

## Manipulación del mango ‘Kent’ destinados al mercado como fruto para comer

Jorge Alberto Osuna-García<sup>§</sup>  
Rafael Gómez-Jaimes  
María Josefina Graciano-Cristóbal

Campo Experimental Santiago Ixcuintla-INIFAP. Entronque carretera internacional México-Nogales km 6, Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. CP. 63300. Tel. 55 38718700, ext. 84415. (gomez.rafael@inifap.gob.mx; gracima23@hotmail.com).

<sup>§</sup>Autor para correspondencia: osuna.jorgealberto@inifap.gob.mx.

### Resumen

El incremento en la demanda de mango maduro listo para comer abre una posibilidad interesante para los productores de mango en México debido a la cercanía geográfica de los sitios de producción con los mercados de Estados Unidos de América. Los aspectos claves en la producción de mango maduro para comer son: madurez a cosecha, requerimiento o no de tratamiento hidrotérmico cuarentenario (THC), temperatura y duración de traslado refrigerado, así como manejo durante la comercialización. El trabajo se realizó en zona con y sin presencia de mosca de la fruta, así como con y sin requerimiento de THC (Nayarit y norte de Sinaloa, respectivamente). Se evaluaron estados de madurez a cosecha (Fruto sazón y  $\frac{3}{4}$ ), temperaturas de refrigeración (12, 15, 18 y 22 °C), con o sin THC. Las variables analizadas fueron pérdida de peso, color de pulpa, firmeza de pulpa, sólidos solubles totales (SST), acidez titulable y relación °Bx/acidez. Se encontró que el grado de madurez a cosecha no fue tan impactante en la mayoría de las variables, en tanto que, la temperatura de traslado repercutió significativamente en la mayoría de ellas. A menor temperatura, mayor firmeza, menor pérdida de peso y lento desarrollo de SST, así como mayor vida de anaquel. La temperatura de 12 °C mostró mediciones similares a 15 y 18 °C a consumo en todas las variables evaluadas, además de que fue la temperatura con mayor vida de anaquel. El THC propició hasta dos días menos de vida de anaquel en comparación a frutos sin THC.

**Palabras clave:** *Mangifera indica* L., estado de madurez, temperatura de traslado.

Recibido: febrero de 2022

Aceptado: abril de 2022

## Introducción

La calidad de la fruta recién cortada es un factor de creciente popularidad en el suministro de alimentos. El mango (*Mangifera indica* L.) es una de las frutas tropicales más importantes del mundo, ocupando el quinto lugar en la producción mundial total entre los cultivos de frutas, con buen potencial de comercialización como producto recién cortado (Dea *et al.*, 2010) y es una de las frutas favoritas en el mercado de los Estados Unidos. Durante los últimos tres años 120 millones de cajas han sido importadas, principalmente de México (65%), Perú (10%), Ecuador (9%), Brasil (7.1%), Guatemala (4.6%) y Haití (2.3%) (USDA-FAS, 2018). Las variedades más demandadas para exportación son ‘Tommy Atkins’, ‘Ataulfo’, ‘Kent’, ‘Keitt’ y ‘Haden’ (SAGARPA, 2018).

Recientemente se ha incrementado la demanda de mango maduro listo para comer. Se considera que los aspectos claves en la producción de mango maduro listo para comer son los siguientes: a) madurez a cosecha; b) requerimiento o no de tratamiento hidrotérmico cuarentenario (thc); c) temperatura y duración de traslado refrigerado; y d) manejo en bodega de mayorista y durante la comercialización en supermercados. El incremento en la demanda de mango maduro listo para comer representa una ventana importante de exportación para los productores de mango en México debido a la cercanía geográfica de los sitios de producción con los mercados de Estados Unidos de América. La mayoría de los sitios de producción se localizan a un máximo de cinco días de traslado terrestre para alcanzar el más lejano de los mercados destino en Estados Unidos de América.

Debido a que el mango es hospedero de la mosca mexicana de la fruta [*Anastrepha ludens* (Loew) y *A. obliqua* (Macquart)], la exportación de este fruto está reglamentada por normas internacionales, por lo que el cumplimiento del tratamiento hidrotérmico es obligado si se exporta a países como Estados Unidos, Japón, Chile, Nueva Zelanda y Australia (Luna-Esquivel *et al.*, 2006). El tratamiento hidrotérmico aprobado para mango, por el departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA) y el Servicio de Inspección para las Enfermedades de Animales y Plantas (APHIS), consiste en la inmersión de frutos en agua a 46.1 °C durante 65 a 110 min. Sin embargo, puede ser modificado con base a forma y tamaño de la fruta, debiendo ser: a) 110 min para mangos redondos >701 g; b) 90 min para mangos redondos de 500 a 700 g; c) 75 min para mangos redondos y menores de 499 g, así como para mangos alargados planos de 375 a 570 g; y d) 65 min para mangos alargados planos menores de 375 g (USDA-APHIS, 2010).

Es sabido que los tratamientos térmicos pueden extender la capacidad de almacenamiento y la comercialización de la fruta al inhibir el proceso de maduración o inducir resistencia al daño por frío (Lurie, 1998; Fallik, 2004). Sin embargo, también se ha señalado que el tratamiento hidrotérmico afecta características de calidad de los frutos (Woolf y Lay-Lee, 1997; Yahia y Campos, 2000). El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto del grado de madurez a cosecha y la temperatura de traslado sobre la calidad y potencial de almacenamiento de frutos de mango ‘Kent’ con calidad de exportación con o sin THC.

## Materiales y métodos

Los frutos de la variedad ‘Kent’ utilizados en el presente trabajo se obtuvieron de dos zonas. Para la zona con presencia de mosca de la fruta y con requerimiento de THC los frutos se adquirieron de la empacadora ALEX ubicada en Valle Lerma, municipio de Santiago Ixcuintla, Nayarit,

mientras que para la zona libre de mosca de la fruta y sin requerimiento de THC los frutos provenían de la empacadora DANIELLA, ubicada en la ciudad de los Mochis, Sinaloa. Los frutos se cosecharon durante la temporada 2017, obteniéndose un total de 50 frutos por tratamiento.

Los frutos tenían una excelente apariencia externa y libre de daños mecánicos, plagas y enfermedades. Una vez clasificados, los frutos fueron lavados y para el caso de la zona con presencia de mosca de la fruta, sometidos a tratamiento hidrotérmico cuarentenario de 90 min acorde al protocolo USDA-APHIS. Para todos los frutos se consideraron los siguientes factores: 1) madurez a cosecha: a) fruto sazón (forma redonda con cachetes llenos y hombros levantados, color de pulpa de 2 a 3 y contenido de sólidos solubles totales  $>7.3$  °Bx) y b) fruto  $\frac{3}{4}$  (con mayor grado de madurez, color de cáscara virando, color de pulpa  $\geq 3$  y contenido de sólidos solubles totales  $>9$  °Bx); 2) temperaturas de traslado: a)  $12 \pm 1$  °C;  $90 \pm 5\%$  HR; b)  $15 \pm 1$  °C;  $90 \pm 5\%$  HR; c)  $18 \pm 1$  °C;  $90 \pm 5\%$  HR; y d) simulación de mercadeo ( $22 \pm 2$  °C;  $75 \pm 10\%$  HR), hasta madurez de consumo.

Los frutos con o sin THC, fueron almacenados por cinco días en refrigeración para simular el traslado terrestre hasta el más lejano de los mercados de Estados Unidos de América. Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial (2 x 4) con 20 repeticiones para pérdida de peso y ocho repeticiones para el resto de las variables en fruto (Cuadro 1). Los muestreos se realizaron al inicio, al final del almacenamiento refrigerado y en madurez de consumo.

**Cuadro 1. Tratamientos generados por la factorial (2 x 4).**

Núm.	Grado de madurez	Temperatura de traslado (°C)	Tiempo de traslado (días)
1	Sazón	$12 \pm 1$	5
2	Sazón	$15 \pm 1$	5
3	Sazón	$18 \pm 1$	5
4	Sazón	$22 \pm 1$	5
5	$\frac{3}{4}$	$12 \pm 1$	5
6	$\frac{3}{4}$	$15 \pm 1$	5
7	$\frac{3}{4}$	$18 \pm 1$	5
8	$\frac{3}{4}$	$22 \pm 1$	5

### Variables analizadas

**Pérdida de peso.** Mediante balanza analítica digital (Acculab VI-4800) con aproximación de 0.1 g (Ohaus Corp. Florham Park, NJ). Veinte frutos fueron pesados periódicamente desde el inicio hasta el final del experimento. La diferencia en peso con respecto al peso inicial fue expresada como porcentaje de pérdida de peso. **Color de pulpa.** Se midió con un colorímetro portátil Konica Minolta modelo CR-400 (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., Ramsey, NJ, USA) con iluminación estándar C, reportando ángulo de tono (Hue).

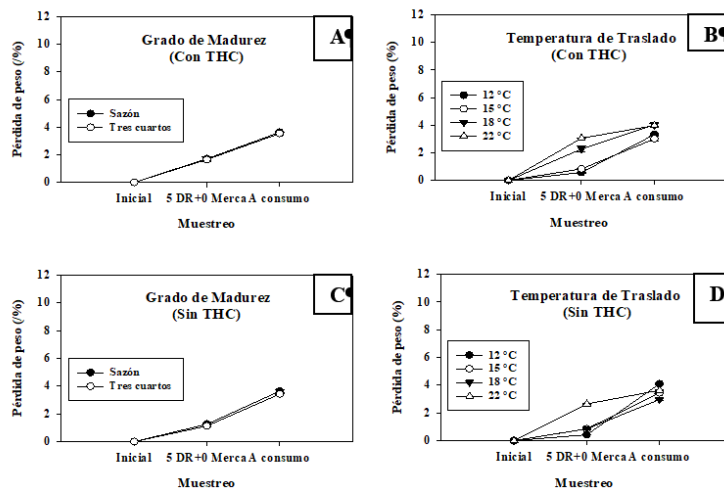
**Firmeza.** Se utilizó un penetrómetro Chatillón Modelo DFE-050 (Ametek Instruments, Largo, FL), adaptado con punzón cilíndrico de 8 mm de diámetro, los datos se expresaron en Newtons (N). **Sólidos solubles totales (SST).** Se midieron con un refractómetro digital con compensador de temperatura marca ATAGO modelo PAL-1 calibrado con agua destilada (AOAC, 1984). **Acidez titulable.** Se determinó con un titulador semiautomática marca Metrohm 801 Stirrer de acuerdo con

el método de la AOAC (1984). Se utilizaron 5 g de pulpa previamente homogenizada utilizando fenolftaleína como indicador y titulando con NaOH 0.1 N. La acidez se reportó en % de ácido cítrico. Relación °Bx/acidez. Resulta de la división de SST sobre acidez, deseable  $\geq 32$ .

## Resultados y discusión

### Pérdida de peso

Para frutos con THC se observó que el grado de madurez a cosecha no afectó la pérdida de peso ya que no se detectaron diferencias significativas para ninguno de los muestreos (Figura 1A). En contraste, el efecto de la temperatura fue significativo al término del traslado e inclusive se mantuvo hasta madurez de consumo (Figura 1B). Al término de simulación de traslado los frutos almacenados a 12 y 15 °C mostraron menor pérdida de peso que los almacenados a 18 y 22 °C, tendencia que se mantuvo hasta madurez de consumo. Por lo antes mencionado, se confirma que la refrigeración reduce la pérdida de peso al disminuir la velocidad de respiración (Kader, 1992).



**Figura 1.** Efecto del grado de madurez (A, C) y de la temperatura de traslado (B, D) sobre la pérdida de peso en frutos de mango ‘Kent’. Cada punto representa la media de veinte observaciones  $\pm$  el error estándar.

En lo que respecta a los frutos sin THC, se observó la misma tendencia que en los frutos con THC para el factor grado de madurez a cosecha al no detectarse diferencias significativas para ninguno de los muestreos (Figura 1C). Sin embargo, el efecto de temperatura de traslado fue significativo, al igual que los frutos con THC, los frutos almacenados a 22 °C perdieron mayor peso que los almacenados a cualquier temperatura de refrigeración, aunque a consumo solo se detectaron diferencias entre 12 y 18 °C (Figura 1D).

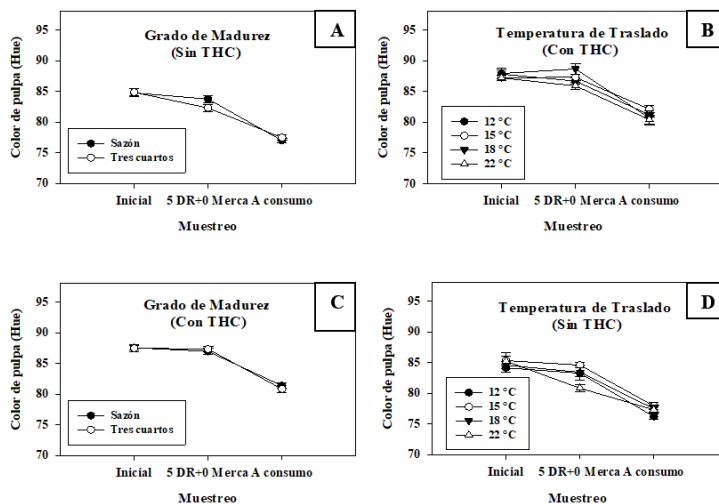
Sripong *et al.* (2015) observaron que la aplicación de un tratamiento hidrotérmico a 55 °C por 5 min combinado con irradiación UV-C en frutos de mango variedad ‘Chok-Anan’ provocó un aumento progresivo de la pérdida de peso en los frutos durante los doce días de almacenamiento. Por el contrario, Osuna *et al.* (2007) señalan que la pérdida de peso acumulada en frutos de la variedad ‘Keitt’ sin hidrotérmico fue estadísticamente mayor que la observada en frutos con tratamiento hidrotérmico.

Por otra parte, Pérez *et al.* (2005) estudiaron el efecto de la aplicación de cera comestible en mangos de la variedad ‘Tommy Atkins’ con tratamiento hidrotérmico sobre las características cuticulares del fruto durante el almacenamiento comercial y reportaron que a pesar que el contenido de cera contribuye a impermeabilizar los frutos, la morfología y estructura de éstas, varían favoreciendo la pérdida de agua. Mientras que Jacobi *et al.* (2000) aplicaron tratamiento hidrotérmico a frutos de mango ‘Kensington’ almacenados a 21 °C, observando que la fruta tratada tenía un incremento en la pérdida de peso en comparación a la fruta sin tratar, concluyendo que la aplicación del tratamiento hidrotérmico aceleraba la maduración del fruto.

Otras investigaciones como Luna-Esquivel *et al.* (2006); Henríquez *et al.* (2005) al no encontrar diferencia estadística significativa sobre pérdida de peso en frutos de mango variedad ‘Ataulfo’ y tomate, respectivamente, sin y con tratamiento hidrotérmico, atribuyeron este comportamiento como una consecuencia de la pérdida de vapor de agua a través de las lenticelas durante el proceso de transpiración.

### Color de pulpa

En frutos con THC no se detectaron diferencias significativas para el factor grado de madurez (Figura 2A) pero si para temperaturas de traslado donde los frutos almacenados a 12 °C mostraron menor desarrollo de color que aquellos almacenados a 22 °C (Figura 2B). En contraste, para frutos sin THC se detectaron diferencias significativas para ambos factores en el muestreo al término del traslado. Los frutos sazones tuvieron menor intensidad de color de pulpa que los ¾ (Figura 2C) y en lo que respecta a temperatura de traslado, se evidenció claramente el efecto de la refrigeración, ya que cualquiera de los frutos mantenidos bajo esta condición desarrolló más lentamente el color de la pulpa no detectándose diferencias significativas a consumo (Figura 2D).



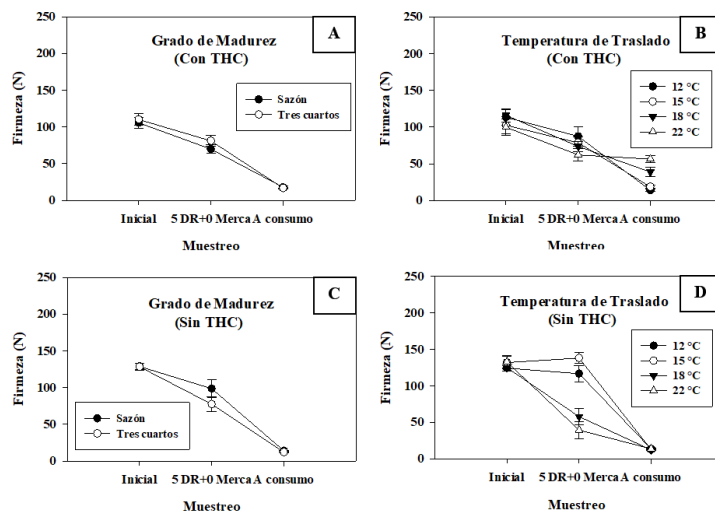
**Figura 2. Efecto del grado de madurez (A y C) y de la temperatura de traslado (B y D) sobre color de pulpa en frutos de mango ‘Kent’.** Cada punto representa la media de ocho observaciones ± el error estándar.

Kim *et al.* (2007) informaron que no se presentaron diferencias significativas en los valores de color de los frutos de mango ‘Tommy Atkins’ tratados con tratamiento hidrotérmico y el control. Por otro lado, Osuna *et al.* (2007) señalan que en frutos de la variedad ‘Keitt’ sin THC y aplicación

del 1-MCP (1-Metilciclopropeno) se vio afectado significativamente la evolución del color de pulpa, mientras que en frutos con THC y aplicación del 1-MCP no se presentaron alteraciones en el color de pulpa.

## Firmeza

Los frutos con THC no mostraron diferencias significativas para grado de madurez en ninguno de los muestreos (Figura 3A). En contraste, la temperatura solo fue significativa al término de la simulación de traslado (Figura 3B), donde se observó una correlación directa entre temperatura y firmeza. A mayor temperatura, mayor pérdida de firmeza. Mientras que, para frutos sin THC se observaron diferencias significativas al término de la simulación del traslado para ambos factores en estudio. Los frutos sazónes tuvieron más firmeza que los  $\frac{3}{4}$  (Figura 3C), en tanto que, para las temperaturas de traslado, las diferencias fueron mucho más marcadas. Los frutos transportados a 12 o 15 °C prácticamente mantuvieron la misma firmeza inicial al término del traslado mientras que los almacenados a 18 y 22 °C perdieron más de 50% de la firmeza inicial (Figura 3 D).



**Figura 3. Efecto del grado de madurez (A y C) y de la temperatura de traslado (B y D) sobre la firmeza de pulpa en frutos de mango ‘Kent’.** Cada punto representa la media de ocho observaciones  $\pm$  el error estándar.

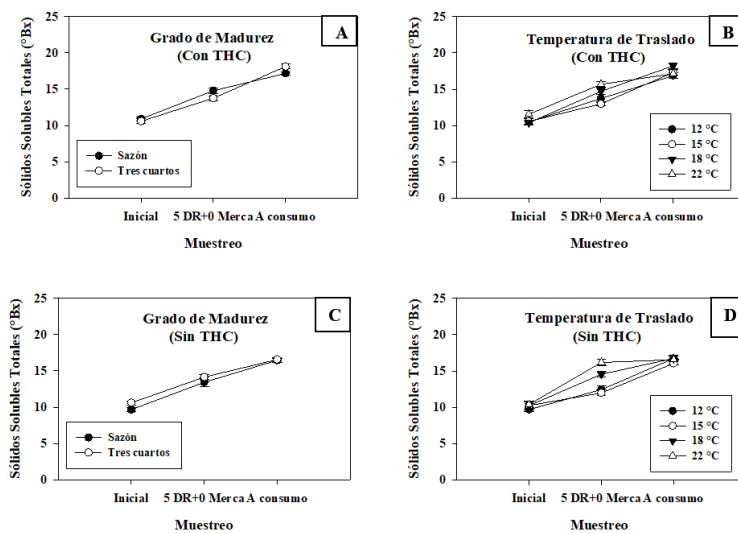
Dea *et al.* (2010) observaron que el almacenamiento a bajas temperaturas en frutos de mango ‘Kent’ permitió mantener firmeza, ya que las temperaturas de refrigeración implican disminución en la respiración y en la fluidez de las membranas celulares, así como en el daño a las proteínas de membrana, lo que incrementa la rigidez de la membrana. Por otro lado, Osuna *et al.* (2007) indicaron que frutos de ‘Keitt’ sin THC mantuvieron la firmeza del fruto en presencia del 1-MCP, mientras que con THC y del 1-MCP la firmeza disminuyó significativamente.

Por otra parte, Liu *et al.* (2015) señalan que el tratamiento hidrotérmico mediante calentamiento intermitente ayudó a mantener la firmeza en frutos de pimientos almacenados a 4 °C durante 6 y 13 días. Al igual que, Ummerat *et al.* (2011) reportaron que, al aplicar tratamientos con agua caliente en frutos de plátano, encontraron que favorecía una mayor retención de firmeza después de almacenar los frutos a bajas temperaturas. Además, Ghasemnezhad *et al.* (2008) mencionan que al aplicar tratamiento hidrotérmico en mandarina *cv* Satsuma, encontraron que le confería una

mayor retención en la firmeza. Para fines prácticos la diferencia en mantenimiento de la firmeza debido a lo más frío o templado de la temperatura de traslado puede ser usado por el empacador y distribuidor para manipular la temperatura acorde a sus necesidades de existencia de fruto maduro listo para comer.

### Sólidos solubles totales (SST)

El contenido de SST ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) mostró un comportamiento similar al del color de pulpa. En frutos con THC no se detectaron diferencias significativas para el factor grado de madurez (Figura 4A) pero si para temperaturas de traslado donde los frutos almacenados a 22 y 18  $^{\circ}\text{C}$  mostraron mayor contenido de SST que aquellos almacenados a 12 o 15  $^{\circ}\text{C}$  (Figura 4B). En contraste, para frutos sin THC se detectaron diferencias significativas para ambos factores.



**Figura 4. Efecto del grado de madurez (A, C) y de la temperatura de traslado (B, D) sobre el contenido de sólidos solubles totales en frutos de mango ‘Kent’.** Cada punto representa la media de ocho observaciones  $\pm$  el error estándar.

Los frutos sazones tuvieron menor contenido de SST que los  $\frac{3}{4}$  (Figura 4C) y en lo que respecta a temperatura de traslado, se evidenció el efecto de la refrigeración en el muestreo realizado al término del traslado, ya que los frutos mantenidos a 12 y 15  $^{\circ}\text{C}$  desarrollaron más lentamente el contenido de los SST que aquellos mantenidos a 18 y 22  $^{\circ}\text{C}$ , sin que se hayan detectado diferencias significativas a consumo (Figura 4D). Djoua *et al.* (2009) indicaron que frutos de mango ‘Keitt’ tratados con hidrotérmico a 50  $^{\circ}\text{C}$  por 30 min, indujo un descenso en el contenido de SST hasta los seis días de almacenamiento, pero después de nueve días el valor final de SST fue mayor que al inicio del experimento. Mientras que, Luna-Esquivel *et al.* (2006) mencionan que el tratamiento hidrotérmico y el almacenamiento a bajas temperaturas redujeron la concentración final de SST en frutos de mango ‘Ataulfo’ con respecto a los frutos sin tratamiento hidrotérmico.

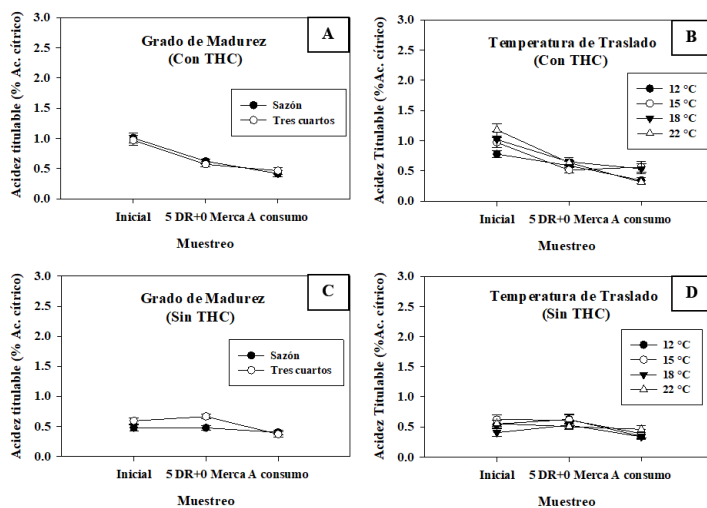
Por el contrario, Kim *et al.* (2009) observaron que en frutos de mango ‘Tommy Atkins’ la aplicación del tratamiento hidrotérmico a 46.1  $^{\circ}\text{C}$  durante 70, 90 y 110 min no tuvo efectos sobre el contenido de SST después de cuatro días de almacenamiento. Asimismo, Paull y Shen (2000) señalan que no se presentaron efectos significativos del tratamiento hidrotérmico en el contenido



de SST en los frutos de mango, toronja, naranja y tomate. Por otro lado, Sripong *et al.* (2015) observaron que la aplicación de tratamiento hidrotérmico combinado con irradiación UV-C en frutos de mango ‘Chok-Anan’ aumentó la concentración de SST. Asimismo, Osuna *et al.* (2007) afirman que el aumento en el contenido de SST totales en frutos de la variedad ‘Keitt’ se debió principalmente al efecto del tratamiento hidrotérmico.

## Acidez titulable

En frutos con THC no se detectaron diferencias significativas para el factor grado de madurez (Figura 5A) pero si para temperaturas de traslado donde los frutos almacenados a 22 °C presentaron el mayor porcentaje de ácido cítrico durante el inicio. Sin embargo, a consumo los frutos almacenados a 15 y 18 °C mostraron mayor porcentaje de ácido cítrico que aquellos almacenados a 22 °C (Figura 5B), lo que señala que dichas temperaturas retrasaron el proceso de maduración. En contraste, los frutos sin THC presentaron diferencias estadísticas con respecto a los de THC para el factor grado de madurez al término del traslado (Figura 5C).



**Figura 5. Efecto del grado de madurez (A, C) y de la temperatura de traslado (B, D) sobre la acidez titulable en frutos de mango ‘Kent’.** Cada punto representa la media de ocho observaciones  $\pm$  el error estándar.

Mientras que para el factor temperaturas de traslado solo se presentó diferencia significativa al inicio, donde los frutos almacenados a 15 °C presentaron el mayor porcentaje de acidez (Figura 5D). Baloch y Bibi (2012) reportaron que frutos de mango almacenados a 20 °C mostraron una disminución de la acidez titulable atribuyéndoselo a la conversión de ácidos a azúcares con el proceso de maduración y cuya tasa de conversión se aumentó con la temperatura. Asimismo, Dea *et al.* (2010) afirman que en frutos de mango ‘Kent’, la acidez titulable disminuía conforme transcurría el tiempo de almacenamiento, lo cual podía atribuirse a la utilización de los ácidos orgánicos en diversos procesos fisiológicos y principalmente como sustratos en la respiración.

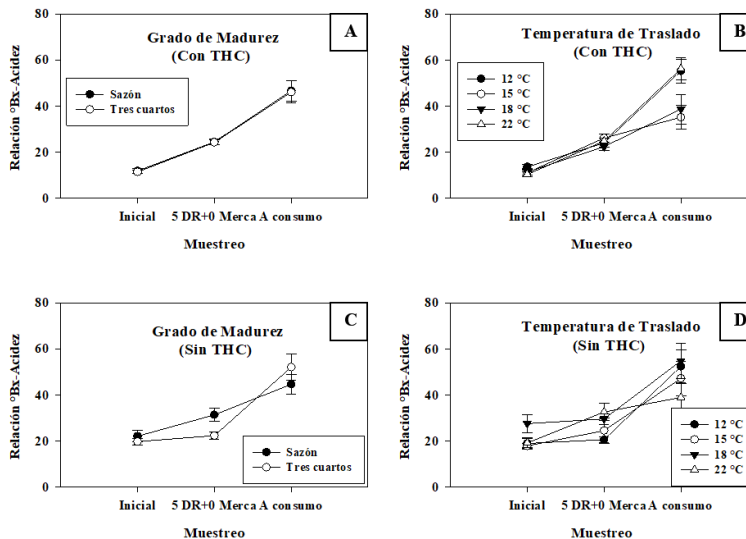
En otra investigación, se observó que en frutos de mango ‘Keitt’ con THC se mantuvo constante la acidez titulable, a lo que concluyeron que este parámetro no fue afectado por el tratamiento (Djioua *et al.*, 2009).



Por otra parte, Luna-Esquivel *et al.* (2006) investigaron el tratamiento hidrotérmico en frutos de mango ‘Ataulfo’ almacenados a 10 y 13 °C donde observaron que los frutos con tratamiento hidrotérmico y almacenados a 10 °C obtuvieron los valores más bajos de acidez titulable en comparación con los frutos sin tratamiento hidrotérmico; lo cual se lo atribuyeron a que el tratamiento hidrotérmico provocó una aceleración en el proceso de maduración, disminuyendo considerablemente la acidez en el mango, debido a que los ácidos crítico, málico y ascórbico son utilizados como sustratos de la actividad respiratoria en el fruto.

### Relación °Bx/acidez

Para el factor grado de madurez a cosecha, no se detectaron diferencias significativas para los frutos con THC (Figura 6A). En contraste, no se detectaron diferencias significativas para las temperaturas al término del traslado (Figura 6B), pero sí muy notables al momento del consumo. Los frutos almacenados bajo simulación de mercadeo ( $22 \pm 2$  °C) mostraron la mayor relación Bx/acidez, aunque fueron estadísticamente iguales a los almacenados inicialmente a 12 °C y posteriormente a simulación de mercadeo, indicando que esta temperatura de refrigeración de traslado no interfirió para que los frutos alcanzaran una buena calidad al consumo al no exhibir daño por frío.



**Figura 6. Efecto del grado de madurez (A y C) y de la temperatura de traslado (B y D) sobre la relación °Bx/acidez en frutos de mango ‘Kent’.** Cada punto representa la media de ocho observaciones  $\pm$  el error estándar.

Al respecto, Brecht *et al.* (2015) manifiestan que la temperatura óptima de maduración de frutos de mangos se logra a temperaturas entre 20 y 22 °C y coincide también con lo citado por Osuna *et al.* (2019), quienes expresan que frutos de ‘Kent’ mostraron daños por frío desde una semana de almacenamiento a 7.5 y 10 °C, pero no a 12 °C, inclusive a las tres semanas de almacenamiento. En contraste, los frutos sin THC mostraron diferencias para grado de madurez (Figura 6C). Al término del traslado, los frutos sazones mostraron mayor relación Bx/Acidez que los  $\frac{3}{4}$ ; sin embargo, a consumo ya éstos presentaron mayor relación acorde a lo esperado.

Respecto al efecto de la temperatura de traslado, al término de éste los frutos almacenados a temperaturas más cálidas (18 y 22 °C) mostraron una mayor relación Bx/acidez (más maduros) que aquellos almacenados a 12 y 15 °C (Figura 6D). Empero, al momento del consumo los frutos con mayor relación fueron aquellos almacenados a 12 y 18 °C. La relación Bx/Acidez puede ser influenciada por varios factores. Siller-Cepeda *et al.* (2009) mencionan diferencias varietales, ya que, al evaluar 13 variedades de maduración temprana, intermedia o tardía encontraron valores tan bajos como 23.3 en ‘Osteen’ y tan altos como 134.5 en ‘Diplomático’, en tanto que ‘Kent’ obtuvo una relación baja de solo 23.6.

Además, Méndez *et al.* (2010) al evaluar 13 variedades en la planicie de Maracaibo, Venezuela encontraron valores desde 17.95 en ‘Haden’ hasta 55.14 en ‘Carrusel’ y ‘criollo de Mara’, en tanto que ‘Kent’ presentó valores de 30.7. Por otro lado, García-Martínez *et al.* (2015) mostraron un aumento consistente de la relación Bx/acidez durante los primeros seis días de maduración en respuesta a tres niveles de fertilización, presentando la Alta y Normal los niveles más altos (alrededor de 45) versus 40 del tratamiento Control. Con relación a la temperatura de almacenamiento, Galviz *et al.* (2002) reportan que la variedad ‘Van Dyke’ presentó los valores más bajos de Bx/acidez a la temperatura de 7.5 y 10 °C, en tanto que frutos almacenados a 12 °C alcanzaron al día 30 un valor de 80, mientras que los testigos almacenados a 18 °C alcanzaron un valor de 60.85 a los 15 días de almacenamiento

## Conclusiones

El factor de madurez a cosecha no incidió significativamente en ninguna de las variables evaluadas. La temperatura de traslado es un factor para considerar en el manejo del mango maduro listo para comer. Los frutos en simulación de traslado a 22 °C llegaron a madurez de consumo a los siete días después de cosecha, en tanto que los conservados a 18 °C requirieron nueve, los conservados a 15 °C alcanzaron diez días y los conservados a 12 °C mostraron hasta doce días de vida de anaquel. Por otra parte, a menor temperatura, menor pérdida de peso, mayor firmeza, menor desarrollo de color de pulpa y SST, así como mayor vida de anaquel. Dependiendo de sus necesidades y tiempos, el importador puede programar las temperaturas de traslado a su conveniencia. Además, considerar que el THC disminuyó en al menos dos días la vida de anaquel.

## Literatura citada

- AOAC, 1984. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 14<sup>th</sup> (Ed). Association of Official Analytical Chemists Inc. Arlington, VA. USA. 1006.
- Baloch, M. K. and Bibi, F. 2012. Effect of harvesting and storage conditions on the postharvest quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit. South Afr. J. Bot. 83:109-116.
- Brecht, J. K.; Sargent, S. A.; Kader, A. A.; Mitcham, E. J.; Maul, F.; Brecht, P. E. and Menocal, O. 2017. Mango postharvest best management practices manual. National Mango Board. 40-44 pp.
- Dea, S.; Brecht, J. F.; Nunes, M. C. N. and Baldwin, E. A. 2010. Occurrence of chilling injury in fresh-cut ‘Kent’ mangoes. Postharv. Biol. Technol. 57(1):61-71.
- Djioua, T.; Charles, F.; Lopez, L. F.; Filgueiras, H.; Coudret, A.; Murillo, F.; Ducamp, C. M. N. and Sallanon, H. 2009. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. Postharv. Biol. Technol. 52(2):221-226.

- Fallik, E. 2004. Prestorage hot water treatments (immersion, rinsing and brushing). *Postharv. Biol. Technol.* 32(2):125-134.
- Galviz, J. A.; Arjona, H.; Fischer, G.; Landwehr, T. y Martínez, R. 2002. Influencia de la temperatura y tiempo de almacenamiento en la conservación de fruto de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Van Dyke. *Agron. Colomb.* 19(1-2):23-35.
- García, M. R.; López, J. A.; Saucedo, V. C.; Salazar, G. S. y Suárez, E. J. 2015. Maduración y calidad de frutos de mango ‘Kent’ con tres niveles de fertilización. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 6(4):665-678.
- Ghasemnezhad, M.; Marshal, K.; Shilton, R.; Babalar, M. and Woolf, A. 2008. Effect of hot water treatments on chilling injury and heat damage in ‘satsuma’ mandarins: antioxidants enzymes and vacuolar ATPase, and pyrophosphatase. *Postharv. Biol. Technol.* 48(3):364-371.
- Henriquez, C.; González, R. y Krarup, C. 2005. Tratamientos térmicos y progresión del daño por enfriamiento y de la pigmentación de tomates en postcosecha. *Ciencia e Investigación Agraria.* 32(2):113-122.
- Jacobi, K. K.; MacRae, E. A. and Hetherington, S. E. 2000. Effects of hot air conditioning of ‘Kensington’ mango fruit on the response to hot water treatment. *Postharv. Biol. Technol.* 21(1):39-49.
- Kader, A. A. 1992. *Postharvest technology of horticultural crops 2<sup>nd</sup>* (Ed.). UC Publication 3311. University of California, division of agriculture and natural resources, Oakland, California 94608. 39-48 pp.
- Kim, Y.; Brecht, J. K. and Talcott, S. T. 2007. Antioxidant phytochemical and fruit quality changes in mango (*Mangifera indica* L.) following hot water immersion and controlled atmosphere storage. *Food Chem.* 105(4):1327-1334.
- Kim, Y.; Lounds, S. A. J. and Talcott, S. T. 2009. Antioxidant phytochemical and quality changes associated with hot water immersion treatment of mangoes (*Mangifera indica* L.). *Food Chem.* 115(3):989-993.
- Liu, L.; Wei, Y.; Shi, F.; Liu, C.; Liu, X. and Ji, S. 2015. Intermittent warming improves postharvest quality of bell peppers and reduces chilling injury. *Postharv. Biol. Technol.* 101:18-25.
- Luna-Esquivel, G.; Arévalo-Galarza, M. L.; Anaya-Rosales, S.; Villegas-Monter, A.; Acosta-Ramos, M. y Leyva-Ruelas, G. 2006. Calidad de mango “Aaulfo” sometido a tratamiento hidrotérmico. *Revista Fitotecnia Mexicana.* 29(2): 123-128.
- Osuna, G. J. A.; Cáceres, M. I.; Montalvo, G. E.; Mata, M. O. M. y Tovar, G. B. 2007. Efecto del 1-Metilciclopropeno (MCP) y tratamiento hidrotérmico sobre la fisiología y calidad del mango ‘Keitt’. *Rev. Chapingo Ser. Hortic.* 13(2):157-163.
- Osuna, G. J. A.; Nolasco, G. Y.; Gómez, J. R. y Pérez, B. M. H. 2019. Temperaturas de refrigeración para el envío de mangos ‘Kent’ y ‘Keitt’ hacia mercados distantes. *Rev. Iberoam. Tecnol. Postc.* 20(1): 26-35.
- Paull, R. E. and Chen, N. J. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biol. Technol.* 21(1):21-37.
- Pérez, B.; Bringas, E.; Cruz, L. y Baez, S. R. 2005. Evaluación de cera comestible en mango ‘Tommy Atkins’ destinado a la comercialización para el turismo parte I: efecto en las características fisicoquímicas. *Iberoam. Tecnol. Postc.* 7(1):24-32.
- SAGARPA. 2018. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Vigilancia epidemiológica de moscas. Exóticas de la fruta. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/402359/NAYARIT.pdf>.

- Siller, C. J.; Muiy, R. D.; Báez, S. M.; Araiza, L. E. y Ireta, O. A. 2009. Calidad postcosecha de cultivares de mango de maduración temprana, intermedia y tardía. *Rev. Fitotec. Mex.* 32(1):45-52.
- Sripong, K.; Jitareerat, P.; Tsuyumu, S.; Uthairatanakij, A.; Srilaong, V.; Wongs A. C.; Ma, G.; Zhang, L. and Kato, M. 2015. Combined treatment with hot water and UV-C elicits disease resistance against anthracnose and improves the quality of harvested mangoes. *Crop Protec.* 77:1-8.
- Ummarat, N.; Matsumoto, T. K.; Wall, M. M. and Seraypheap, K. 2011. Changes in antioxidants and fruit quality in hot water-treated 'Hom Thong' banana fruit during storage. *Sci. Hortic.* 130(4):801-807.
- USDA. 2018. Foreign agricultural service. Three years trends for US. mango imports. <http://www.fas.usda.gov>.
- Woolf, A. B. and Lay, Y. M. 1997. Pretreatments at 38 °C of 'Hass' avocado confer thermotolerance to 50°C hot water treatments. *HortScience.* 32(4):705-708.
- Yahia, E. E. and Campos, J. P. 2000. The effect of hot water treatment used for insect control on the ripening and quality of mango fruit. *Acta Hortic.* 509(58):495-501.