CONVENIO INIFAP-NATIONAL MANGO BOARD

REVISIÓN DE LITERATURA CON RESPECTO AL DAÑO POR LÁTEX EN MANGO PARA EXPORTACIÓN

DR. JORGE A. OSUNA GARCIA

INVESTIGADOR POSTCOSECHA E INOCUIDAD

INIFAP-C.E. SANTIAGO IXCUINTLA

SANTIAGO IXCUINTLA, NAYARIT. FEBRERO DE 2018

RESUMEN

Uno de los problemas principales en mercado terminal es el daño por látex, el cual se caracteriza por ocasionar manchas café-obscuras o rayas negruzcas en los frutos de mango. Los síntomas del contacto con el látex pueden no ser aparentes inicialmente, pero pueden ser perfectamente distinguidas en unos cuantos días o conforme se da el proceso de maduración. El daño por látex reduce la calidad y vida de anaquel de los frutos de mango ya que promueve mayor incidencia de antracnosis y además puede variar de acuerdo a la localidad, temporada, edad del árbol, estado de madurez a la cosecha y variedad. Se llevó a cabo esta revisión de literatura con los siguientes objetivos: a) Recopilar la información que se haya publicado en los últimos 30 años respecto al daño por látex en las zonas productoras de mango en el mundo; b) Identificar los factores que afectan la incidencia y severidad del daño por látex; c) Definir el efecto de clima y horario de cosecha asociados con el daño por látex; d) Mostrar la composición química del látex, así como los compuestos que son abrasivos para el fruto; e) Compilar susceptibilidad varietal al daño por látex y f) Fundamentar tecnologías que disminuyan el daño por látex. La información encontrada se compiló en los siguientes apartados: I. Laticíferos y composición química del látex; II. Factores que afectan la severidad e incidencia del daño y III. Tecnologías que disminuyen el daño por látex. Respecto a este último punto, destacan las siguientes: cloruro de sodio (5.0%) e hidróxido de calcio (0.5 y 1.0%) por 5 min; alumbre (0.5 y 1.0%); uso de detergentes Agral®, Cold Power®, Mango Wash®; hidróxido de sodio (2.0%); cortar con pedúnculo > 5 cm y retirar pedúnculo después de 24 h; desleche por 20 min hasta 4 h; Limón (0.5%); Bicarbonato de sodio (1.0%): Tween 80; Éter Lauril sulfonato de sodio o hipoclorito de sodio (0.1%) o deslechado en seco; Detergente comercial o enzimático (0.1%); Carboximetil celulosa sódica y Lauril sulfato sódico; recubrimiento de cera a base de polietileno; DC Tron (100-1000 µL/L).

INTRODUCCIÓN

El mango es una de las frutas favoritas en el mercado de los Estados Unidos, donde el consumo se ha duplicado en los últimos 10 años. Durante los últimos tres años (2014-2016), en promedio, 120 millones de cajas de mango se han importado; principalmente de México (67.0%), Perú (10.0%), Ecuador (9.0%), Brasil (7.1%), Guatemala (4.6%) y Haití (2.3%) [USDA-FAS, 2017].

México es uno de los principales exportadores de mango a Estados Unidos aportando el 67% del total exportado por los países productores, lo que representa alrededor de 80 millones de cajas anuales con un valor de 366 millones de dólares (NMB, 2016). Las principales variedades para exportación al mercado estadounidense son Tommy Atkins, Ataulfo, Kent y Keitt con el 35, 30, 15 y 10% respectivamente, del volumen exportado (EMEX, A.C., 2016).

Uno de los problemas principales en mercado terminal es el daño por látex, el cual se caracteriza por ocasionar manchas café-obscuras o rayas negruzcas en los frutos de mango. Los síntomas del contacto con el látex pueden no ser aparentes inicialmente, pero pueden ser perfectamente distinguidas en unos cuantos días o conforme se da el proceso de maduración. El daño por látex reduce la calidad y vida de anaquel de los frutos de mango ya que promueve mayor incidencia de antracnosis y además puede variar de acuerdo a la localidad, temporada, edad del árbol, estado de madurez a la cosecha y variedad (Lim y Kuppelweiser, 1993).

Los antecedentes indican que la composición química del látex consiste de dos diferentes fracciones: una fracción derivada de aceite y otra derivada de proteínas y polisacáridos. La primera es la causante de los síntomas más severos del daño por látex. Asimismo, se ha demostrado que esta fracción derivada de aceite constituye aproximadamente el 50% de la savia exudada inmediatamente después de la remoción del pedúnculo y que el nivel de ésta disminuye a solo 3% después de 90 min (O'hare y Prassad, 1991). Además, se ha encontrado que el látex secretado por el fruto de mango contiene lacasa, terpenos y substancias mucilaginosas (Joel et al., 1978; Joel y Fahn, 1980). También se reporta que la cantidad de savia exudada por frutos cosechados en la tarde (2:00 p.m.) es menor que la exudada por frutos cosechados en la mañana (7:00 a.m.). Sin embargo, el daño causado por la savia exudada de los frutos cosechados por la tarde fue mayor que aquel causado por savia de frutos cosechados por la mañana (Brown et al., 1986). Los autores concluyen que el mayor daño causado por savia de frutos cosechados por la tarde puede deberse a una menor dilución de la savia al haber menor presión de turgencia en los frutos.

Diversos estudios han demostrado que el daño por látex puede ser disminuido, ya sea mediante hidróxido de calcio (1.0%), detergente (0.1%), DC Tron (100-1000 µl/l), o tratamiento con agua caliente a 51-55 °C durante 10 min (O'hare y Prassad, 1991; Lim y Kuppelweiser, 1993).

OBJETIVOS

- Recopilar la información que se haya publicado en los últimos 30 años respecto al daño por látex en las zonas productoras de mango en el mundo.
- Identificar los factores que afectan la incidencia y severidad del daño por látex.
- Definir el efecto de clima y horario de cosecha asociados con el daño por látex.
- Mostrar la composición química del látex, así como los compuestos que son abrasivos para el fruto.
- Compilar susceptibilidad varietal al daño por látex.
- Fundamentar tecnologías que disminuyan el daño por látex.

METODOLOGÍA

Se realizará una búsqueda exhaustiva en las bases de datos de internet que comprenderá entre otras algunas revistas especializadas como Acta Horticulturae, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, HortTechnology, HortScience, REDALYC (Red de Revistas Científicas de América Latina y El Caribe), Revista Fitotecnia Mexicana, Revista Horticultura Mexicana, Revista Chapingo Serie Horticultura, Australian Journal of Plant Physiology, Revista brasileira de Fruticultura, Agronomía Costarricense. Asimismo, se explorarán Tesis de Licenciatura, Maestría y/o Doctorado de diferentes Universidades.

RESULTADOS

I. LATICÍFEROS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL LATEX

El árbol de mango se caracteriza por tener a través de sus hojas, flores, tallos y frutos, un vasto sistema de ductos llamados laticíferos que contienen resina o látex (Mauseth, 1988; Joel, 1981). Existen diversas opiniones acerca de la función de los laticíferos, sin embargo, la más acertada es que son un sistema de protección de la planta contra el ataque de herbívoros y microorganismos (Fahn, 1990). Existen dos tipos de laticíferos: los no articulados que se desarrollan de una célula que se alarga con el crecimiento de la planta; y los laticíferos articulados, los cuales consisten en series lineales o ramificadas de células que se van uniendo una tras otra (Mauseth, 1988; Joel, 1981). Los laticíferos se encuentran distribuidos heterogéneamente a través de toda la planta, y el

látex que contienen no presenta la misma composición química en todas las especies e incluso varía entre cultivares (Rojas-Jiménez, 2000). En la base de la fruta, los laticíferos presentan muchas ramificaciones y pueden ser estrechos (entre 20 y 30 µm) o muy anchos (1 mm). La parte basal del tallo contiene laticíferos estrechos que se ensanchan hacia la zona de abscisión. En la zona de abscisión (región del tallo donde el fruto maduro se desprende naturalmente del árbol), se encuentran tanto en el sistema de ductos del fruto como el del tallo, sistemas que son paralelos entre sí pero que no se interconectan. Los ductos estrechos de la fruta ocupan la zona periférica de la base del fruto y terminan antes de la zona de abscisión; y los más anchos, terminan cerrados a una corta distancia después de la zona de abscisión; los ductos del tallo también atraviesan la zona de abscisión (Joel, 1981).

Cuando un fruto es cortado antes de alcanzar la madurez de consumo, el látex, que se encuentra en los ductos de la base de la fruta bajo considerable presión, es liberado escurriendo por el exocarpo causando el daño. El látex es una suspensión coloidal de pequeñas partículas que puede ser de color blanco-lechoso, amarillo-café, amarillo-anaranjado o incoloro, que fluye, principalmente, tras el desprendimiento del pedúnculo, causa manchas en la piel del mango debido a su naturaleza ácida (pH 4.3) (John *et al.,* 2003; Rojas-Jiménez, 2000; Campbell, 1992). La lesión por las manchas se caracteriza por el pardeamiento y la necrosis alrededor de las lenticelas, causando deterioro en la apariencia de la fruta, disminuyendo su valor comercial y almacenamiento (Holmes *et al.,* 1993). El látex se vuelve amarillo pálido cuando se seca y contiene ácido resinoso, ácido mangiférico, resinol, mangiferol y mangiferina (Morton, 1987); el látex tiene un aroma característico al de un fruto maduro, lo que sugiere que el espectro de aromas volátiles puede ser similar en la pulpa del mango y el látex (Loveys *et al.,* 1992; McLeod *et al.,* 1988). En general el látex contiene una gran variedad de compuestos químicos los cuales difieren dependiendo de la especie y variedad del fruto (Fahn, 1990).

El látex está conformado por dos fases, una acuosa y otra oleosa. La fase oleosa es de color amarillo-marrón, esta fracción constituye aproximadamente un 50% del látex inmediatamente después del corte y su proporción disminuye hasta un 3 a 10% a los 90

segundos de la cosecha (Barman *et al.,* 2015), y es la principal responsable de manchar rápidamente la cáscara del mango por el alto contenido de terpenos (3-careno; terpinoleno) y el 5-resorcinol (Loveys *et al.,* 1992), los cuales hacen contacto con la piel del fruto y entran en esta a través de las lenticelas (O´Hare y Prasad, 1991), provocando una activación directa de la polifenoloxidasa o indirectamente proporcionando el contacto entre la enzima y su sustrato (Robinson *et al.,* 1993). Por su parte, la fase acuosa está compuesta esencialmente por proteínas y polisacáridos, así como por proteasas, peroxidasas y polifenoles (Saby *et al.,* 2003), que también puede ocasionar manchas en la cáscara, aunque su efecto es mucho menor (Loveys *et al.,* 1992).

Bartley y Schwede (1987), encontraron que los volátiles del mango Kensington además de contener terpinoleno, carbohidratos y proteínas, contiene fenoles y catecoles. Asimismo, Joel y Fahn (1980) encontraron que el látex secretado por el fruto de mango contiene lacasa y sustancias mucilaginosas

Sandoval *et al.* (1998), evaluaron el contenido de terpinoleno y 3-careno en látex de las variedades Ataulfo, Haden, Tommy Atkins, Kent y Keitt cosechados en los estados de Michoacán, Nayarit y Sinaloa, encontrando que en el látex de todas las variedades existe mayor proporción de terpinoleno, siendo Tommy Atkins y Ataulfo las que tienen mayor cantidad de terpenos con respecto a las variedades Kent, Haden y Keitt, y por ende los más susceptibles al daño por látex. Mientras que Díaz de León-Sánchez *et al.,* (2000) difieren de Sandoval *et al.,* (1998), pues cuantificaron los niveles de terpinoleno y 3-careno del látex en las variedades de Haden y Tommy Atkins de Michoacán, México, encontrando que los niveles de 3-careno fueron más altos que el terpinoleno, en las dos variedades estudiadas. Asimismo, Rojas-Jiménez, (2000) cuantificó los niveles de terpinoleno y 3-careno del látex en las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Haden, Keitt y Kent, cosechados en Michoacán, Nayarit y Sinaloa. Se encontró que todos los cultivares contienen mayor proporción de 3-careno que de terpinoleno, siendo el 3-careno el principal compuesto responsable del daño por látex y Haden el cultivar más sensible al daño. Sin embargo, estudios previos llevados a cabo con los cultivares Kensington e Irwin, cosechados en Australia, evidenciaron que el terpinoleno es el principal componente de la fase oleosa del látex contenida en los frutos

del cultivar Kensington, el cual es muy susceptible al daño. Mientras tanto en el cultivar Irwin, el cual es una variedad menos susceptible al daño por látex, el componente principal fue el 3-careno. Posteriormente se demostró que la aplicación directa de terpinoleno sintético a la superficie de los mangos produjo síntomas similares a los del daño por látex. Estos resultados sugieren que el terpinoleno es el principal componente del látex responsable del daño (Holmes *et al.,* 1993; Loveys *et al.,* 1992). Por otra parte, Osuna *et al.,* (2000), analizaron la fase oleosa del látex de cuatro variedades de mango Ataulfo, Haden, Tommy Atkins y Kent, encontrando que los principales componentes causantes del daño son el terpinoleno o el 3-careno dependiendo del cultivar.

II. FACTORES QUE AFECTAN LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DEL DAÑO POR LATEX (Efecto del clima y horario de cosecha, susceptibilidad varietal, entre otros)

El daño por látex es un problema importante que afecta la calidad del mango, consiste inicialmente en el oscurecimiento de la piel alrededor de las lenticelas; estas áreas se van haciendo progresivamente más grandes y oscuras en las 48 horas posteriores al corte, ocasionando un deterioro en la apariencia de los frutos, cambios en su metabolismo (respiración y producción de etileno) y un aumento en la susceptibilidad al ataque por patógenos debido a su alto contenido de carbohidratos, aumentando las posibilidades de daño mecánico a la fruta (Negi *et al.,* 2002), lo que reduce notablemente la aceptabilidad y vida útil de estos frutos (Holmes *et al.,* 1993). En la región del Pacifico mexicano las pérdidas ocasionadas por el daño por látex afectan a aproximadamente el 9.9 % de la producción del mango de exportación (EMEX, A. C., 1996).

La composición del látex es compleja y la cantidad que emana de la fruta varía en función de factores, como el clima, la hora del día en que se realiza la cosecha, la variedad, la época de cosecha (inicio, medio o final de la temporada), edad de los árboles, madurez de la fruta, densidad de lenticelas, entre otros (Montero y Molina, 2005; O´Hare et al., 1994; Lim y Kuppelweiser, 1993). El daño por látex en los frutos de mango oscila entre 5% y 50% variando en magnitud según los factores anteriormente mencionados (Barman *et al.,* 2015). Algunos resultados sugieren que el daño por látex depende principalmente tanto de la

composición química del látex como de la sensibilidad de los distintos cultivares a esta sustancia (Díaz de León-Sánchez *et al.,* 2005).

Loveys *et al*. (1992), indican que el contenido de la fase oleosa del látex (fase responsable de ocasionar las manchas en el mango) compuesta por terpenos y 5-resorcinol, varía con el cultivar. Asimismo, Montero y Molina (2005) mencionan que dicha fase varía con el tiempo de deslechado. Rojas *et al.* (1999) y Barbosa *et al.* (1995) indican que los frutos de Tommy Atkins y Ataulfo tienen mayor cantidad de terpenos que los cultivares Kent, Haden y Keitt.

Hassan *et al.* (2009), señalan que la ubicación geográfica y el manejo de los cultivos son factores que también juegan un papel importante en la producción de látex en los frutos. Asimismo, indican que las diferencias de madurez (indicadas por el % de materia seca), pueden contribuir a las diferencias en las características del látex entre la misma variedad de diferentes lugares de cultivo. Este efecto fue muy visible en su investigación al observar que las variedades "Kensington" y "Nam Doc Mai" de la localidad de Ayr de Queensland, Australia tuvo mayor porcentaje de materia seca (más madura), y también mayor porcentaje de la fase oleosa del látex y concentraciones más altas de 5-n-heptadecenilresorcinol y 5-n-pentadecilresorcinol en comparación con los frutos de las localidades de Nambour o Gin Gin.

Otro factor que puede considerarse de importancia es el tiempo que tarda en emanar el látex. Lim y Kuppelweiser (1993), evaluaron el efecto del daño que ocasionó el látex a diferentes tiempos de emisión; estos autores observaron que el látex colectado de los 15 segundos a los 15 minutos provocó un daño de tan solo el 2.5%. Mientras que Osuna *et al.* (2000), señalan que el látex emitido durante los 30 primeros segundos de las variedades Ataulfo, Haden, Tommy Atkins y Kent fue el que causo más daño en la apariencia de la fruta. Resultados similares fueron obtenidos por Loveys *et al.* (1992) en la variedad Kensington, donde se evaluó el daño ocasionado por látex emitido durante los primeros segundos el cual fue del 100%.

El tiempo del día en que se realiza la cosecha es uno de los factores de mayor importancia a considerar en las lesiones por látex, hay un mayor flujo de este durante las

primeras horas de la mañana que por la tarde, debido al alto contenido de agua o la presión de turgencia, la cual disminuye a medida que aumenta la temperatura del día (Amin *et al.,* 2008); con dicho aumento se incrementa la velocidad de transpiración de la superficie del fruto, lo que en última instancia resulta en la reducción de la concentración de agua en el látex, y cuando se da dicha reducción, la concentración de la fase oleosa es más alta, la cual es la causante principal del daño por látex en el fruto (Barman *et al.,* 2011).

Por otra parte, Amin *et al.,* (2008) evaluaron la cosecha y deslechado del cultivar cv. Samar Bahisht Chaunsa de Pakistán en relación con 3 tiempos (mañana 7 a.m., mediodía 12 p.m. y tarde 5 p.m.) para observar en cuál de ellos había un menor daño por látex, encontraron que la cosecha y deslechado a las 7 a.m. en combinación con una posterior inmersión de los frutos en cal (0.5%) fue el mejor tratamiento para evitar las lesiones por látex. Asimismo, Maqbool *et al.* (2007), coinciden que el mayor contenido de látex se da por la mañana que por la tarde, de igual manera encontraron que el cultivar Chaunsa de Pakistán tuvo una mayor concentración de látex que la variedad Sindhri.

Con respecto al factor de maduración, el inicio y la gravedad de la lesión en el fruto aumenta conforme este madura, durante el almacenamiento a temperatura ambiente (Barman *et al.,* 2015). Del mismo modo Maqbool y Ullah (2008), también informaron que los síntomas de la lesión en el fruto aumentaron a medida que aumentaba la maduración. Esto se debe a que la actividad de la enzima polifenoloxidasa aumenta con el inicio de la maduración (Menezes *et al.,* 1995).

Otros de los factores que pueden incidir en el daño por látex es la temperatura y tiempo de almacenamiento, Maqbool *et al.* (2007) analizaron tres cultivares de mango comercial Chaunsa, Sindhri y Dusehri para observar la susceptibilidad de estos al látex después de 24, 48 y 72 horas en dos condiciones de almacenamiento diferentes (ambiente: 25°C y almacenamiento en frío: 14 °C, con una HR de 85%), el cultivar Chaunsa fue el más susceptible seguido por cv Sindhri y cv Dusehri. La incidencia de daño por látex en cv Chaunsa fue mayor a temperatura ambiente (25 ± 1 °C) que en almacenamiento en frío (14 ° C, HR 85%). Sin embargo, en cv Sindhri y Dusehri el daño fue casi similar en ambas temperaturas. Maqbool y colaboradores también analizaron el nivel de severidad por látex

con referencia al tiempo de cosecha del día. El daño por látex aumento a medida que avanzaba el día. Después de 7 días de almacenamiento a temperatura ambiente, así como en almacenamiento en frío (14 °C) el daño causado fue medio, el daño máximo se presentó cuando los frutos fueron cosechados a las 3 p.m., mientras que el daño mínimo fue en las frutas cosechadas a las 6 a.m. De igual manera, analizaron el deslechado de los frutos, en bandejas, para diferentes periodos de tiempo, para así determinar el tiempo óptimo de deslechado para reducir el daño por látex. La lesión mínima ocurrió después de 15 días de almacenamiento (14 °C) en frutos que se deslecharon por 20 minutos.

Un factor destacado es la presencia de enzimas polifenol oxidasas y peroxidasas, que están presentes en la piel del fruto, así como en el mismo látex; diversas investigaciones han demostrado que el oscurecimiento debido al contacto con el látex está relacionado con la presencia de estas enzimas (Saby *et al.,* 2002; Thygensen *et al.,* 1995; Loveys *et al.,* 1992; Joel *et al.,* 1998). La cantidad y actividad de las enzimas varían en función del cultivar de mango de que se trate. Robinson *et al.,* (1993) han sugerido que cuando el látex se pone en contacto con el exocarpo o piel del fruto, se provoca un rompimiento de los tejidos superficiales, permitiendo la interacción entre estas enzimas y sus sustratos, por lo que existe correlación entre el daño por látex y la actividad de las enzimas del grupo de las polifenol oxidasas, tales como la catecolasa, y la lacasa. La catecolasa cataliza la oxidación de o-dihidroxifenoles a o-quinonas; esta enzima se encuentra generalmente en los cloroplastos y mitocondrias del exocarpo del fruto. Ambas enzimas utilizan oxígeno molecular y sus sustratos fenólicos se hallan en las vacuolas (Robinson *et al.,* 1993). En lo que respecta a la lacasa, cataliza la hidroxilación de monofenoles a o-difenoles presentes en el látex (Robinson *et al.,* 1993). Díaz de León-Sánchez *et al.* (2005) mencionan que diversos estudios en mango sugieren que los terpenos favorecen el daño por látex a través de la activación de las polifenol oxidasas (PFO´s); sin embargo, en su investigación determinaron la correlación entre el daño por látex y la actividad de la PFO´s totales del exocarpio y del látex en mangos Haden y Tommy Atkins cosechados en abril, mayo y junio en Lázaro Cárdenas, Michoacán; encontraron que la actividad de la PFO´s totales del exocarpio fue similar en Tommy Atkins y Haden durante las dos primeras temporadas de

cosecha, incrementándose en la última temporada en Tommy Atkins, mientras que la actividad de la PFO´s totales del látex fue mayor en Tommy Atkins que en Haden en todas las temporadas de cosecha. Los autores concluyeron que la susceptibilidad al daño por látex mostró un comportamiento contrastante en ambos cultivares. En Tommy Atkins se incrementó a lo largo de las tres temporadas mientras que en Haden disminuyó, por lo que las actividades totales de la PFO´s en exocarpio y látex no explican la susceptibilidad al daño por látex en mango mexicano de las variedades Haden y Tommy Atkins.

Por otra parte, Saby *et al.* (2002) señalan que las enzimas polifenol oxidasa y peroxidasa presentes en la cáscara del mango son las responsables del daño por látex, y no la polifenol oxidasa y peroxidasa presente en la savia. Es decir, cuando los compuestos orgánicos presentes en la savia entran en contacto con la cáscara de mango, pueden disolver la capa cerosa en la superficie y desorganizar la parte susceptible de la estructura celular. Durante este proceso, la polifenol oxidasa y peroxidasa presentes en la cáscara entran en contacto con sus sustratos de polifenoles y reaccionan en presencia de oxigeno atmosférico dando como resultado el color marrón típico, que es característico del daño por látex o savia. Las variaciones en el grado de color observada en las diferentes variedades pueden deberse a las variaciones en las actividades enzimáticas y al contenido de polifenoles presentes en la cáscara.

III. TECNOLOGIAS QUE DISMINUYEN EL DAÑO POR LATEX

El efecto del látex al estar en contacto con la superficie de la fruta es muy variable, en ocasiones la mancha ocurre de forma inmediata y es totalmente irreversible, mientras que otras veces el látex permanece transparente e incoloro durante el almacenamiento y transporte de la fruta y puede removerse, al menos parcialmente, sin ocasionar un daño permanente (Montero y Molina, 2005). Estos factores dificultan la búsqueda de un tratamiento consistentemente efectivo. Sin embargo, algunas de las alternativas más eficaces se citan a continuación.

- Retirar pedúnculos y sumergir los frutos en soluciones de cloruro sódico al 1% y 5%, así como en una solución de hidróxido de calcio al 0.5 % y 1%, por separado durante 5 minutos. El desprendimiento y la inmersión de frutas en cloruro de sodio al 5% e hidróxido de calcio al 1% fueron eficaces para reducir el daño por látex en la variedad de "Karuthakolumban". Mientras que la inmersión en 1% de cloruro de sodio y 0.5% de hidróxido de calcio redujeron con éxito el daño por látex en las variedades "Willard", "Chembaddan" y "Ambalavi". Referencia: **Krishnapillai y Wilson** (2016). Sap burn injury management of mangoes (*Mangifera indica* L.) in Sri Lanka. Pakistán Journal of Botany, 48 (5): 2147-2152.
- Los frutos se cosecharon con un pedúnculo de 4-5 cm de largo, posteriormente se deslecharon en una solución de cal al 0.5% para evitar el daño por látex. Referencia: **Hafeez *et al.*** (2016). Effect of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Mango cvs. Sindhri and Sufaid Chanunsa During Storage. Turkish Journal of Agriculture, 4 (12): 1104-1111.

2015

- Aplicación de hidróxido de sodio (1%) y alumbre (0.5 y 1%) (Sulfato doble de alúmina y potasio) mostraron los mejores resultados en comparación con el uso de hidróxido de calcio (1%) y control. **Barman et al.** (2015). Influence of different desapping agents on the incidence of sapburn, ripening behaviour and quality of mango. *Journal of Food Sciencia and Technology,* 52 (1): 161-170.
- Para reducir el daño por látex se ha hecho uso del lavado de la fruta en agua a temperatura ambiente, en uno o varios desinfectantes o jabones tales como Agral®, Cold Power® o Mango Wash®. **Guoqin Li.** (2015). Lenticel discolouration on 'B74' mango fruit and under-skin browning on 'honey gold' mango fruit. Doctoral Thesis. The University of Queensland. Australia, 23 p.

2014

- Inmersión por 30 segundos en NaOH al 2% aplicado en el huerto antes de que la fruta se transfiera a la fábrica de embalaje. Cultivares de Israel. Referencia:

Feygenberg *et al.* (2014). Improved management of mango fruit though orchard and packinghouse treatments to reduce lenticel discoloration and prevent decay. Postharvest Biology and Technology, 91: 128-133.

2009

- Cosechar los mangos con cierta longitud de pedúnculo (5 cm o más) y acumular los frutos en el campo en cajas. El látex no goteará de los frutos que tengan una gran longitud de pedúnculo adherido. En Brasil, es una práctica común cosechar los mangos con el pedúnculo largo (longitud > 5 cm), y cuidadosamente transportar los frutos desde el campo hasta la empacadora donde el pedúnculo de los frutos es recortado. Aproximadamente, 24 horas después de cosechados, el látex de los frutos dejará de gotear; y tampoco gotearán si los pedúnculos son recortados posteriormente.
- Recortar los pedúnculos hasta la zona de abscisión (1 cm, aproximadamente), e inmediatamente después, ubicar los frutos con el pedúnculo recortado hacia abajo de tal forma que permita el goteo del látex sin que este toque la cáscara del mango. La duración de la remoción varía de 20 minutos hasta 4 horas dependiendo del tiempo que le tome al fruto dejar de gotear el látex.
- Deslechado del fruto y lavado de este con alguna de las siguientes soluciones: limón (0.5%), bicarbonato de sodio (1 %), sulfato potásico de aluminio - alumbre (1 %), y detergentes. **Brecht et al.** (2009). Manual de prácticas para el mejor manejo postcosecha del mango. Universidad de Florida.

2008

- Cosecha de los frutos de mango (cv. Samar Bahisht Chaunsa) y deslechado por la mañana (7 am) para su posterior inmersión en cal al 0.5% para controlar las lesiones del daño por látex en los frutos. Se obtuvo como resultado eliminar al 100% las lesiones. Cultivar de Pakistán. Referencia: **Amin *et al.*** (2008). Mango fruit desapping in relation to time of harvesting. Pakistán Journal of Botany. 40 (4): 1587-1593.
- Inmediatamente después del desprendimiento de los cultivares Sindhri y Chaunsa de Pakistán se utilizaron por separado las siguientes soluciones: hidróxido de calcio,

Tween-80, carboximetíl celulosa sódica, laurilsulfato sódico, detergentes y aceite vegetal. Los frutos después de los tratamientos fueron secados al aire y envasados en cajas de cartón, transportadas al laboratorio y almacenadas (14 ° C y RH 85%; 25 °C y HR 56%) durante 7 y 14 días en el caso de cv Sindhri y cv Chaunsa, respectivamente. Los frutos tratados con hidróxido de calcio presentaron los mejores resultados contra las lesiones por látex (además de mejorar la calidad total de la fruta) seguido de Tween-80 en ambos cultivares. Referencia: **Maqbool y Ullah** (2008). Anti-Sap Chemicals Reduce Sapburn Injury and Improve Fruit Quality in Commercial Mango Cultivars. International Journal of Agriculture and Biology, 10: 1-8.

2005

- Deslechado en solución (1% en agua) de éter lauril sulfonato de sodio; y/o en solución de hipoclorito de sodio (100 mg L^{-1}); y/o deslechado en seco. Cultivar Amarilla. Referencia: Montero M. y Molina M. E. (2005). Tratamientos para reducir los daños por látex en mango. Agronomía Costarricense, 29 (3): 221-229.

2000

- Lavados con detergente comercial (0.1%) o enzimático (0.1%) para reducir los daños en mangos de la variedad Haden, Kent y Tommy Atkins, durante las 6 primeras horas de cosechado; mientras que para la variedad Ataulfo durante las 2 primeras horas de cosechado y un lavado en solución de hidróxido de calcio (1%) a las 2 horas todavía puede revertir el daño por látex. Referencia: **Osuna *et al.*** (2000). Composición química, caracterización de daño y prevención de quemado de fruto de mango por látex. Simposium Mango. Control de floración y mejoramiento genético. Memoria de conferencias. 26 y 27 de Abril, 2000. Apatzingán, Michoacán, México.
- Bósquez et al., sugieren que las soluciones de carboximetilcelulosa sódica y laurilsulfato sódico son eficientes para combatir las lesiones por látex en los frutos de mango de las variedades Haden y Tommy Atkins. Referencia: **Bósquez *et al.*** (2000). Sapburn control by the application of different chemical compounds in

Mexican mango fruit with exportation quality. International Symposium on Mango, Pattaya, Thailand, February 1, 2000.

1997

- En Australia se usan máquinas de desprendimiento para eliminar el látex; posteriormente una fina capa de agua es rociada sobre la superficie de la fruta para eliminar la savia de la piel. Referencia: **Brown, B. and J. Bagshaw** (1997). Disorders with external symptoms. *Postharvest pest and disorders of mangoes. Queensland Department of Primary Industries Information series*, Queensland Department of Primary Industries, Australia.

1994

- Aplicación de revestimientos de cera a base de polietileno sobre la superficie de mango antes de desecar la superficie de la savia, esto ayudará a reducir el daño por látex, sin afectar negativamente el desarrollo del color. Referencia: **Shorter, A.J. and D.C. Joyce** (1994). Effect of surface coatings on sap burn of Kensington Pride mango fruit. *Trop. Agric. (Trinidad)*. 71(3): 243-246.

1993

- Deslechado de la fruta en una solución de carbonato de sodio en agua al 0.5% (pH 11). Del 77 al 87% de la fruta sin daños o con daños muy leves. **Fonseca, J. M.** (1993). Reducción de pérdidas postcosecha debidas a mancha de látex en mango (*Mangifera indica*). Referencia: Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.
- Deslechado bajo una solución de cal; uso de inmersiones y/o aerosoles de detergente; embalaje con tallos cortos; empaquetar sin tallos durante la cosecha, sumergiendo o pulverizando detergente sobre la fruta de manera inmediata. Referencia: **Holmes *et al.*** (1993). Handling systems to reduce mango sapburn. *Acta Horticulturae,* 341: 528-532.
- Inmersión por 1 min de los frutos en una solución de DC Tron (100-1000 µL/L) dio mejores resultados contra el daño por látex en comparación con Ethokem, Agral 60, CropLife, Codacide, 1% de Chlorsan, y/o hidróxido de calcio. Referencia: **Lim y**

Kuppelweiser (1993). Mango sap burn amelioration in the Northern Territory; *Acta Horticulturae*, 341: 518-527.

1991

- Deslechado de la fruta para posteriormente sumergirla en una solución de hidróxido de calcio al 1%. Referencia: **O'Hare, T. and Prasad, A**. 1991. The alleviation of sap-induced mango skin injury by calcium hydroxide. Frontier in Tropical Fruit Research, 321: 372-381.
- Deslechar la fruta y sumergirla en una solución de detergente. **Ledger, S. N**. (1991). Effectiveness of detergents in reducing mango sapburn 1990/1991 season. Postharvest Report, Queensland Department of Primary Industries.
- **Landrigan et al.,** 1991 y **Baker,** 1991 han sugerido que para reducir el daño por látex es necesario hacer uso de soluciones tales como: carbohidrato sódico de sodio, lauril sulfato sódico, soluciones de hidróxido de calcio, barnizado con aceite vegetal, ceras y deshidratación en detergente comercial.

BIBLIOGRAFÍA

Amin M., Ullah Malik A., Sohail Mazhar M., Ud-Din I., Shafique Khalid M. and Ahmad S. (2008). Mango fruit desapping in relation to time of harvesting. *Pakistán Journal of Botany.* 40 (4): 1587-1593.

Baker I. (1991). Mango Quality education and control Program FR 131, *Final Report for Northern Territory Horticultural Association.* Australia: 12-17.

Barman K., Asrey R. and Pal R. K. (2015). Influence of different desapping agents on the incidence of sapburn, ripening behaviour and quality of mango. *Journal of Food Sciencia and Technology,* 52 (1): 161-170.

Barman K., Asrey R. and Pal R.K. (2011). Overcoming sapburn injury in mango. *Indian Journal of Horticulture,* 56: 14-16.

Bósquez E., Figueroa S. C., Domínguez J., Pérez L., Kerbel C. and Díaz de León, S. F. (2000). Sapburn control by the application of different chemical compounds in Mexican mango fruit with exportation quality. *International Symposium on Mango, Pattaya, Thailand, February 1, 2000.*

Brecht J. K., Menocal J. A., Sargent S. A., Kader A. A., Mitcham E. J., Maul F., Brecht P. E., Arpaia M. L., Yahia E. M., Lima M. and Padda M. (2009). Manual de prácticas para el mejor manejo postcosecha del mango. Universidad de Florida, 9, 10, 60 p.

Brown, B. and Bagshaw, J. (1997). Disorders with external symptoms. *Postharvest pest and disorders of mangoes. Queensland Department of Primary Industries Information series*, Queensland Department of Primary Industries, Australia.

Campbell, J. (1992). A Guide to Mangoes in Florida, Miami Fairchild Tropical Garden, pp: 227.

Díaz de León-Sánchez, F., Rivera-Cabrera, F., Bósquez-Molina, E., Domínguez-Soberanes, J., Álvarez-Hoppe, Y. and Pérez-Flores, L. J. (2005). Activity of the enzyme polyphenol oxidase and susceptibility to damage from latex in 'Haden' and 'Tommy Atkins' mangoes. Revista Chapingo Serie Horticultura, 11 (1): 37-40.

Díaz de León-Sánchez, F., Kerbel-Lifshitz, C., Pérez-Flores, L. J., Figueroa-Torres, S. C., Sánchez-Díaz Lima, D. M. and Bósquez- Molina, E. (2000). Relationship between sap chemical composition and incidence of sapburn in Mexican mango. *Acta Horticulturae,* 509: 321-328.

EMEX A. C. (Empacadoras de Mango de Exportación A. C.). (1996). Segundo seminario nacional sobre la calidad del mango. Guadalajara, Jal. México.

Fahn, A. (1990). Plant Anatomy, 4th. Ed. Pergamon Press. Oxford. 588 p.

Fonseca J. M. (1993). Reducción de pérdidas postcosecha debidas a mancha de látex en mango (*Mangifera indica*). Tesis de Licenciatura en Ingeniería Agronómica. Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

Guoqin Li. (2015). Lenticel discolouration on 'B74' mango fruit and under-skin browning on 'honey gold' mango fruit. Thesis Doctoral. The University of Queensland. Australia, 23 p.

Hafeez Malik O., Ullah Malik A., Shafique Khalid M., Amin M., Khalid S. and Umar M. (2016). Effect of Modified Atmosphere Packaging on Postharvest Quality of Mango cvs. Sindhri and Sufaid Chanunsa During Storage. *Turkish Journal of Agriculture*, 4 (12): 1104-1111.

Hassan M. K., Irving D. E., Dann E. K., Coates L. M. and Hofman P. J. (2009). Sap properties and alk(en)ylresorcinol concentrations in Australian-grown mangoes. *Annals of Applied Biology,* 154: 419-427.

Holmes R. J., Ledger R. N. and Macleod W. N. B. (1993). Handling systems to reduce mango sapburn. *Acta Horticulturae*, 341: 528-532.

Krishnapillai N. and Wilson Wijeratnam R. S. (2016). Sap burn injury management of mangoes. *Pakistán Journal of Botany*, 48 (5): 2147-2152.

Joel, D. M. (1981). The duct system of the base and stalk of the mango fruit. *Botanieal Gazette.* 142: 329-333.

Joel D. M. and Fahn A. (1980). Ultrastructure of the resin ducts of Mangifera indica L. (Anacardeaceae) 3. Secretion of the protein-polysaccharide mucilage in the fruit. *Annals Botany,* 46: 785-790.

Joel D. M., Marbach I. and Mayer A. M. (1978). Laccase in Anacardeaceae. *Phytochemistry,* 17: 796-797.

John, K. S., Bhat S. G. and Rao U. J. S. P. (2003). Biochemical characterization of sap (latex) of a few Indian mango varieties. *Phytochem,* 62: 13-9.

Landrigan M., Morris I., Baker, S., Cole S. and Kuppelweiser W. (1991). Postharvest studies with mangoes. *Tech. Annl. Rep. 1989-90,* Horticulture Branch, Department of Primary Industry and Fisheries, Australia. N.T. Tech. Bull No. 175: 93-97.

Ledger S. N. (1991). Effectiveness of detergents in reducing mango sapburn 1990/1991 season. Postharvest Report, Queensland Department of Primary Industries.

Lim T.K. and Kuppelweiser W. (1993). Mango sap burn amelioration in the northern territory. *Acta Horticulturae*, 341: 518-527.

Lovey B. R., Robinson S. P., Brophy J. J. and Chacko E. K. (1992). Sapburn in mango: Components of fruit sap and their role in causing skin damage. *Australian Journal of Plant Physiology,* 19:449-457.

MacLeod A. J., MacLeod G. and Snyder C. H. (1998). Volatile aroma constituents of mango (cv. Kensington). *Phytochemistry,* 27: 2189-2193.

Maqbool M. and Ullah M. A. (2008). Anti-sap chemicals reduce sapburn injury and improve fruit quality in commercial mango cultivars of Pakistán. *International Journal of Agriculture and Biology.* 10: 1-8.

Maqbool M., Ullah M. A. and Jabbar A. (2007). Sap dynamics and its management in commercial mango cultivars of Pakistan. *Pakistán Journal of Botany,* 35 (9): 1565-1574.

Mauseth, J. O. (1988). Plant Anatomy. The Benjamin *I* Cummins Publishing Company, Inc. California, E.UA pp. 560.

Menezes J. B., Alves R. E. and Freire F. C. O. 1995. Mango sapburn a postharvest injury. Revista Brasileira de Fisiología Vegetal, 7:181-184.

Montero M. y Molina M. A. (2005). Tratamientos para reducir los daños por látex en mango (Mangifera indica). *Agronomía Costarricense*, 29 (3): 221-229.

Morton J. (1987). Mango *In*: Julia, F. and J. Morton (eds.). Fruits of Warm Climates*,* pp: 221–239. Miami, Florida.

Negi P., John K. S. and Prasada R. U. (2002). Anti-microbial activity of mango sap. *European Food Research and Technology*. 214: 327-30.

O´Hare T. J., Prasad A. and Subhadrabanhu S. (1994). The susceptibility of Thai and Australian mango cultivars to sap injury and possible means of control. ACIAR Proceedings. 58: 21-24.

O'Hare T. and Prasad A. (1991). The alleviation of sap-induced mango skin injury by calcium hydroxide. *Frontier in Tropical Fruit Research*, 321: 372-381.

Osuna García J. A., Guzmán Robles M. L., Tovar Gómez B., Mata Montes de Oca M., Báez Sañudo R., Barraza M. H. y Vázquez Valdivia V. (2000). Composición química, caracterización de daño y prevención de quemado de fruto de mango por látex. Simposium Mango. Control de floración y mejoramiento genético. Memoria de conferencias. 26 y 27 de Abril, 2000. Apatzingán, Michoacán, México.

Robinson S. P., Loveys B. R., and Chacko E. K. (1993). Polyphenol oxidase enzymes in the sap and skin of mango fruit. *Australian Journal of Plant Physiology,* 20: 99-107.

Rojas-Jiménez, T. V. (2000). Composición química del látex de mango de exportación. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. 2-17 pp.

Rojas J. T. V., Figueroa S. C., Acuña M. C., Rivera F., Díaz De León, S. F., Sandoval M. O., Sánchez-Díaz D. M., Bósquez E., Madrid R., Kerbel C., Pérez L. F. y Vásquez C. (1999). Composición química del látex de mango de exportación. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha,* 2(1): 335-42.

Saby John K., Bhat S. G. and Prasad Rao U. J. S. (2003). Biochemical characterization of sap (latex) of a few Indian mango varieties. *Phytochemistry,* 62, 13-19.

Saby John k., Bhat S. G., Prasada Rao U. J. S. (2002). Involvement of peroxidase and polyphenol oxidase in mango sap-injury. *Journal of Food Biochemistry,* 26: 403-414.

Sandoval O., Rojas T.V., Figueroa S.C. Acuña M.C., Rivera F., de León F., Bósquez E., Madrid R., Kerbel, C., Pérez L., y Vázquez C. (1998). Composición química del látex de mango para exportación. Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha Agroexportaciones. México, pp. 31.

Thygesen, P. W., Dry, I. B. and Robinson, S. P. (1995). Polyphenol oxidase in potato. *Plant Physiology*, 109: 525-531.

Shorter, A.J. and D.C. Joyce. (1994). Effect of surface coatings on sap burn of Kensington Pride mango fruit. *Trop. Agric. (Trinidad)*. 71(3): 243-246.