elemento fundamental, independiente de la variante tecnológica escogida; que permite no solo extender el período de oferta de los productos en los mercados, sino concurrir a ellos con la adecuada calidad, además mantener una oferta estable, que contribuye a garantizar su prestigio como suministrador confiable.

2.2. Generalidades sobre la vida poscosecha de los frutos

2.2.1. Comportamiento fisiológico en poscosecha

En el caso de los frutos de patrón respiratorio climatérico como el mango, se requiere un determinado tiempo para alcanzar la madurez comercial según el fin a que se destinen; estos frutos son muy sensibles al deterioro durante la vida de anaquel y requieren un manejo acertado de la maduración en esta etapa (Castro-López, 2009).

Para determinar los mejores métodos de conservación de los productos agrícolas cosechados, es necesario conocer el comportamiento fisiológico de estos durante la poscosecha. Existen diferentes tipos de productos que se clasifican según su patrón respiratorio, teniendo en cuenta que una elevada tasa de respiración y alta producción de etileno los definen como climatéricos.

Los frutos sufren cambios físico químicos y organolépticos después de la cosecha si esta se realiza de manera adecuada o sea cuando estos alcanzan su madurez fisiológica, ejemplo de estos frutos son: mango, papaya, aguacate, plátano, mamey. Frutos con baja tasa respiratoria y muy poco productores de etileno son definidos como no climatéricos, como los cítricos, la uva, la piña, la fresa (Castro-López, 2009).

2.2.2. Respuesta de los frutos al almacenamiento.

La respuesta del mango al almacenamiento a diferentes temperaturas es notablemente diferente, pues el calor desprendido por los frutos a 10°C es de unos 9 900 BTU/t/h, sin embargo, si el almacenamiento se produce a 15°C el calor generado es de 24 900 BTU/t/h lo que es una diferencia significativa (Dood, 2016).

En el caso de los frutos de patrón respiratorio climatérico como el mango se requiere un determinado tiempo para alcanzar la madurez comercial según el fin a que se destinen; estos frutos son muy sensibles al deterioro durante la vida de anaquel y requieren un manejo acertado de la maduración en esta etapa (Castro-López, 2009).

El mango tiene definidos parámetros óptimos de conservación, la temperatura óptima para frutos con madurez de corte o fisiológica es de 13°C y frutos con madurez parcial o completa madurez de consumo 10°C, la humedad relativa óptima es de 90-95% y en caso de disponer de atmósfera controlada los parámetros de concentración de gases son 3-5% O₂ y 5-8% CO₂ (Kader, 2000).

En la conservación de mangos del cultivar Tommy Atkins se definió que mangos cosechados en estadio comercial y conservados a temperaturas de 13± 1° C y 99% de H.R., sin rotura de la cadena de frío pueden conservarse de forma apta para el consumo hasta 21 días más tres días mantenidos a temperatura ambiente y hasta 28 días si son mantenidos en refrigeración (Morais *et al.*, 2003).

2.2.3. Manejo de la maduración en poscosecha

Crane y Balerdi (2009) plantean que para retardar la maduración y facilitar el embarque, los frutos pueden almacenarse a temperaturas frías, no menores de 55° F (12,8° C). Los daños causados por las temperaturas bajas pueden no ser evidentes hasta que los frutos se expongan a temperaturas más altas. Los síntomas pueden incluir la adquisición de una coloración gris o carmelitosa en la piel, manchas en la superficie, maduración irregular y el desarrollo de mal sabor.

El empleo del methylciclopropeno (1-MCP) es una variante muy actual utilizada para alargar la vida de anaquel de los mangos, se ha demostrado que los frutos tratados a concentraciones de 300ml/L alargan su vida de anaquel lo que hace posible colocarlos en mercados lejanos (Osuna *et al.*, 2006).

Otros investigadores plantean que cuando se desee alcanzar la maduración de consumo la temperatura ideal para el mango es de 20 a 22°C y que temperaturas por debajo de 18°C aumentan la acidez, las pudriciones y el color verde en la cáscara (Aracena, 2008).

La tasa de respiración del mango varía según la temperatura a la que esté almacenado, por ejemplo a temperaturas de 10°C el desprendimiento de CO₂ oscila entre 12 y 16 mL CO₂/kg·h hasta 20°C en que desprende entre 35 y 80 mL CO₂/kg·h, también la variación de la temperatura de almacenamiento en forma ascendente eleva de manera proporcional la producción de etileno lo que se puede demostrar con los siguientes datos: a 10°C la producción de etileno alcanza valores entre 0,1-0,5 uLC₂H₄/kg·h y a 20°C entre 0,5-8,0 uLC₂H₄/kg·h (Kader *et al.*, 2000).

La temperatura de almacenamiento de 10°C para mangos Ataulfo produjo daños por frío en el 67% de los frutos sometidos a tratamiento hidrotérmico durante dos semanas, observándose manchas decoloradas, oscurecimiento de las lenticelas, maduración irregular y pobre desarrollo del color y sabor (Luna *et al.*, 2006).

La combinación de absorbentes de etileno como la vermiculita- KMnO₄ y el silicagel- KMnO₄ se utilizó con el objetivo de alcanzar un retardo en la maduración de los cultivares Keitt y Palmer envasados en bolsas plásticas permeables que permiten la difusión de los gases para generar atmósferas modificadas tuvo resultados positivos en experimentos realizados en el estado de Barinas en Venezuela (Briceño *et al.*, 1998).

2.2.4. Daños más comunes durante la poscosecha en frutos de mango

La calidad se hace en el campo y se mantiene en poscosecha. Es necesario enfocarse a todos los factores precosecha que influyen en la calidad de la fruta, para

posteriormente dirigir la atención hacia la cosecha y poscosecha. Desgraciadamente una vez que la fruta se cosecha, la calidad de la misma no puede mejorar (Ovando, 2005)

En las condiciones de nuestro clima se manifiestan un elevado grupo de afectaciones en los frutos de mango que deprimen su calidad poscosecha, las marcas provocadas en la piel de los frutos por insectos, los daños mecánicos (golpes, heridas y rasguños), las quemaduras por látex y las deformaciones. Las afectaciones por Trips, el uso inadecuado de la maquinaria en los tratamientos precosecha, una poda inadecuada en función de la preservación de los frutos y la mala manipulación en el momento de la cosecha son el origen de pérdidas relevantes por concepto de calidad en la producción de frutas para el consumo en fresco (Mulkay *et al.*, 2009).

El momento de la cosecha es definitorio para mantener la calidad de los frutos de mango por lo que esta debe realizarse evitando causar daños como: magulladuras, golpes, cortaduras, rompimiento o desgarramiento del pedúnculo. También las quemaduras de látex son un problema que afecta la calidad de los frutos ya que se produce la llamada quemadura por látex que reduce la vida comercial de la fruta, lo que se puede minimizar evitando la cosecha en horas tempranas o bajo la lluvia y haciendo un corte del pedúnculo de aproximadamente 5 cm (IICF, 2000).

Los frutos y las hortalizas al ser cosechados continúan viviendo, respiran, toman oxígeno de la atmósfera y producen dióxido de carbono y agua. También producen gases como el etileno que al alcanzar una cierta concentración dispara el proceso de maduración y lleva a los productos al deterioro. Los productos hortícolas y las frutas inmediatamente después de su cosecha, sufren deshidratación y marchitamiento (Rodríguez, 2004).

Según Ovando (2005) en la poscosecha pueden aparecer defectos de diferente origen como: Desórdenes fisiológicos (daño por frío, daño por calor, daño por alto CO₂ y/o bajo O₂, descomposición interna de la pulpa en la zona cercana al cáliz), daños por enfermedades como la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz),

podrición peduncular (*Diplodia natalensis* Pole-Evans), daños por insectos, daños mecánicos y manchado por látex. Con el objetivo de eliminar la tierra, hojas, látex, etc. se debe lavar las frutas, el agua de lavado debe tener una concentración de cloro de entre 50 y 100 ppm y un pH de 6,5 a 6,8 (Aracena, 2007).

2.3. Pudriciones poscosecha en el mango

2.3.1. Pudrición por Antracnosis

Es una pudrición causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, que comienza como una infección latente en fruta inmadura y se desarrolla cuando los mangos comienzan a madurar. Las lesiones pueden limitarse a la piel o pueden invadir y oscurecer la pulpa.

2.3.2. Pudrición por Diplodia

Causada por *Lasiodiplodia theobromae*, afecta áreas dañadas mecánicamente del pedúnculo o de la piel. El hongo crece a partir del pedúnculo formando lesiones negras circulares alrededor del mismo. *Botryodiplodia theobromae*, es uno de los mayores patógenos post cosecha del mango. Los frutos infectados con el patógeno no logran el máximo climatérico (Mascarenhas *et al.*, 1996).

2.3.3. Mildium polvoriento

Es una de las enfermedades más importantes en el mango junto a la Antracnosis y produce sus mayores afectaciones en las fases de floración y fructificación, provocando una fuerte reducción de la producción y serias afectaciones en la apariencia del fruto (IIFT, 2009).

2.3.4. Métodos de control más utilizados

Kader, (1986) establece un grupo de medidas y la estrategia de manejo poscosecha del mango, donde se exponen los siguientes aspectos:

- Manejo cuidadoso para minimizar los daños mecánicos.

- Tratamiento con agua caliente: inmersión de los mangos por 5-10 minutos (dependiendo del tamaño de la fruta) en agua a $50^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ($122^{\circ}\text{F} \pm 4^{\circ}\text{F}$).
- Tratamiento con fungicidas poscosecha (Imazalil o Thiabendazole) solos o en combinación con el tratamiento de agua caliente.
- Mantenimiento de la temperatura y humedad relativa óptimas durante todos los pasos del manejo poscosecha.

En la Florida el mango se coloca en baldes de plástico de 10-11 kilogramos y luego se transporta a la planta empacadora en recipientes de madera de 400-450 kilogramos. Allí se sumerge - aún en las cajas de madera- en agua caliente a 35°C durante dos minutos para matar lesiones latentes de antracnosis que se encuentra debajo de la corteza, y para el látex que puede hallarse en la superficie. La fruta entonces se clasifica y se empaqueta inmediatamente, colocándose en almacenamiento frío, o, previamente enfriado a una temperatura de $10-12^{\circ}\text{C}$ (Guzmán, 2000).

Santiago *et al.* (1996) que cita a (Frean, 1985; Mc. Millan *et al.*, 1987; Valdemayor, 1978) plantea que las pequeñas lesiones de antracnosis existentes en el tiempo de la cosecha continúan su desarrollo durante el almacenaje y maduración y que estas pueden ser controladas aplicando fungicidas al árbol y con tratamiento de agua caliente después de la cosecha.

También las pudriciones de la base del fruto se controlan de manera eficaz con el tratamiento de inmersión en agua caliente añadiéndole a esta Benomilo a dosis de 500-1000 ppm a una temperatura de 50°C , aunque sólo será válido en aquellos países donde se permita la aplicación de este fungicida, otra pudrición es la mancha negra (*Alternaria*) que se controla con grandes resultados con la aplicación de un fungicida como Prochloraz usado como lavado durante 15 segundos después de la inmersión en agua caliente.

La pudrición de la cicatriz del pedúnculo (*Diplodia*), causada por *Lasiodyplodia theobromae*, la cual crece desde el pedúnculo a una lesión circular negra alrededor

del pedúnculo. Tratamiento con fungicida y/o térmico puede reducir la incidencia y severidad de enfermedades y pudriciones (Kim *et al.*, 2007).

Además del tratamiento térmico para controlar la antracnosis se recomienda agregar fungicidas al agua caliente como el Sportak (Prochloraz) al 0,2% o Tecto líquido (TBZ) al 0,2% (Avilán, *et al.*, 1995).

Colletotrichum gloeosporioides es el patógeno post cosecha más importante en el mango, algunos de los estudios sobre el cultivo del mango se destinan a minimizar los daños poscosecha causados por este hongo. A este respecto cabe señalar la utilización del control biológico del patógeno con otros microorganismos como *Pseudomonas fluorescens* (Koomen y Jeffries, 1993).

Umaña (1996) cita a Wilson y Wisniewski quienes plantean que el control biológico incluye la inducción de la resistencia a enfermedades, el empleo de productos naturales de plantas y el uso de microorganismos antagonistas a patógenos.

Tratamientos de desinfección, incluyendo tratamiento térmico a base de vapor, inmersión en agua caliente e irradiación a 250 Gy, puede tener efectos negativos en calidad de mangos si las recomendaciones de la combinación tiempo-temperatura o dosis de irradiación son excedidas (Sharp, 1993).

2.4. Manejo poscosecha de los frutos para alargar su vida de anaquel

2.4.1. Tratamiento hidrotérmico

Las inmersiones en agua caliente o con aire caliente se usan para el control directo de los insectos en poscosecha. En los mangos, un tratamiento efectivo es someterlos a una temperatura de 46,4°C por 65 a 90 minutos, dependiendo del tamaño, variedad y país de origen de la fruta, esta no debe manipularse inmediatamente después del tratamiento con calor. Cuando se use el calor en el producto fresco, se deben aplicar inmediatamente después baños con agua fría o aire frío forzado para ayudar a que las frutas vuelvan a adquirir su temperatura óptima tan pronto como sea posible después de completar el tratamiento (Kader, 2002).

El tratamiento con agua caliente a 52°C por 5 min después de haber sido lavados con detergente y sometidos a inmersión por 20seg en una solución de Prochloraz 180ml/100L de agua y el posterior almacenamiento refrigerado alarga la vida de anaquel de mangos de la variedad Tommy Atkins por 28 días (Oosthuysen, 2006).

Algunos patógenos son también susceptibles a los tratamiento con calor. Así que las breves inmersiones en agua caliente o el calentamiento con aire forzado pueden ser efectivos para el control de enfermedades, especialmente por la reducción de la carga microbiana de cosechas tales como ciruelas, chabacanos o melocotones, papayas o lechosa o fruta bomba, melones cantaloup y frutas de hueso (Barkai-Golan y Phillips, 1991). Es efectivo el tratamiento de los mangos en agua caliente a 52 °C durante 5 min contra la Antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (Adaskaveg, 2002).

Todos los mangos destinados a la exportación deben recibir inmediatamente después de la cosecha un tratamiento con agua caliente para eliminar posibles infecciones por antracnosis. Los mangos se sumergen durante 5 minutos en agua caliente a 55 °C (el cultivar Tommy Atkins constituye una excepción, ya que su cáscara es muy delicada, y por lo tanto la temperatura del agua no puede superar los 52 °C). La eficiencia del tratamiento térmico se acrecienta agregándole fungicidas al agua caliente. En a práctica se utiliza comúnmente Sportak (Prochloraz) al 0,2% o Tecto líquido (TBZ) al 0,2%; aunque se ha detectado que muchos hongos han desarrollado resistencia a este producto (Barkai-Golan, 2001).

En un artículo sobre mango publicado en el sitio web: PROEXANT.com (2009) se plantea que las lesiones que se producen durante la recolección del fruto, continúan su desarrollo durante el almacenamiento y la maduración, y estas se controlan de manera eficaz con el tratamiento de los frutos por inmersión en agua caliente.

2.4.2. Control de la antracnosis con el tratamiento hidrotérmico

La antracnosis se trata de una de las enfermedades más difundida y destructiva del follaje del mango, aunque también puede causar graves daños en la poscosecha. Es

producida por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, que produce manchas oscuras en las flores y sus pedúnculos, destruyendo a gran número de flores; aunque también aparece en las hojas donde se presentan puntos negros, que se convierten en agujeros por destrucción de los tejidos (Páez, 2003).

Los frutos jóvenes también pueden ser atacados, quedando destruidos antes de llegar a la madurez. Si les ocurre esto cuando ya están maduros, presentarán manchas negras que les darán mal aspecto y dificultan su conservación. Tiene especial importancia en las zonas húmedas, sin embargo, no tiene incidencia en climas secos. Este patógeno ataca igualmente a un gran número de especies de cultivos frutales tropicales y su tratamiento preventivo es con caldo bordelés (Alahakoon y Brown, 2004).

Esta es la enfermedad más extendida en el mango y en las áreas lluviosas de los trópicos ataca a los frutos, comenzando por las panículas florales. Las pequeñas lesiones en el tiempo de la recogida, continúan su desarrollo durante el almacenaje y maduración. Puede ser controlada aplicando fungicidas al árbol o con tratamiento de agua caliente después de la cosecha. La temperatura y tiempo del tratamiento sin daños al fruto son decisivos para el control de la enfermedad, y estos varían entre 51-55° C y de tres a 15 minutos respectivamente (Adaskaveg, 2002).

En investigaciones realizadas relacionadas con el comportamiento de la antracnosis por Bosques (1996) plantea que aplicando baños de agua caliente a 54 °C por 5 min se ha comprobado la reducción de la severidad e intensidad del daño hasta un 60%.

Aracena (2007) plantea que la antracnosis puede ser controlada con inmersiones en agua caliente a temperaturas entre 48 y 52 °C por tiempos que oscilen entre 5-10 min o sea a más temperatura menor tiempo. Además que la aplicación de agua caliente resalta los daños mecánicos pasadas las 24 horas.

El tratamiento con agua caliente a 50 °C para el control de la antracnosis incorporando el uso de Prochloraz combinado con Fludioxonil, como método químico

de control tienen resultados positivos en la disminución de las afectaciones por esta enfermedad en frutos de los cultivares Kent y Keitt (Swart *et al.*, 2006).

Páez (2003) plantea que el mayor perjuicio económico de la antracnosis se evidencia en la fase poscosecha, porque es donde se observa con mayor intensidad el daño y de una u otra forma se cuantifican las pérdidas ocasionadas. Las evaluaciones realizadas indican que las pérdidas por antracnosis en frutos cosechados de mango alcanzan el 50 % y los daños en poscosecha se presentan por:

- Alta presión de la enfermedad en el campo.
- Una mala selección de los frutos favoreciendo la entrada de frutos enfermos en cajas u otro tipo de empaque.
- Presencia de infecciones latentes provenientes del campo que solo se hacen evidentes cuando el fruto madura bajo condiciones de humedad y altas temperaturas.

Los tratamientos contra antracnosis que son relativamente exitosos después de la cosecha, incluyen la inmersión en agua caliente; esta es una manera esencial para reducir los niveles de la enfermedad, especialmente si los métodos usados en precosecha no han proporcionado la protección adecuada del producto (Guzmán, 2000).

Cáceres *et al.* (2004) plantean que en la etapa de mercadeo los frutos tratados con agua caliente presentaron los mas bajos porcentajes de daños causados por esta enfermedad comparados con otros tratamientos que incluyen encerado a distintas concentraciones de sólidos y la combinación de agua caliente mas ceras.

En el tratamiento de agua caliente, se han recomendado diferentes condiciones de inmersión para lograr un control efectivo de la enfermedad, pero una conclusión general es que el agua deberá mantenerse a una temperatura de 50 y 55 °C. El tiempo de inmersión para lograr un control efectivo de la enfermedad, deberá ser de cuando menos 5 minutos. Los factores que tienen que ver con tal disparidad incluye

variadas tolerancias de los cultivares hacia el tratamiento y a las diferentes sensibilidades del hongo que causa la Antracnosis y su resistencia presentada al tratamiento de calor en diferentes países (Guzmán, 2000).

2.4.3. Envasado en atmósferas protectoras

El principal factor limitante de la vida útil de los vegetales frescos, es su actividad metabólica que continua después de la recolección. Esta tecnología prolonga la vida útil de las frutas y hortalizas y preserva su calidad. Tanto el almacenamiento de vegetales frescos en cámaras controladas como su envasado en atmósfera modificada se realizan, en general, con una baja proporción de oxígeno combinada con una alta concentración de dióxido de carbono (García *et al.*, 2006).

El envasado en películas poliméricas es un método para alargar la vida de los productos vegetales, estos envases deben tener una permeabilidad adecuada a la tasa de respiración del vegetal, para permitir el paso de los gases (López-Rubio, 2006).

La composición de la atmósfera que rodea la fruta produce efectos en su comportamiento poscosecha, la elevación del CO₂, en la atmósfera frena la intensidad respiratoria y restringe los procesos de maduración, que conduce al ablandamiento, así como el incremento del agua alrededor de los frutos, disminuye el DVP, frena la transpiración y las pérdidas de peso (Castro-López, 2009).

Cada vez son más las restricciones al uso de los agroquímicos para la preservación de alimentos. Estos pueden dejar residuos por lo que constantemente se buscan alternativas en forma de tratamientos físicos, como el uso de bajas y altas temperaturas, radiaciones, atmósferas modificadas (AM) y atmósferas controladas (AC) (Castro-López, 2000).

2.4.3.1. Empleo de las atmósferas modificadas (AM)

La AM es una técnica muy antigua que fue utilizada por los chinos y los egipcios entre otros, desde hace miles de años para la preservación de diferentes tipos de

alimentos. Sin embargo fue en los años 1819-20 cuando Bernard en Francia y Nice en EEUU hicieron las primeras observaciones sobre el efecto de la AM en la maduración de frutas (Yahia, 1992).

La tecnología del envasado en atmósferas modificadas o protectoras (M.A.P Modified Atmosphere Packaging) corresponde al envasado en unidad/consumidor de productos alimenticios en una atmósfera distinta a aquella natural y constituida por mezclas de gas en distintas proporciones: principalmente oxígeno, nitrógeno y anhídrido carbónico pero también, potencialmente, argón, helio y protóxido de nitrógeno; todos definidos según normas europeas sobre los aditivos, como gases para envasado de alimentos (Mitcham *et al.*, 1997).

El objetivo fundamental de esta técnica es prolongar la conservación de la calidad de los productos alimenticios. Para alargar la vida de un alimento, evidentemente es indispensable poder detener o disminuir los mecanismos químicos y biológicos que determinan su descomposición. Si bien en ciertos casos el envasado en atmósfera modificada no garantiza una significativa extensión de la conservación, la técnica permite una mejor presentación (Kader, 2002).

El uso de la atmósfera modificada, de todos modos, no debe ser considerado como un medio de recuperación o de mejoramiento cualitativo de un producto alimenticio próximo a vencer, sino más bien, como una operación tecnológica de soporte que solamente unida a otras intervenciones (como la refrigeración, el control higiénico, etc.) puede lograr los efectos deseados (Kader, 2002).

El uso de AM puede proporcionar grandes ventajas para el manejo de las frutas entre las que se incluyen:

- El retardo de la maduración y senescencia.
- El alivio y/o control de algunos desordenes fisiológicos como el daño por frío.
- El control de algunas enfermedades.
- El control de insectos.

La AM es una técnica física que no deja residuos químicos en los alimentos y se refiere básicamente a cualquier atmósfera con un contenido gaseoso diferente a la del aire normal que está formado por un 20-21% de O₂, 0,03% de CO₂, 78-79% de N₂, y trazas de otros gases (González *et al.*, 1990).

Con respecto a las técnicas más tradicionales (en aire o al vacío), el envasado en atmósfera modificada ofrece una excelente garantía para la mejor conservación del producto alimenticio, sin tener que renunciar a las características atractivas de los envases tradicionales. Con relación al tipo de producto, la atmósfera modificada utiliza gases específicos o mezclas de gases, con distintas propiedades. Atmósfera Modificada (AM), Es una modificación de la composición gaseosa en la atmósfera pero sin control ni regulación preciso de las concentraciones de gases (Graell y Ortiz, 2003).

La elevación del CO₂, en la atmósfera frena la intensidad respiratoria y restringe los procesos de maduración, que conduce al ablandamiento, así como el incremento del agua en la atmósfera que rodea los frutos, disminuye el DVP, y frena la transpiración y las pérdidas de peso, coincidiendo con resultados de Castro-López (2002).

Yahía y Báez (1992) reportan resultados positivos en el uso de AM donde se alcancen determinadas concentraciones de CO₂ y de O₂ que permitan el desarrollo normal de la maduración y el logros de una mortalidad del 65,16% de larvas de *Anastrepha ludens* en su tercer estadio.

2.4.3.2. Empaques para generar atmósferas modificadas

Alguno materiales de empaque reducen el paso de oxígeno hacia el vegetal, aumentan la concentración de dióxido de carbono dentro del empaque, impiden la acumulación de agua en la superficie de la película de empaque, absorben gases tales como etileno, amoníaco y sulfuro de hidrógeno los cuales son los principales catalizadores en el proceso de maduración de frutas y hortalizas. Al controlar estos gases se retarda el proceso de maduración y se prolonga la vida del producto (Michiels, 1995).

Estos empaques permiten a las hortalizas y frutas que vivan por más tiempo retardando la respiración, la maduración y la producción de etileno, reducen el oscurecimiento enzimático, retardan el ablandamiento de la textura, preservan las vitaminas y extienden la frescura total del producto empacado. Todos los empaques con o sin atmósfera modificada deben retardar el marchitamiento y la deshidratación de los vegetales y protegerlos del manejo (Narva, 2000).

Cada hortaliza, fruta o flor tiene necesidades específicas mínimas para continuar vivas, no es posible utilizar un solo tipo de empaque que funcione bien con todos los tipos de vegetales y esa es la razón por la que se dificulta el desarrollo de los empaques para atmósfera modificada, esta necesidad ha obligado a que los ingenieros expertos en materiales de empaque se reúnan con los biólogos, con los ingenieros agrícolas, con los expertos en post cosecha para definir entre todas las características de los empaques para cada producto (Rodríguez, 2004).

La prolongación de la conservación con envases que generan atmósferas modificadas permite explotar las economías a escala de producción, mejorar la gestión de las provisiones y los costes de transporte, extender la propia producción a los mercados extranjeros, mejorar las ganancias y reducir las pérdidas. Brinda la seguridad de un embalaje concebido de acuerdo a las más rigurosas normas higiénicas para garantizar la máxima calidad del producto sin perjudicar la estética de la presentación. Desde el punto de vista operativo, esta técnica necesita la utilización de una envasadora con algunos cambios técnicos importantes, y además se reduce el uso de aditivos y conservantes (Kader, 2000).

El Packaging moderno se caracteriza especialmente por el uso de materiales de embalaje flexibles (bolsas y bandejas semirígidas de plástico, contenedores de cartón poli combinados, etc.) de los cuales los polímeros plásticos representan los principales constituyentes. Los gases atraviesan los materiales plásticos con una velocidad distinta de polímero a polímero y esto justifica el hecho que se indican

como "materiales barreras" aquellos polímeros que tienen una baja permeabilidad a los gases (Ben-Yehoshua, 1985).

Existen diferentes formas de empleo de atmósferas modificadas: MAP PASIVO es cuando el producto empacado consume el oxígeno de la bolsa y lo reemplaza por dióxido de carbono, MAP ACTIVO se introduce en la bolsa de empaque una mezcla deseada de gases antes del sellado, con lo que se acelera el proceso para alcanzar una atmósfera modificada en equilibrio, EMPACADO AL VACIO se produce un ligero vacío antes de sellar la bolsa, con lo que se reduce el aire dentro de la bolsa y se acelera el proceso de alcanzar una atmósfera modificada en equilibrio (Rodríguez, 2004).

En un experimento realizado con mangos de la variedad Keitt se demostró que el polietileno de baja densidad (PEDB) reduce la pérdida de peso y el deterioro de los mangos. En general se encontró que el polietileno retardó el proceso de maduración de los mangos almacenados a la temperatura ambiente en comparación con los frutos testigos (Castro *et al.*, 2003).

2.4.3.3. Control de las pérdidas de peso con el empleo de AM

El empaque en atmósfera modificada protege al producto de los efectos nocivos de agentes externos como la pérdida de humedad (por consiguiente las pérdidas de peso), el deterioro por acción de la luz, deterioro por temperaturas, etc. Todos los empaques con o sin atmósfera modificada deben retardar el marchitamiento y la deshidratación de los vegetales y protegerlos del manejo (Rodríguez, 2004).

Las bolsas de PEBD controlan eficazmente la pérdida de agua del producto, y los valores de pérdida de peso son menores que con el empleo del PVC, que en La pérdida en los frutos de mango Keitt almacenados en bolsas de PEBD fue solo del 3.0% después de 28 días (Castro *et al.*, 2003); quienes concuerdan con (Millar *et al.*, 1983; Yamashita *et al.*, 1987; Jerónimo y Kaneshiro, 2000) quienes encontraron que el mayor beneficio del empaque de mangos con películas plásticas es la reducción de las pérdidas de agua.

2.4.3.4. Control de las pudriciones con el empleo de AM

Para productos que toleran altos niveles de CO₂, el aire enriquecido con 15 a 20 % de CO₂ puede usarse como un fungistático para el control de pudriciones causadas por patógenos durante el transporte, tales como *Botrytis cinerea* en fresas, frutillas, arándano azul, zarzamora, higo fresco y uvas de mesa (Adaskaveg, 2002).

Bajas concentraciones de O₂ y/o altas de CO₂ se han usado para matar ciertos insectos en productos que pueden tolerar estas concentraciones. La efectividad de las atmósferas insecticidas depende de la temperatura, humedad relativa, duración de la exposición y fase de la vida del insecto (Mitcham *et al.*, 1997).

El CO₂ hace su función bacteriostática deteniendo el crecimiento de ciertas bacterias y el producto puede mantener la apariencia fresca que el consumidor demanda (López, 2004). El CO₂ es un gas altamente soluble en agua y con propiedades bacterioestáticas y fungiestáticas, lo que retarda el crecimiento de hongos y bacterias aeróbicas. El CO₂ actúa alargando la fase vegetativa del crecimiento microbiano (Varios, 1996).

Se plantea que existen compuestos volátiles en los frutos que se relacionan con los mecanismos de resistencia a enfermedades. Wilson y Wisniewski (1989) lograron reducir las pudriciones causadas por *Botrytis cinerea* y *Rhizopus stolonifer* en frambuesa al usar vapores de acetaldehído. La resistencia a las pudriciones en atmósferas con altas concentraciones de CO₂ se asocia con los altos niveles de compuestos como el acetaldehído y el acetato de etilo que producen los frutos como respuesta a estas condiciones de almacenamiento.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación de la investigación

El trabajo se desarrolló en el Establecimiento Beneficio de la UEB Mercadotecnia y Ventas perteneciente a la Empresa Agroindustrial 'Victoria de Girón', localizada entre los 22°30' - 22°50' de latitud norte y los 81°35' - 81°51' de longitud oeste a una altitud de 13-25 msnm, en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, en la región occidental de Cuba.

El clima de la localidad se caracteriza por una temperatura media mensual en el mes más frío de 14,4 °C (enero) y de 33,4 °C en el mes más cálido (julio), una precipitación media anual de 1 494 mm con el período lluvioso entre mayo y octubre, humedad relativa media superior a 80 % y 7,6 horas de luz solar (Aranguren, 2009).

3.2. Material vegetal y tecnología de beneficio utilizada.

Se trabajó en el período de año 2015 al 2017 entre los meses de junio y agosto, con frutos de los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) 'Tommy Atkins' y 'Super Haden', provenientes de plantaciones comerciales cosechadas para la venta al turismo como frutos frescos.

Para realizar los experimentos se utilizaron frutos cosechados y enviados el mismo día al Establecimiento Beneficio. En las etapas 2015 al 2017 se realizaron los análisis en condiciones de laboratorio, y para ello se utilizaron las instalaciones ubicadas en la Empresa Agroindustrial "Victoria de Girón". Los tratamientos térmicos a escala experimental (Anexo 1) se realizaron con un equipo con temperatura regulable y las pérdidas de peso con una balanza técnica digital.

En la etapa de extensión de los resultados se utilizó una línea de acondicionamiento de mangos, marca FOMESA, instalada en la empresa. La línea cuenta con una tina para el tratamiento térmico, transportador de escurrido con seis ventiladores de tiro forzado, mesa de selección, enceradora, túnel de secado y calibrador electrónico de dos calles y con seis salidas.

3.3. Diagnóstico de las pérdidas poscosecha en dos cultivares de mango

Durante el período de cosecha entre junio y agosto de los años 2015 y el 2016, se realizaron muestreos en la materia prima durante el pre acondicionamiento de los frutos, donde se evaluó la presencia de síntomas de las principales afectaciones que inciden en la depreciación de los frutos de mango con destino a la exportación, según los síntomas que describen Mulkay *et al.* (2009).

Se revisaron en cada caso 60 muestras de 100 frutos tomadas de la materia prima de ambos cultivares durante el año 2015 y en el 2016 solo en frutos del cultivar Tommy Atkins. En las muestras se determinaron los porcentajes de frutos con cada daño y como análisis estadístico se utilizó una comparación de proporciones para establecer las diferencias entre los defectos encontrados durante el 2015 y 2016.

3.4. Evaluación de la calidad de los frutos en la cosecha

Para el análisis de la calidad de los frutos en el momento de la cosecha durante el 2015 y 2016, se realizaron análisis de calidad a muestras de frutos de ambos cultivares, cosechados en el mes de mayo y distribuidos en tres índices de color establecidos de forma visual, y teniendo como referencia otros indicadores de maduración de los frutos establecidos por Kader (2000).

Además de los cambios en la forma de los frutos (llenado de los hombros), se analizó el color de piel con la siguiente escala:

Para frutos de Tommy Atkins se definieron los siguientes colores externos:

- (1) 50% verde, 50% rojo
- (2) Mas de 50% rojo, menos 50% verde + trazas amarillas
- (3) Mas 50% rojo, menos 50% verde amarillo

Para frutos de Super Haden los siguientes colores externos:

- (1) 70% verde, 30% rojo
- (2) 60% verde, 40% rojo

(3) 60% verde, 40% rojo + trazas amarillas

La coloración interna se clasificó para los dos cultivares de forma visual en la pulpa de los frutos, definiendo los siguientes colores:

(1) amarillo pálido

(2) amarillo fuerte

(3) amarillo naranja

En todos los casos se realizaron los análisis de forma individual a los frutos en tres muestras (cajas) con ocho frutos, para un total de 24 por muestreo. Los análisis de contenido de sólidos solubles en el jugo, se realizaron en el laboratorio, con un refractómetro digital ATAGO en ambos cultivares teniendo en cuenta su estado de madurez por color externo. Se utilizaron los métodos de ensayo recomendados (NC-ISO IDT 2173:2001).

Durante los muestreos del año 2015 en el mes de julio y en el 2016 en agosto, se realizaron en el cultivar Tommy Atkins y en este último año se analizó además de los sólidos la firmeza de la pulpa con un equipo penetrometro de hasta 13 kg F, Modelo FT-327, para relacionar estas variables de calidad indicadoras de la madurez.

3.5. Influencia del tratamiento hidrotérmico en la poscosecha

3.5.1. Efectos del tratamiento hidrotérmico sobre las pérdidas de peso

Durante el año 2015 se cosecharon en el mes de julio, frutos de los cultivares Tommy Atkins y Super Haden, y se llevaron al laboratorio donde se realizó el tratamiento de deslechado, reposo por 12 horas y se distribuyeron en dos tratamientos para cada cultivar. El tratamiento hidrotérmico se realizó en condiciones de laboratorio en una pequeña tina con equipo que tiene una resistencia con temperatura regulable. En el anexo 1 se muestra el procedimiento del tratamiento a los frutos de mango con el agua caliente.

Los frutos después del tratamiento térmico se sumergieron en agua corriente para disminuir su temperatura y se distribuyeron en cajas de cartón, en cuatro repeticiones

de ocho frutos y se almacenaron a temperatura ambiente (25-28°C) en el laboratorio, durante 15 días.

Los tratamientos fueron:

1. Testigo (frutos lavados y empacados).
2. Frutos lavados y con tratamiento térmico (50°C por 5 minutos).

Las evaluaciones de las pérdidas de peso se realizaron cada cinco días a partir de la pesada inicial de los frutos con una balanza digital en el laboratorio, se determinó la diferencia de peso entre una y otra evaluación para estimar el porcentaje de pérdidas.

A los 15 días con los datos reunidos por tratamiento se realizó un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA), donde los niveles fueron: A) cultivar y B) tratamientos. Los datos se transformaron a $\sqrt{P+0,5}$ y para establecer las diferencias entre las medias se utilizó el Test de Tuckey al 5% de probabilidad.

3.5.2. Efectos del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis

En los frutos de los cultivares de mango Tommy Atkins y Super Haden sometidos a los tratamientos anteriores, se realizó la evaluación visual de los síntomas de Antracnosis que describen Mulkay *et al.* (2009) para esta enfermedad.

Se determinaron los porcentajes de incidencia de frutos afectados en cada tratamiento y se realizó para su comparación un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA), donde los niveles fueron: A) cultivar y B) tratamientos. Los datos se transformaron a $\sqrt{P+0,5}$ y para establecer las diferencias entre las medias se utilizó el Test de Tuckey al 5% de probabilidad.

3.6. Influencia poscosecha del tratamiento hidrotérmico y bolsas plásticas

3.6.1. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas de peso

Durante el año 2016 se realizó a nivel de laboratorio la simulación del tratamiento hidrotérmico combinado con el empaque en bolsas plásticas de PEBD a frutos del

cultivar Tommy Atkins. Se utilizaron frutos de tres categorías de color externo: (1) verde/rojo, (2) rojo/verde y (3) rojo/amarillo.

Cada grupo de frutos por color fueron lavados y se sometieron al tratamiento hidrotérmico (50°C por 5 minutos por inmersión). Con posterioridad se agruparon en dos categorías frutos con bolsas y frutos sin bolsas. Estos tratamientos se se distribuyeron en un modelo bifactorial, donde los factores fueron: A) colores externos (tres categorías de color) y B) forma de empaque (con bolsa y sin bolsas). Se formaron en cada tratamiento cuatro repeticiones (cajas) de ocho frutos cada una.

Las evaluaciones de las pérdidas de peso se realizaron cada cinco días a partir de la pesada inicial de los frutos con una balanza digital en el laboratorio, se determinó la diferencia de peso entre una y otra evaluación para estimar el porcentaje de pérdidas. A los 15 días con los datos reunidos por tratamiento se realizó un análisis de varianza de clasificación doble (ANOVA). Los datos se transformaron a $\sqrt{P+0,5}$ y para establecer las diferencias entre las medias se utilizó el Test de Tuckey al 5%.

3.6.2. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas por antracnosis

Las evaluaciones de antracnosis se realizaron de forma visual en los frutos de los tratamientos del experimento anterior. Se realizaron apreciaciones de esta variable de forma general durante el almacenamiento.

3.6.3. Evaluación de los tratamientos en una simulación comercial

Durante el año 2016 el trabajo se realizó en condiciones de producción en la línea comercial de mango del Establecimiento Beneficio. Se utilizaron los frutos del cultivar Tommy Atkins que fueron cosechados en el mes de julio, cumplimentando todos los requerimientos de calidad para la cosecha de frutas con destino al consumo en fresco (corte de pedúnculo a diez centímetros por encima de la válvula, envasado en cajas plásticas, identificadas y enviadas inmediatamente al beneficio).

En la planta de acondicionamiento se procedió a realizar el corte del pedúnculo para el desleche, donde se colocaron los frutos en mesas de malla metálica según recomendación Jiménez (2009).

Se utilizaron frutos que estuvieran fisiológicamente maduros aunque presentaran diferentes estados de madurez, los que se definieron teniendo en cuenta la coloración externa según la escala de Pérez *et al.* (2000). Donde: 1 (verde-verde-rojo); 2 (verde-rojo-rojo) y 3 (verde-rojo-amarillo). La coloración de la pulpa fue: 1 (crema) y 2 (cambiante).

Con posterioridad los frutos se dividieron en cuatro tratamientos:

1. Testigo (frutos lavados y empacados).
2. Frutos lavados y con tratamiento térmico (inmersión 50°C por 5 minutos).
3. Frutos lavados y con bolsa solamente (sin tratamiento térmico).
4. Frutos lavados, con tratamiento térmico (inmersión 50°C por 5 minutos y empacados en bolsas de polietileno de baja densidad (PEDB).

Los frutos se colocaron en cajas de cartón similares a las de exportación (Anexo 2), se paletizaron y se formaron tres tratamientos con seis repeticiones. Cada repetición fue de una caja de cartón para mangos de 4,5 kg, con seis u ocho frutos que se almacenaron en un contenedor refrigerado a por espacio de 25 días a 10°C y 90% de humedad relativa, para ser evaluados a los 18 días simulando en lo posible una exportación y a los 25 días termina el proceso de refrigeración y colocarlos a temperatura ambiente para simular el período de mercadeo.

Las evaluaciones de las pérdidas de peso se realizaron a los 18 y 25 días a partir de la pesada inicial de los frutos en el laboratorio, con una balanza digital Marca TANITA, modelo TLD-602 (Anexo 1). Se determinó la diferencia de peso entre una y otra evaluación con respecto a la inicial para estimar las pérdidas.

Se evaluaron además las afectaciones por antracnosis producidas por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* teniendo en cuenta la distribución y severidad de los daños: Se definieron cinco categorías, según una escala modificada de Pérez *et al.* (2000). Donde: 1) Sin daños, 2) Menor del 25% de superficie afectada, 3) Entre el 25 y el 50%, 4) Entre el 51 y el 75% y 5) Más del 75%.

La distribución se determinó por la fórmula: $D = \text{porcentaje de frutos con síntomas respecto al total de frutos evaluados}$. La severidad se determinó por: $\text{Severidad} = \frac{\sum(\text{grado de la escala} * \text{total de frutos en ese grado})}{(\text{Número total de muestras} * \text{grado máximo de la escala})}$. Los resultados se expresan en porcentaje de frutos afectados.

A los 25 días se desmontó el experimento los datos de pérdidas de peso se transformaron a $\sqrt{P+0,5}$, y los de distribución y severidad de la antracnosis según $\arcsen\sqrt{\%}$. Se realizó un análisis de varianza (ANOVA); para las diferencias entre las medias se utilizó el Test de Tuckey al 5%.

3.7. Programa estadístico empleado

Los análisis estadísticos se realizaron con el programa STATISTICA, Versión 6.0, StatSoft, Inc. (2003). Se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de varianza con la prueba de Cochran C., Hartley y Bartlett cuando fue necesario y los datos que no cumplían con esta condición fueron transformados con la función correspondiente.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Diagnóstico de las pérdidas poscosecha en dos cultivares de mango

En la Figura 1 se resumen los resultados de los muestreos realizados a los frutos de mango de los cultivares Tommy Atkins y Super Haden durante los meses de junio a agosto en la cosecha 2015 de todas las áreas de la Empresa, donde se definieron las diferentes afectaciones que los inhabilitaba para la exportación.

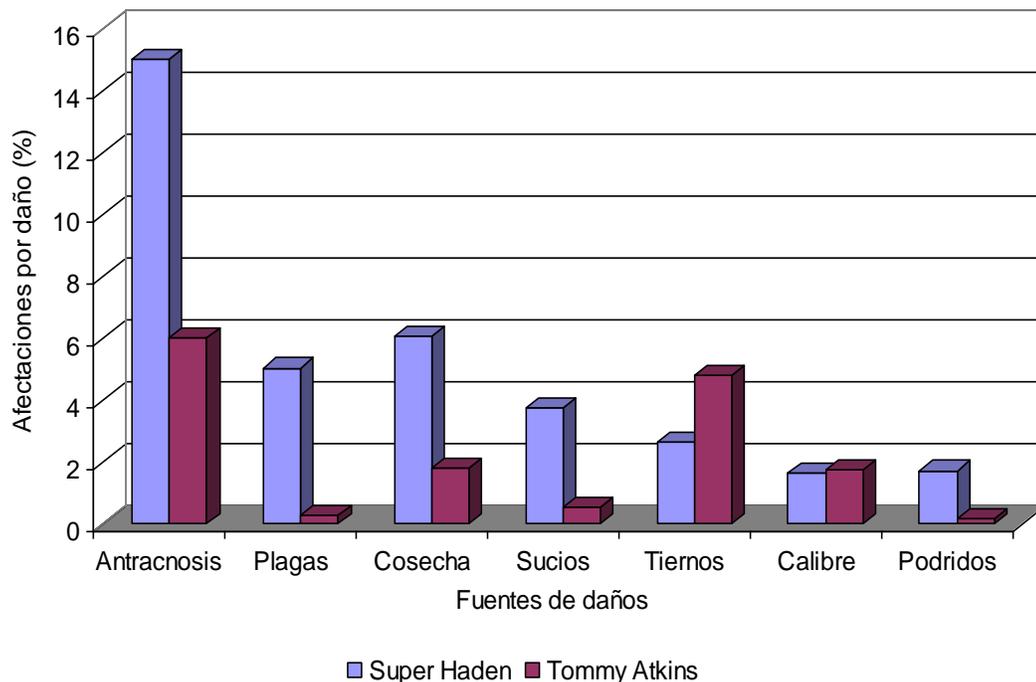


Figura 1. Causas de pérdidas en frutos de mango de dos cultivares en la materia prima procedente del campo (junio-agosto, 2015).

Las principales afectaciones en esta campaña fueron la presencia de antracnosis, daños de plagas como los Trips, defectos provocados por mala manipulación en la cosecha, frutos sucios, tiernos, con problemas de calibres y en menor medida con síntomas de pudrición,. Estos resultados se corresponden con los obtenidos por Mulkay *et al.* (2009) quienes definieron las mismas afectaciones en áreas de Trinidad en la provincia de Santi Espíritus.

Debemos resaltar como algo significativo la menor incidencia de afectaciones en el cultivar Tommy Atkins con respecto al cultivar Super Haden, que se muestra más susceptible a las afectaciones por antracnosis y otros daños. Es evidente que el clima húmedo de la región tiene una marcada influencia en la incidencia e intensidad de las afectaciones por antracnosis, lo que no coincide con las observaciones de daños registrados por Mulkay *et al.* (2009) en Trinidad que es una zona donde las condiciones de precipitaciones y humedad son inferiores a las de Jagüey Grande.

En los resúmenes de los muestreos realizados al cultivar Tommy Atkins en el mes de junio del 2015 (Figura 2) se definen también como principales afectaciones los daños por antracnosis y por plagas como el Trips, coincidiendo con lo planteado por Diego y Salvador (2008).

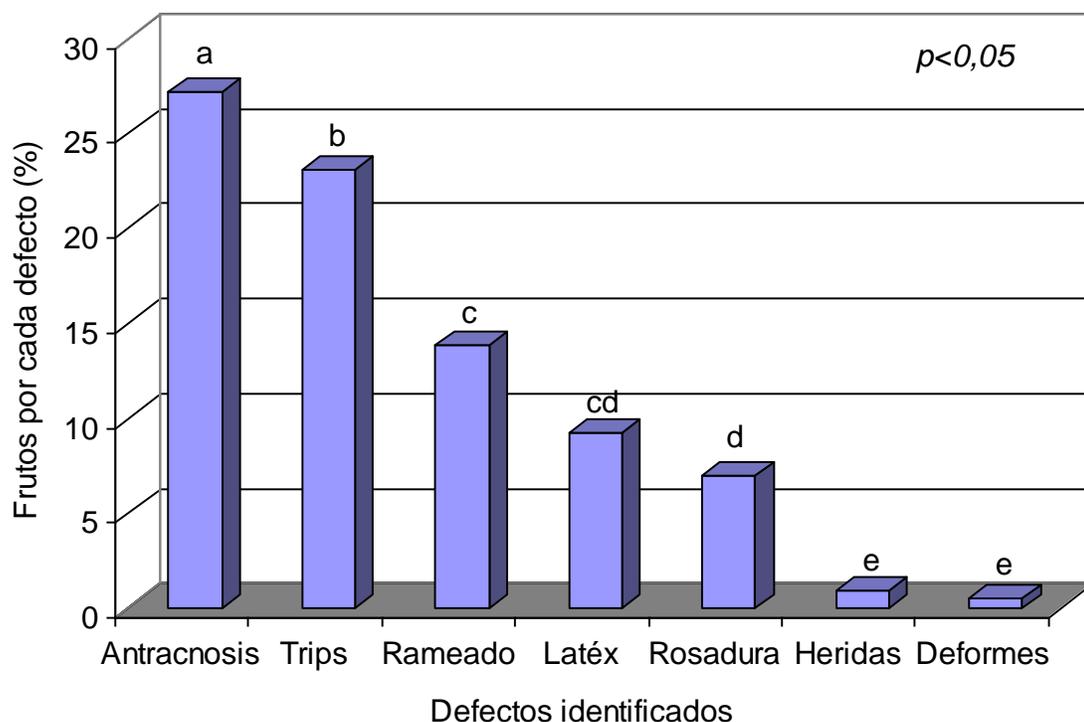


Figura 2. Causas de pérdidas en frutos de mango del cultivar Tommy Atkins en la materia prima procedente del campo (junio-agosto, 2015).

Las rozaduras y las quemaduras por látex siguen por ese orden en los niveles más elevados de afectación, manifestándose de igual forma en República Dominicana según Ovando (2005) quién describe a las rozaduras y el manchado por látex como algunas de las principales afectaciones que se producen al mango antes y durante la cosecha.

Las emisiones de látex en este cultivar son más abundantes que en el cultivar Super Haden por lo que se debe ser cuidadoso en el momento de la cosecha ya que cuando por accidente se parte el pedúnculo esto provoca un derrame del látex que puede afectar a la fruta cosechada o a las frutas que se encuentran en el racimo sobre el árbol (Aracena, 2007).

4.2. Evaluación de la calidad de los frutos en la cosecha

En la Tabla 1 se muestran los resultados de una cosecha temprana de los frutos en los cultivares Tommy Atkins y Super Haden. Se observa que los frutos de Tommy Atkins en esta fecha tan temprana de inicio de la cosecha (mayo) presentan un pobre grado de maduración de 4,4 y 5,8 °Brix, y por lo tanto no están listos para la comercialización, aunque se aprecian frutos en el límite 7,1 °Brix recomendado.

Tabla 1. Indicadores de calidad en frutos de mango Tommy Atkins y Super Haden en la cosecha con diferentes grados de color externo. Cosecha: 15/05/2015.

Cultivar	Índice	Color externo	Color interno	°Brix
Tommy Atkins	1	50% verde 50% rojo	Amarillo pálido	4,4
	2	Más 50% rojo, menos 50% verde + trazas amarillas	Amarillo fuerte	5,8
	3	Más 50% rojo, menos 50% verde + amarillo	Amarillo naranja	7,1
Super Haden	1	70% verde, 30% rojo	Amarillo pálido	6,0
	2	60% verde, 40% rojo	Amarillo pálido fuerte	6,2
	3	60% verde, 40% rojo + trazas amarillas	Amarillo naranja	6,2

Los frutos del cultivar Super Haden no alcanzan en ningún caso la calidad para la cosecha (6-6,2°Brix) lo que indica que la coloración externa por sí sola no es indicador de la maduración y es necesario un análisis integral de los frutos para definir su fecha de inicio de la cosecha.

Entre las características de los frutos de estos cultivares se refiere que los del cultivar Tommy Atkins tienen un peso que oscila entre los 400-500 gramos, y su etapa de cosecha se enmarca entre los meses de mayo a agosto y son de excelente calidad para la comercialización siendo los que más se exportan en la actualidad.

Los frutos del cultivar Super Haden produce frutos de tamaño grande 900 a 1300 gramos, son grandes (12,5 a 13,5 cm de largo y de 11 a 12 cm de diámetro), su forma es ovalada y algo oblicua, la base es achatada y el pedúnculo hundido. La parte soleada de la corteza es de color rojizo y la pulpa de color amarillo intenso hasta anaranjada, es fina y con poca fibra, es semidulce, jugosa y agradable, pero cuando se colecta con poco grado de madurez es acida y su cosecha se enmarca en los meses de julio y agosto (IIFT, 2009).

Los resultados anteriormente expuestos coinciden con lo planteado en la Conferencia sobre el cultivo del mango en Cuba (IIFT, 2009) que expresa que los frutos para ser cosechados deben adquirir la forma típica de la variedad y sus “hombros” deben estar bien formados, llenos y sobrepasar la unión del pedúnculo, y los sólidos deben estar entre 7 y 8 °Brix para la cosecha.

Una cosecha realizada en el mes de julio en frutos del cultivar Tommy Atkins (Figura 3) mostró que la maduración evolucionó mas favorablemente en color externo e interno y con una mayor correspondencia con el Brix del jugo de los frutos. Se aprecia que los frutos muestran diferentes características externas e internas en dependencia de su maduración, por lo tanto es necesario realizar estudios de crecimiento-desarrollo de estos frutos en las condiciones analizadas para definir sus fechas optimas de cosecha y los indicadores mas adecuados de su estado de maduración.



Figura 3. Frutos del cultivar Tommy Atkins con diferentes grados de maduración interna y color externo. Cosecha, julio 2016.

La definición del momento de cosecha del mango se realiza también en función de la firmeza de la pulpa. Se plantea además que se debe tener en cuenta la coloración externa de las frutas, la forma alcanzada por los hombros y los análisis de calidad interna. En los frutos del cultivar Tommy Atkins, el análisis de algunos de estos indicadores muestra (Tabla 2), que se deben cosechar con un color verde maduro para que el contenido de sólidos solubles sea el adecuado para el inicio de la cosecha, aunque pueden cosecharse frutos con color rojo/verde con una calidad aceptable. La firmeza de la pulpa en estos casos oscila entre 10,2 y 8,5 kgF, lo que favorece también la manipulación y la disminución de los daños de cosecha.

Se aprecia que el Brix adecuado para el inicio de la cosecha de exportación que debe ser entre 7 y 8° como máximo, se logra con un color externo los frutos entre verde y rojo/verde, que son en este cultivar los adecuados para iniciar la cosecha.

Tabla 2. Indicadores de calidad de los frutos de mango Tommy Atkins en la cosecha con diferentes grados de color externo. Cosecha: 08/08/2016

Color externo	Firmeza pulpa (kgF)	°Brix
+Verde / -rojo	10,2	7,7
+ Rojo / - verde	8,5	9,3
Rojo / verde / amarillo	5,1	13,5
Rojo / amarillo	3,0	15,1

Con índices de color externo superiores la vida de anaquel se limita en tiempo y son más afectados por la manipulación, los frutos con estas características deben destinarse a mercados locales cercanos.

Estas observaciones permiten en función de los objetivos propuestos manejar la cosecha en función de las posibilidades de exportación de estas frutas y lograr una vida de anaquel lo suficientemente larga que permita comercializarlos en mercados distantes como la Unión Europea utilizando el transporte marítimo.

En las condiciones de Jagüey Grande en una exportación de sondeo de mercado hacia Holanda los clientes expresaron que las características de los frutos del cultivar Tommy Atkins enviado desde Cuba (Jagüey Grande), superaba las de otras procedencias como los de Brasil, en calidad externa y menor fibra de la pulpa y coloración interna, lo que es importante analizar para establecer estrategias de comercialización dirigidas a resaltar estas características.

4.3. Influencia del tratamiento hidrotérmico en la poscosecha

4.3.1. Efectos del tratamiento hidrotérmico sobre las pérdidas de peso

Los resultados de los experimentos realizados a nivel de laboratorio en el año 2015 (Figura 4) muestran que cuando las frutas de los dos cultivares se sometieron al tratamiento hidrotérmico a 50°C por 5 min, no se encontró una influencia significativa

en las pérdidas de peso ni entre cultivares, ni entre los frutos sometidos a inmersión en agua caliente con relación a los testigos.

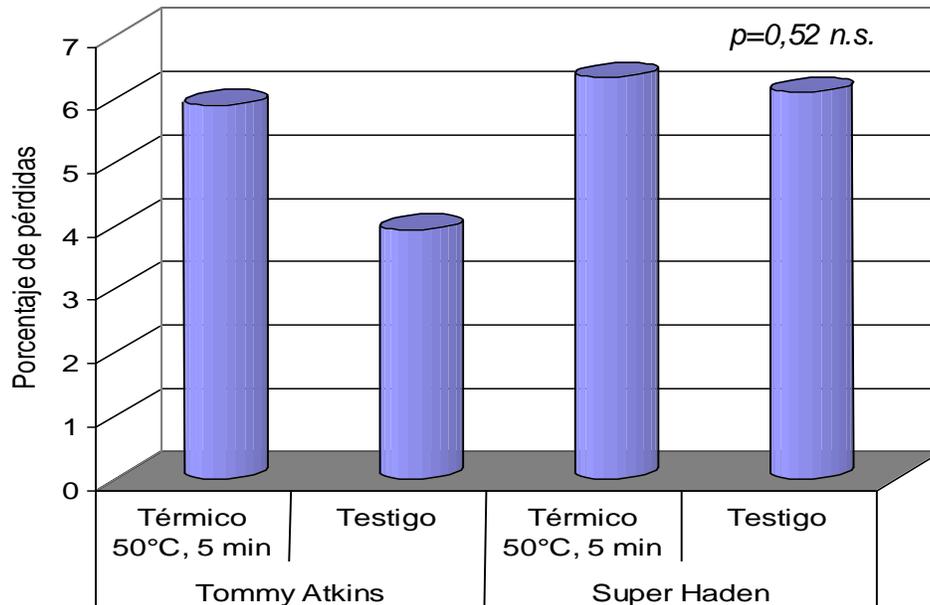


Figura 4. Influencia del tratamiento hidrotérmico en las pérdidas de peso en dos cultivares de mango en Jagüey Grande. Cosecha, 2015.

El cultivar Tommy Atkins manifestó una relativa diferencia en las pérdidas de peso entre el tratamiento hidrotérmico y el testigo, por lo que podemos asumir que los frutos sometidos a tratamiento hidrotérmico elevaron su tasa respiratoria debido a la influencia de las altas temperaturas sobre la fisiología poscosecha de los frutos, por tanto se debe extraer el calor a los frutos inmediatamente después del tratamiento para evitar estos daños.

La diferencia entre los frutos sometidos a tratamiento hidrotérmico y el testigo en el cultivar Super Haden no fue significativa en cuanto a las pérdidas de peso, pero siempre son mayores las pérdidas en los frutos sometidos al tratamiento con calor. Mitra y Baldwin (1997) definen al tratamiento hidrotérmico como estresante, que acelera el mecanismo metabólico de los frutos y provoca una elevada transpiración a través de las lenticelas.

Según Cáceres *et al.* (2004) las mayores pérdidas de peso a la salida de la cámara de conservación, se observaron en los frutos tratados con agua caliente equivalentes a 5,5% al salir del frío y de 8,7% de pérdidas durante la etapa de mercadeo, mientras que en el testigo las pérdidas fueron de 4,6 y 6,7% respectivamente, siendo significativo para el tratamiento con agua caliente. Estos resultados no coinciden totalmente con los de este trabajo donde se presentan similares pérdidas de peso sin diferencias significativas entre los tratamientos los que no rebasan un valor en las pérdidas del 0,7% entre el testigo y los frutos sometidos a tratamiento.

Luna *et al.* (2006) también determinaron que el tratamiento hidrotérmico no provocó diferencias en la pérdida de peso en frutos de mango Ataulfo en comparación con los frutos sin tratamiento. Las pérdidas de peso estuvieron entre 4 y 10% para ambos tratamientos en dependencia de los días de almacenamiento.

Como resultado de los experimentos realizados en los que se utilizaron bolsas de polietileno de baja densidad (PEDB) para la creación de atmósferas modificadas se pudo determinar que la creación de estas atmósferas es beneficiosa en el control de las pérdidas de peso en ambos cultivares. En los pesajes realizados durante el almacenamiento (año 2015) se pudo comprobar que el cultivar Tommy Atkins perdió solo entre el 0,8 y el 1,1% del peso en las muestras en atmósfera modificada respecto al testigo que perdió entre 7,3 y 7,9%.

En los frutos del cultivar Super Haden se obtuvieron resultados similares en los que las muestras almacenadas en AM perdieron entre 1,9 y 2,2% del peso contra 11,3 y 11,8% del peso inicial en el caso de las muestras testigo, además en estas se observaron graves signos de deshidratación coincidiendo con lo planteado por Pérez *et al.* (2000) quienes expresan que en el caso del mango las pérdidas de peso por encima del 10% muestran sintomatología visual y una pérdida de calidad.

4.3.2. Efectos del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis

En la figura 5 se muestran los resultados del tratamiento hidrotérmico en el control de la antracnosis en dos cultivares de mango cosechados en la madurez comercial.

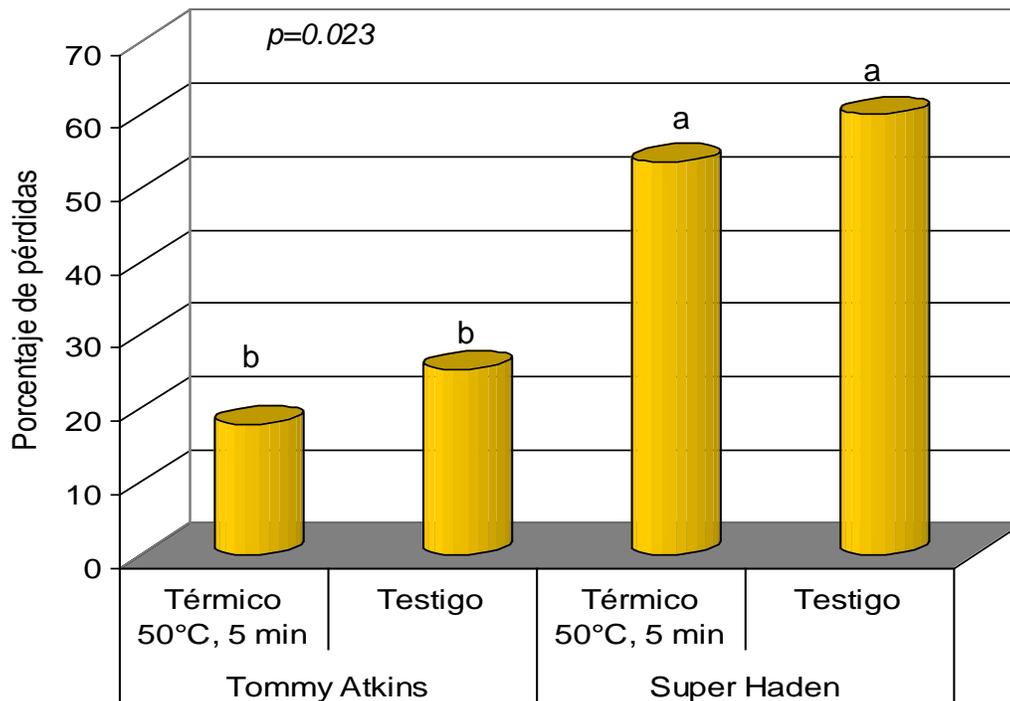


Figura 5. Influencia del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis en dos cultivares de mango en Jagüey Grande. Cosecha, 2015.

Los dos cultivares mostraron diferencias significativas con respecto al grado de infestación por la enfermedad, y no se encontró una respuesta importante del tratamiento con respecto al testigo. El cultivar Tommy Atkins en correspondencia con los resultados de las evaluaciones a la materia prima realizadas, muestran niveles inferiores de infestación de la enfermedad con pérdidas menores al 25% y una ligera respuesta al tratamiento hidrotérmico ya que las pérdidas no rebasaron el 18%.

En el cultivar Super Haden se demostró la alta susceptibilidad a la antracnosis donde las pérdidas se acercaron al 60% por parte del testigo sin tratamiento y alcanzaron niveles del 51% en los frutos sometidos al tratamiento hidrotérmico. Estas observaciones nos permiten definir que el cultivar Super Haden tiene pocas posibilidades de comercialización como frutas frescas en las condiciones de Jagüey Grande, teniendo en cuenta que los niveles de pudriciones son altos aún el frutos sometidos a tratamiento de control del patógeno.

Estos resultados no están en total correspondencia con IIFT (2009) sobre el control de antracnosis en frutos de mango mediante la inmersión en agua caliente a 54 °C por 5 min para reducir hasta el 60% de la severidad e intensidad de los daños.

En la figura 6 se muestran evidencias de las diferencias en la respuesta de los cultivares Tommy Atkins y Super Haden al tratamiento hidrotérmico, y como se puede observar existe una marcada diferencia en cuanto a la presencia de afectaciones por antracnosis.



Figura 6. Resultados del tratamiento hidrotérmico en el control de antracnosis en dos cultivares de mango (2016).

El cultivar Tommy Atkins manifiesta un bajo nivel de afectaciones y una disminución de la intensidad de los daños. Sin embargo el cultivar Super Haden presentó una alta incidencia de daños causados por antracnosis tanto en el testigo como en la muestra tratada la que no mostró los resultados deseados.

El tratamiento térmico influyó ligeramente de manera positiva en el control de la antracnosis, pudimos determinar que en las muestras sometidas a inmersión en agua caliente (50°C por 5 min.) disminuyó tanto la presencia del daño como la intensidad del mismo, estas pocas diferencias se atribuyen a la alta intensidad de antracnosis con que estaba afectada la materia prima utilizada en la investigación.

A pesar de estos resultados no se debe renunciar al tratamiento térmico de los frutos para el control de la Antracnosis. Barkai-Golan y Phillips (1991) plantean que algunos patógenos son también susceptibles a los tratamientos con calor y que las breves inmersiones en agua caliente o el calentamiento con aire forzado pueden ser efectivos para el control de enfermedades.

4.4. Influencia del tratamiento hidrotérmico y bolsas plásticas

4.4.1. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas de peso

En el año 2016 se repite el ensayo y en las evaluaciones de peso realizadas (Figura 7) se determina que el cultivar Tommy Atkins almacenado en AM perdió entre 1,7 y 1,9% de su peso, en cambio las muestras almacenadas sin AM perdieron entre 7,0 y 8,2% de su peso. Castro *et al.* (2003) plantean que se reduce significativamente la pérdida de peso de mangos almacenados en PEBD y que esta oscila entre 0,2 y 0,3% contra una pérdida de peso del control de 4,9% sin afectar la calidad comercial.

Estos resultados se corresponden con lo observado por otros autores (Millar *et al.*, 1983; Yamashita *et al.*, 1997; Jerónimo y Kaneshiro, 2000) quienes encontraron que el mayor beneficio en el uso del empaque plástico en el mango es la reducción de la pérdida de agua. Ferreira *et al.* (2006) también demostraron que el empleo del empaque plástico en frutos de maracuyá amarillo fue eficiente en el control de las

pérdidas de materia fresca reduciendo el porcentaje de pérdidas y el marchitamiento de estos frutos manteniéndolos en buenas condiciones de consumo.

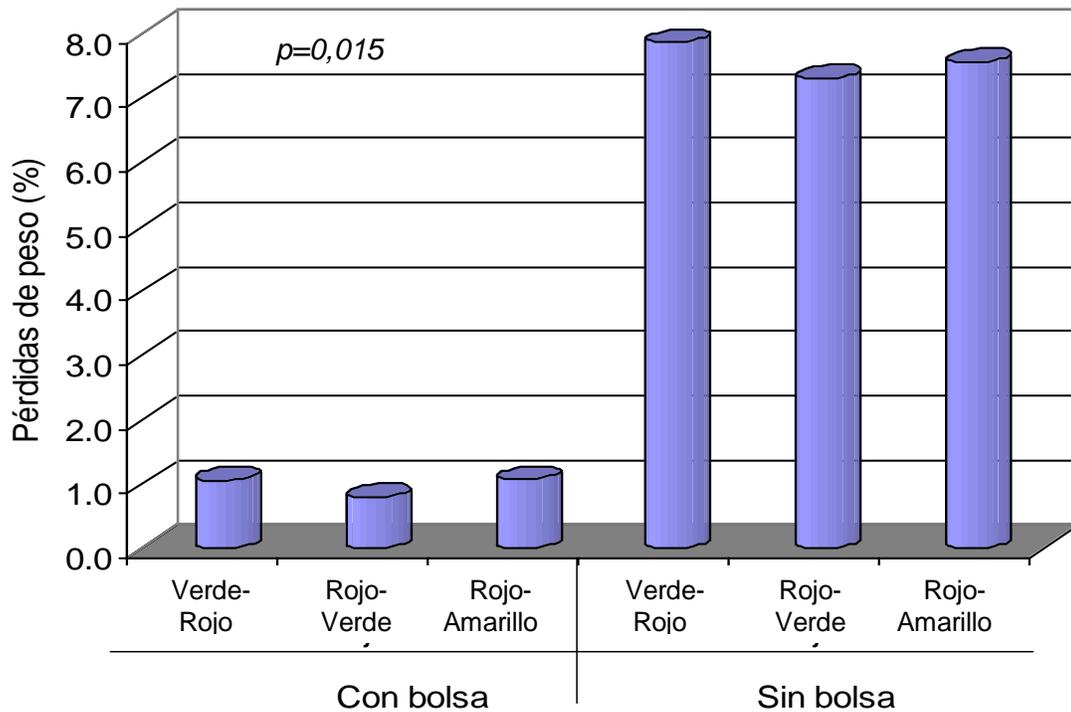


Figura 7. Pérdidas de peso en frutos del cultivar Tommy Atkins almacenados en bolsas plásticas. Cosecha, 2016.

El empleo de películas plásticas en la poscosecha del mango propició el alargamiento de la vida de anaquel de los frutos, la combinación de esta técnica con el almacenamiento refrigerado permitieron que los frutos alcanzaran los 20 días en buen estado de conservación, disminuyendo las pérdidas de peso y las afectaciones por antracnosis, alcanzando la madurez de consumo a los cuatro días de almacenamiento a temperatura ambiente.

Estos resultados coinciden con los alcanzados por González *et al.* (1990) que obtuvo resultados sobre el almacenamiento de frutos en madurez fisiológica alcanzan su madurez de consumo entre los 10-12 días a temperatura de 20°C, 16-18 días a 13°C y el proceso de preenfriado permite agregar cuatro días al período de

almacenamiento, Los resultados para el efecto de la película plástica mostraron que la de alta densidad retiene menor cantidad de CO₂ en ambas temperaturas (4,24%/10°C, 5,73%/13°C) comparada con la de baja densidad (9,3%/ 10°C, 9,06%/ 13°C), con los beneficios correspondientes, el uso de la película permitió que los frutos resistieran la temperatura de 10°C hasta por 30 días, en cambio los frutos almacenados sin película alcanzaron 18 días a 13°C.

4.4.2. Efectos de los tratamientos combinados en las pérdidas por antracnosis

Los experimentos realizados en la etapa 2009, mostraron resultados positivos en el control de las afectaciones provocadas por antracnosis (Figura 8) aunque se encontraron diferencias significativas en la presencia del frutos afectados



**Tratamiento hidrotérmico
con bolsa**

**Testigo sin tratamiento
sin bolsa**

Figura 8. Resultados del tratamiento hidrotérmico combinado con bolsas plásticas (AM) en el control de antracnosis en mango Tommy Atkins. Cosecha 2016.

Los mejores resultados se encontraron cuando se utilizaron películas plásticas y agua caliente, en comparación con el testigo. La alta distribución de los daños provenientes del campo incide de manera negativa en los resultados obtenidos.

Castro *et al.* (2003) plantean que las bolsas plásticas de PEBD retrasan el desarrollo de la Antracnosis, coincidiendo también en los resultados alcanzados por Castro-López *et al.* (2002) quienes observaron que hubo una leve disminución de las pudriciones en frutos de mango Haden almacenados en bolsas de Conserver- 21.

Los resultados se corresponden también con los de otros investigadores como Miller *et al.* (1983), (1986) y Yahia (2006), quienes demostraron que los empaques que estimulan la producción de atmósferas modificadas con o sin absorbedores de etileno pueden retrasar la maduración y reducir la deshidratación de los frutos de mangos verdes aunque en madurez fisiológica.

4.4.3. Evaluación de los tratamientos en una simulación comercial

En la Figura 9 se muestran los resultados de las evaluaciones de pérdidas de peso de los frutos del cultivar Tommy Atkins sometidos al tratamiento hidrotérmico y su posterior empaque posterior en bolsas plásticas.

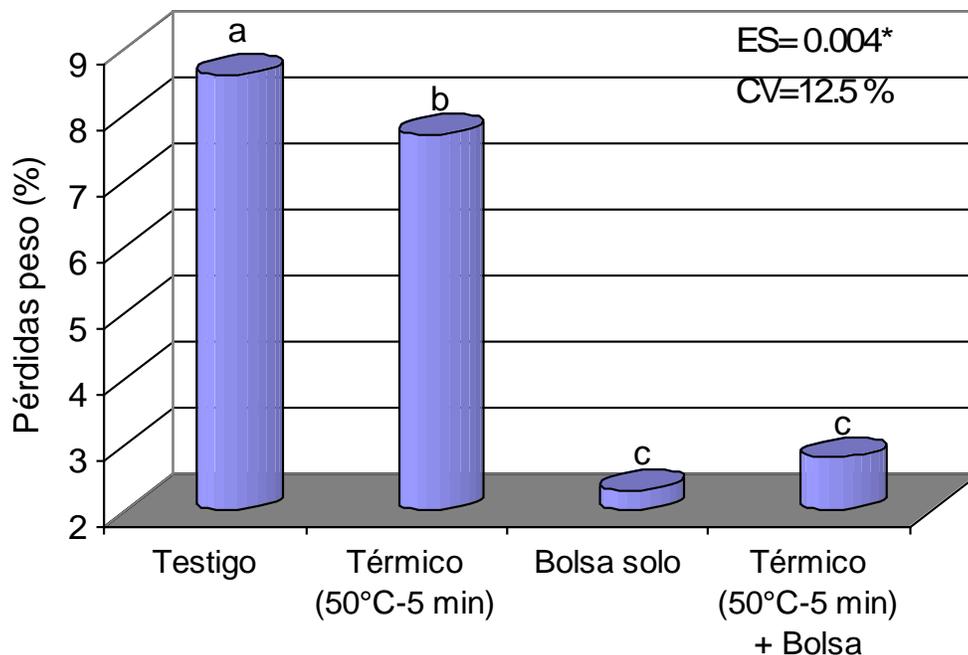


Figura 9. Resultados las pérdidas de peso a escala de producción con el tratamiento hidrotérmico combinado con bolsas plásticas (Tommy Atkins, 2016).

Se aprecia que los resultados experimentales se corresponden con los obtenidos a escala comercial con los tratamientos realizados en la línea de acondicionamiento habilitada para el tratamiento de mango en la Unidad de Beneficio de Jagüey Grande, de la Empresa. Los frutos bajo tratamiento, después de 28 días de almacenamiento a temperatura de conservación, tuvieron pérdidas de peso significativamente superiores en el testigo y el tratamiento térmico solo, en comparación con los frutos mantenidos en bolsas y los del tratamiento combinado.

Los resultados de las evaluaciones de la incidencia y severidad de la antracnosis sobre los frutos de este cultivar sometidos a los tratamientos (Figura 10), muestran que hasta los 18 días de conservación a 10 °C las afectaciones por antracnosis se manifestaron en el rango 3 de la escala (afectaciones entre el 25 y 50%) y el testigo se ubicaron en el rango 4 (afectaciones entre el 50 y 75%) lo que se atribuye a que los frutos provienen de áreas con alta incidencia de la enfermedad.

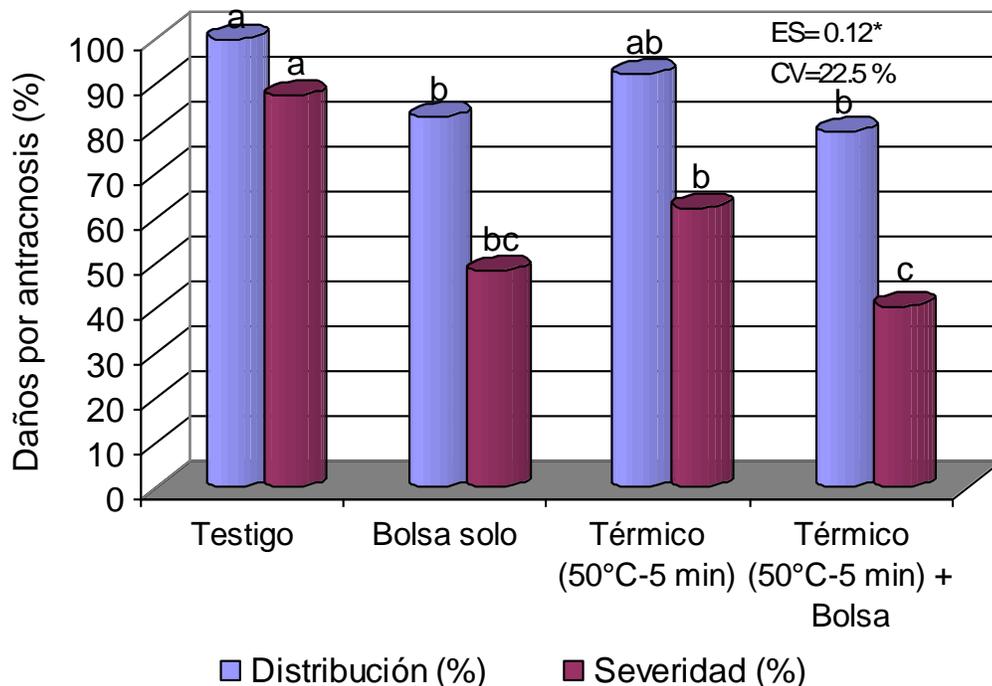


Figura 10. Control de antracnosis a escala de producción con el tratamiento hidrotérmico combinado con bolsas plásticas (Tommy Atkins, 2016).

Castro *et al.* (2003) frutos del cultivar de mango Keitt obtuvieron resultados similares en el control de antracnosis, donde el testigo se ubicaron en el rango 3 de la escala (entre 25 y 50%) y los almacenado en PEDB y a 12 °C de temperatura en el rango 2 con menos del 25% de la superficie afectada.

Además los resultados coinciden con lo que plantea Castro *et al.* (2003) de que a los 28 días de almacenamiento los frutos de mango utilizados como testigo presentaron manchas de antracnosis entre un 25 y 50% de la superficie y después de transferidas a temperatura ambiente estas afectaciones aumentaron a 51 a 75%; sin embargo los mangos ubicados en bolsas de PEDB presentaron daños menores del 25% y al ser colocados a 25°C las manchas aumentaron entre el 25 y 50% de la superficie.

Páez (2003) plantea que en este cultivar la incidencia de antracnosis alcanza un 14% y la severidad es leve por su baja susceptibilidad a este patógeno, mientras que Avilan y Figueroa (1982) señalan que los frutos de Tommy Atkins que son de media estación son resistente a la antracnosis.

Como otras observaciones importantes se apreció que algunos de los frutos cosechados verdes en madurez fisiológica, almacenados en bolsas y temperaturas de conservación frías, no evolucionaron en su maduración de forma adecuada y presentaron color, sabor y olores desagradables.

En este sentido Yahia y Vasquez-Moreno (1993) encontraron que los frutos de mangos toleran cortas exposiciones a atmósferas con muy poca concentración de oxígeno y elevadas de dióxido de carbono. No obstante, la exposición de mangos verdes en madurez fisiológica a oxígeno por debajo de 2% y/o dióxido de carbono por encima de 10% por tiempo prolongado puede inducir decoloración de la cáscara, color de la pulpa de pálido a grisáceo, maduración desuniforme y sabores no deseados debido al desarrollo de un proceso de fermentación (acumulación de acetaldehído y etanol).

5. CONCLUSIONES

- En las condiciones de Jagüey Grande predominan en los frutos durante la cosecha los daños por Antracnosis, de manipulación y por quemaduras de látex, tanto en el cultivar Tommy Atkins como en Super Haden.
- El uso del tratamiento hidrotérmico puede resultar beneficioso para el control de afectaciones por antracnosis en la poscosecha de mango, siempre que las afectaciones provenientes del campo en la materia prima sean bajas.
- La utilización de empaque plástico tiene un efecto positivo en el control de las pérdidas de peso y en la disminución de las afectaciones por antracnosis.
- El tratamiento hidrotérmico combinado como el empleo de empaques plásticos mejora la calidad de los frutos de mango y contribuyen a alargar su vida de anaquel en la poscosecha.
- La variedad de mango Super Haden no responde de manera óptima a los tratamientos empleados por su alta susceptibilidad a los daños por antracnosis.

6. RECOMENDACIONES

- Elevar la exigencia durante los tratamientos fitosanitarios en campo y la cosecha para disminuir las pérdidas en la materia prima.
- Estudiar el proceso de maduración de los frutos de mango en las condiciones analizadas para establecer los momentos óptimos de cosecha.
- Implementar el tratamiento hidrotérmico y el uso de empaques plásticos como parte de la tecnología poscosecha para enfrentar las ventas en frontera y las exportaciones de frutos frescos.
- No utilizar el cultivar Super Haden como frutas frescas para la exportación por su alto grado de susceptibilidad a la antracnosis.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ADASKAVEG, J.E., FORSTER, H. AND SOMMER, N.F. 2002. Principles of postharvest pathology and management of decays of edible horticultural crops. p. 196-195, in: A.A. Kader (ed). Postharvest technology of horticultural crops, third edition. University of California , ANR Publication 3311.
- ALAHAKOON, A. AND BROWN. M. 2004.. El cultivo del mango 2da parte. [en línea]. Disponible en: [http://www @ infoagro.com](http://www.infoagro.com). [Consulta: junio, 18 2017].
- ANÓNIMO. 2010. Guía para el cultivo del mango. Republica Dominicana. 10 p.
- ARACENA, J. J., 2007 Manejo poscosecha del mango. República Dominicana.
- ARANGUREN, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de cosecha de los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.
- AVILÁN R. L., RODRIGUEZ, M. Y RUIZ, J. 1995. El cultivo del Manguero en Venezuela: IX. Cuando y como realizar la cosecha del mango Fonaiap Divulga. N.48. abril-junio.
- AVILAN, L. y FIGUEROA, M. 1982. Clasificación de algunas variedades de mango (*Mangifera indica* L.) cultivadas en Venezuela según el índice de Fructificación. *Fruits*. 37(3): 203-207.
- BARKAI-GOLAN, R. AND PHILLIPS, D. J. 2001. Postharvest treatments of fresh fruits and vegetables for decay control. *Plant Disease* 75: 1085-1089.
- BEN-YESOSHUA, S. 1985. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film o new postharvest technique. *Hr. Science* 20: 32-38.
- BÓSQUEZ, M. E. 1996. Manejo poscosecha del mango. Universidad Autónoma Metropolitana- Iztapalapa. México.

- BRICEÑO, S. , ZAMBRANO, J., CASTELLANOS, E. 1998. Retardo en la maduración de frutos de mango cv. keitt y palmer mediante las mezclas VERMICULITA-KMNO4 Y SILICAGEL - KMNO4. *Agronomía Tropical* 49(1):41-49.
- CÁCERES, I.; MULKAY, T.; RODRÍGUEZ, J.; PAUMIER, A.; SISINO, A.; CASTRO-LÓPEZ, T.; ALONSO, O.; BANGO, G. Y GUTIÉRREZ, P. 2004. Influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad postcosecha del mango. p. 3.
- CARMONA, L. A.; RODRIGO, B. M. J. and ZACARIÁS, L. 2010. Reevaluando el papel del etileno en la maduración y conservación postcosecha de frutos. III Simposio Internacional Fruticultura Tropical.
- CASTRO, J. V. 2003. Iberoamericana de Tecnología Poscosecha. Asociación Iberoamericana de Tecnología Poscosecha, S. C. Hermosillo, México.
- CASTRO-LÓPEZ, T. 2009. Conferencia poscosecha Maestría Fruticultura Tropical. 18 p.
- CRANE, J. H., Y BALERDI, C. F. 2009. El mango en Florida.
- DIEGO F. Y SALVADOR G. 2008. Experiencia Ecuatoriana en el cultivo del mango. II Congreso Internacional de Mango. PPT.
- DIEGO F. Y SALVADOR G. 2006. Experiencia Ecuatoriana en el cultivo del mango. 8th International Mango Symposium. Sun City, South Africa. February. PPT.
- DOOD, M. 2016. Challenges within the Export Cold Chain for South African Mangos. 8th International Mango Symposium. Sun City, South Africa. February. PPT.
- FAO, 2007. Estadísticas Anuales, 2006. Informe de la Dirección de Productos Básicos y Comercio de la FAO (Roma). [en línea]. Disponible en: http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/28189_en_bull2006.pdf. [Consulta: abril, 8 2017].

- FERREIRA DA MOTA, W.; CHAMHUM , L. C.; LACERDA, C. R. ; POLETE, G.; LAFETÁ, L. 2006. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. Brasileira de Fruticultura. 28 (02).
- SANTIAGO, G. P., YAHIA K. E., LAGUNEZ R. L., RUIZ V. J., BENITO B. P., MATADAMAS O. P., ARELLANES J. N., ARCE G. F. 1996. Tecnologías integradas para el manejo poscosecha del mango oro (*Mangífera indica*). p. 21-23.
- GARCÍA I. E; GAGO, C. L; FERNÁNDEZ, N. J. L. 2006. Tecnologías de envasado en atmósfera protectora. Informe de vigilancia tecnológica. Ed. CIBT, CEIM y Comunidad de Madrid (Consejería de Educación). 141 p.
- GONZALEZ, G.; YAHIA, E. H. Y HIGUERA, E I.. 1990. Modified atmosphere packing (MAP) of mango and avocado fruit. Acta Horticulturae 269: 350-354.
- MITCHAM, E. J., ZHOU, S. AND KADER, A. A. 1997. Potential for CA for postharvest insect control in fresh horticultural perishables: an update of summary tables compiled by Ke and Kader. In: Thompson, J.F. and Mitcham, E.J. (eds) CA'97 Proceedings Volume 1: CA Technology and Disinfestation Studies. Department of Pomology Postharvest Hort Series No. 15.
- GRAELL, J. Y ORTIZ. A. 2003. Recomendaciones para el almacenamiento en atmósfera controlada. Área de Poscosecha, CeRTA, Udl.- IRTA(Lleida). [en línea]. Disponible en: <http://www.horticom.com>. [Consulta: octubre, 18 2017].
- GUZMÁN, C. E., 2000. Guía para la prevención y control de antracnosis del mango en Sinaloa. [en línea]. Disponible en: <http://www.AgroNet.com.mx>. [Consulta: octubre, 18 2017].
- HERNÁNDEZ, A.; ASCANIO, M. O.; CABRERA, A.; MORALES, MARISOL Y MEDINA, N. 2004. Correlación de la Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba con la World Referente Base. Conferencia en Curso de

- Postgrado de Clasificación de los Suelos. Maestría en Ciencias del Suelo, UNAH-INCA. 15 p.
- IIFT, 2009. El cultivo del mango en Cuba. Conferencia del IIFT. 62 p.
- INFOAGRO.1996. Mangos. El Portal líder en agricultura [en línea]. Disponible en: [http:// infoagro.com/photos.ifas.ufl.edu/Mascarenhas](http://infoagro.com/photos.ifas.ufl.edu/Mascarenhas). [Consulta: noviembre, 8 2017].
- JERÓNIMO, E. M. Y KANESIRO, M. A. B. 2000. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas Palmer. Brasileira de Fruticultura. 22(2): 237-243.
- JIMÉNEZ, C. J. 2009. Conferencia sobre el cultivo del mango. Ministerio de la Agricultura, Rep. Dominicana. Departamento de Frutales.
- KADER, A. A. 2000. Biochemical and Physiological Basis for Effects of Controlled and Modified Atmospheres on Fruits and Vegetables. Food Technol. 40(5):99-104.
- KADER, A. A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops, third edition. University of California , ANR Publication 3311.
- KIM, Y., BRECHT, J. K. AND TALCOTT, S. T. 2007. Antioxidant phytochemicals and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. Food Chem. 105: 1327-1334.
- LÓPEZ, R. A. 2004. Envasado al vacío y con atmósfera modificada. / Sealed Air de México, S.A. de C.V. Abc-pack. [en línea]. Disponible en: <http://www.ulmapackaging.com>. [Consulta: noviembre, 14 2017].
- LÓPEZ-RUBIO, A; GAVARA, R. Y LAGARON, J. M. 2006. Bioactive packaging: turning food into healthier foods through biomaterials. Trends in Food Science & Technology. 17 (10). 567-575.

- LUNA, E. G.; ARÉVALO, G. L.; ANAYA, R. S.; VILLEGAS, M. A.; ACOSTA, R. M.; Y LEYVA, R. G. 2006. Calidad del mango ATAULFO sometido a tratamiento hidrotérmico. *Fitotecnia Mexicana*. 29(2): 123-128.
- MICHIELS, D. J. 1995. Fresh Produce: Packaging Film's Fastest Growing Market..
- MILLER, W. R.; HALE, P. E.; SPALDING, D. H. AND DAVIS, P. 2003. Quality and decay of mango fruit wrapped in heat-shrinkable film. *Hort Science* 18: 957-958.
- MILLER, W. R., SPALDING, D. H. AND HALE, P. W. 1986. Film-wrapping mangoes at advancing stages of post-harvest ripening. *Trop. Sci.* 26: 9-17.
- MITCHAM, E. J., ZHOU, S. AND KADER, A. A. 1997. Potential for CA for postharvest insect control in fresh horticultural perishables: an update of summary tables compiled by Ke and Kader. In: Thompson, J.F. and Mitcham, E.J. (eds) CA'97 Proceedings Volume 1: CA Technology and Disinfestation Studies. Department of Pomology Postharvest Hort Series No. 15.
- MORAIS, P. L. D.; FILGUEIRAS, H. A.; DE PINHO, J. L. N.; ALVES, R. E. Y SIMAO DE ASSIS, J. 2013. *Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*. 5(001): 26-32.
- MULKAY, T Y PLUMIER, A. 2000. Comportamiento de los daños que afectan la calidad comercial de los frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. Super Haden en Trinidad, provincia Sancti Spiritus. Taller sobre cosecha y poscosecha del mango con destino a la exportación. IICF.
- NARYA O. and GIZIS A. 2000. Storage of avocado fruits in modified atmosphere packages.
- STATISTICA. 2003. (Data analysis software system), version 6.1. StatSoft, Inc. www.statsoft.com.
- NARYA O. Y GIZIS A. 2000. Storage of avocado fruits in modified atmosphere packages.
- OOSTHUYSE S. A. 2006. Spontaneous Ripening as it Relates to the Stage of Maturation in Mango, and the Implication for Harvest-Maturation-Stage

- Assessment. 8th International Mango Symposium. Sun City, South Africa. February. PPT.
- NC-ISO 2173:2001. Productos de Frutas y Vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Código refractométrico. 2001.
- OSUNA-GARCÍA, J. A.; BELTRÁN J. A.; PÉREZ-BARRAZA, M. H. AND VÁZQUEZ-VALDIVIA, V. 2006. 8th International Mango Symposium. Sun City, South Africa. February. PPT.
- OVANDO, L. 2005. Recomendaciones en el manejo postcosecha para el mango en República Dominicana. p. 56-58.
- PÁEZ REDONDO, A. R. 2003. Manejo poscosecha de la antracnosis. Boletín técnico No 8 Valledupar. Colombia. 22 p.
- PÁEZ, R. A. R. 2003. Tecnologías sostenibles para el manejo de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc.) en papaya (*Carica papaya* L.) Y MANGO (*Mangifera indica* L.). Boletín técnico No. 8. Valledupar. p 14.
- PÉREZ, B.; CRUZ, L.; IGLESIAS, I.; PRIETO, E.; FALCO, S.; FRAGA, R; VILLAVICENCIO, M. N. Y HERNÁNDEZ, M. 2000. Efecto de la irradiación gamma combinada con tratamiento de agua caliente en el comportamiento postcosecha de mangos cv. Keitt. Iberoamericana de Tecnología Postcosecha. 3(1): 1-10.
- PRIETO, J. J; COVARRUBIAS, J. E; ROMERO, A. Y FIGUEREDO, J. 2005. Paquete tecnológico para el cultivo del mango en el estado de Colima. Ed. D. M. Olmos. Gobierno del Estado de Colima.. Secretaria de Desarrollo Rural. Tecomán. México. INIFAP. 56 p.
- PROEXANT. "Mango" [en línea]. Disponible en: <http://proexant@hotmail.com>. [Consulta: abril, 11 2017].

- RIOS, M. 2010. Floración, crecimiento y producción del cultivar de mango 'Super Haden' en Jagüey Grande. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- RODRÍGUEZ CEBALLOS, M. I. 2004. ¡Otra vez los plásticos en el éxito de los negocios agrícolas! Nuevas tecnologías de empaque, para frutas, hortalizas y flores. MIRC PELÍCULAS. Monterrey, N.L. México [en línea]. Disponible en: Abc-Pack.com. [Consulta: abril, 11 2017].
- RODRÍGUEZ, C. M. A. 2004. I. Agricultural Handbook No. 66. USDA. MIRC PELICULAS. Monterrey, N.L. México.
- SHARP, J. L 1993. Quarantine treatments for major mango pests. Acta Hort. 341: 407-414.
- SWART, S. H., SERFONTEIN, J. J., SWART, G. AND LABUSCHAGNE, C. 2006. Chemical Control of Post-harvest Diseases of Mango: The Effect of Fludioxonil and Prochloraz on Soft Brown Rot, Stem-end Rot and Anthracnose. 8th International Mango Symposium. Sun City, South Africa. February, PPT.
- UMAÑA, R. G. 1996. Control Biológico de Enfermedades Poscosecha de Frutas. III Congreso de Fitopatología. Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. p. 63-67.
- VARIOS. A. 1996. Nuevas tecnologías de conservación de frutas y hortalizas. Atmósferas modificadas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 221 p.
- WILSON, C H., WISNIEWSKI, M. E. 1989. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: an emerging technology. Annu. Phytopathol. 27: 425-441.
- YAHIA, E. M Y BAEZ S. R. 1992. Manejo postcosecha de frutos subtropicales, en Fisiología y Tecnología Postcosecha de Productos Hortícolas. p. 189-206.

YAHIA, E. M. AND VASQUEZ-MORENO, L. 1993. Responses of mango to insecticidal oxygen and carbon dioxide atmospheres. *Lebersm. Wiss. u. Technol.* 26: 42-48.

YAHIA, E. M.; PAZ, J. O. and FLORES, R.A. 2006. *El Mango en México*. Trillas. 224 p.

8. ANEXOS



Anexo 1. Tratamiento térmico a los frutos realizado a escala experimental y pesaje de las muestras durante el almacenamiento en el laboratorio.



Anexo 2. Distribución de los frutos en los diferentes tratamientos realizados a escala comercial durante su almacenamiento el contenedor refrigerado.