



Revista Fitotecnia Mexicana

ISSN: 0187-7380

revfitotecniamex@gmail.com

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

México

Luna Esquivel, Gregorio; Arévalo Galarza, Ma. de Lourdes; Anaya Rosales, Socorro; Villegas Monter, Ángel; Acosta Ramos, Marcelo; Leyva Ruelas, Gabriel

Calidad de mango 'ataulfo' sometido a tratamiento hidrotérmico

Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 29, núm. Es2, septiembre, 2006, pp. 123-128

Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C.

Chapingo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61009821>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

CALIDAD DE MANGO 'ATAULFO' SOMETIDO A TRATAMIENTO HIDROTÉRMICO

QUALITY OF 'ATAULFO' MANGO AFTER A HOT WATER TREATMENT

Gregorio Luna Esquivel,^{1*} Ma. de Lourdes
Arévalo Galarza,¹ Socorro Anaya Rosales,¹
Ángel Villegas Monter,¹ Marcelo Acosta Ramos² y
Gabriel Leyva Ruelas²

¹Recursos Genéticos y Productividad-Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carr. México-Texcoco. 56230, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. ²Universidad Autónoma de Chapingo. Km. 38.5 Carr. México-Texcoco. 56230, Chapingo, Edo. de México.

* Autor para correspondencia (gluna@colpos.mx)

RESUMEN

En esta investigación se determinó el efecto del tratamiento hidrotérmico (46.1 °C/75 min) y temperaturas de almacenamiento (10, 13 y 20 °C) en la calidad del mango 'Ataulfo'. Los frutos sometidos a tratamiento hidrotérmico desarrollaron mejor color y presentaron menor acidez titulable, pero aceleraron su proceso de maduración. Los daños por frío se presentaron a la segunda semana de almacenamiento con 67 % de incidencia a temperatura de 10 °C en los frutos con tratamiento hidrotérmico, y de 25 % en los frutos no tratados. En los frutos almacenados a 13 °C el daño por frío se expresó hasta la tercera semana, sobre todo en los frutos sometidos al tratamiento hidrotérmico. Las características organolépticas de los frutos no se alteraron drásticamente con el tratamiento hidrotérmico, cuando se almacenaron hasta por dos semanas a temperaturas superiores a 13 °C.

Palabras clave: *Mangifera indica*, daño por frío, tejido seco, tratamiento cuarentenario.

SUMMARY

In this research we evaluated the effect of hot water treatment (46.1 °C/75 min) and three storage temperatures (10, 13 and 20 °C) on the quality of 'Ataulfo' mango. The fruit treated with hot water developed a better color and had low levels of titratable acidity, but it accelerated the ripening process. Chilling injury was present in the second week of cold storage (10 °C) with 67 % of incidence in fruits treated with hot water, and with 25 % in control fruits. Fruits stored at 13 °C showed symptoms of chilling injury after three weeks, particularly in fruits treated with hot water. The hot water treatment did not affect fruit quality treated in fruits are stored above 13 °C for less than two weeks.

Index words: *Mangifera indica*, chilling injury, dry tissue, quarantine treatment.

INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) es una de las frutas tropicales más populares del mundo y tiene un amplio consumo en países asiáticos y en América Latina (Machado *et al.*, 2000). En México se comercializan alrededor de 41 millones de cajas de mango con calidad de exportación, lo que equivale a 185 794 t de fruto fresco. Las variedades 'Ataulfo', 'Haden', 'Tommy Atkins', 'Kent' y 'Keitt' son las de mayor demanda (EMEX, 2005). El mango 'Ataulfo' es uno de los cultivares con mayor superficie sembrada en México (28 000 ha), extensión comparable a la de 'Haden', y ha sido catalogado por SAGARPA (2005) como uno de los cultivares más importantes por su creciente demanda en el mercado exterior.

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 EE. UU., Japón, Chile, Nueva Zelanda y Australia. Se ha señalado que el tratamiento hidrotérmico afecta algunas características de calidad de los frutos (Yahia y Campos, 2000; Wolf y Lay-Lee, 1997), pero en el mango 'Ataulfo' no se ha evaluado el efecto de este tratamiento y se le aplica de igual manera que a los cultivares monoembrionicos (tipo 'Haden') redondos (46.1 °C/75 min), independientemente del calibre que se trate, sin tomar en cuenta que la conducción del calor es más rápida en frutos pequeños que en frutos grandes, cuando se tratan con agua caliente o vapor (Wang *et al.*, 2001). Por lo anterior, la presente investigación se hizo para estudiar el efecto del tratamiento hidrotérmico en la calidad y potencial de almacenamiento del mango 'Ataulfo' con calidad para exportación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de mango 'Ataulfo' se cosecharon en un huerto comercial de Chahuities, Oaxaca, México, en la etapa de madurez fisiológica y se dividieron en dos lotes (64 frutos por lote). Un lote fue sometido a tratamiento hidrotérmico (CH) (46.1 °C /75 min) en la empacadora de mangos del Istmo de la empresa MAGMAR, y se dejaron reposar por 12 h. El otro lote no recibió tratamiento hidrotérmico (SH). Después de ese lapso, en el Laboratorio de Fisiología Postcosecha del Colegio de Postgraduados, los frutos tratados y no tratados se almacenaron a temperatura ambiente (20 ± 2 °C y 60 % HR), y a 10 y 13 °C (85 % HR) durante 1, 2 ó 3 semanas.

Después del periodo de almacenamiento, los frutos se colocaron a temperatura ambiente y a los 0, 3 y 6 d (en frutos almacenados con frío) y a los 0, 3, 6 y 9 d en los almacenados a temperatura ambiente, y se les midieron las siguientes variables en fruto por unidad experimental, en cuatro repeticiones.

Firmeza de pulpa. Se determinó por punción en dos puntos de cada fruto, previa eliminación de la cáscara en la zona de evaluación. Se utilizó un texturómetro digital marca Wagner modelo FDV-30, con un puntal cónico de 7 mm de diámetro. Los valores se reportan en newtons (N).

Pérdida de peso. Se evaluó con una balanza digital (Modelo EY-2200 A), para lo cual se consideró el peso inicial y final de cada periodo de evaluación, y los datos se presentan en porcentajes respecto al peso inicial.

Sólidos solubles totales (SST). Se determinó con un refractómetro digital Atago - Pelette PR-101 (0 a 32 %), según la metodología de la AOAC (1990). Los resultados se expresan en °Brix.

Acidez titulable. Se determinó por el método volumétrico de la AOAC (1990), en 10 g de pulpa licuada en 50 mL de agua destilada. Se tomó una alícuota de 5 mL de la mezcla y se tituló con NaOH (0.01N). El resultado se expresa como porcentaje de ácido málico.

Ácido ascórbico. Se determinó con base en el método del 2,6 diclorofenol indofenol (AOAC, 1990). Para ello se tomaron 5 g de pulpa, que se homogenizaron con 50 mL de ácido oxálico (0.5 %) y se titularon con la solución de Tillman hasta que el color rosa se hizo visible. Los cálculos de ácido ascórbico se hicieron a partir de una solución estándar y se expresan en mg 100 g⁻¹.

Color. Los cambios en color de la epidermis de los frutos se midieron con un colorímetro Hunter Lab; el ángulo de tono (°H) se calculó a partir de la fórmula: °H = $\tan^{-1} b/a$, y el índice de saturación (cromaticidad) con la fórmula: $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.

Contenido de etanol y acetaldehído. Se aplicó el método propuesto por Davies y Chace (1969), que consistió en pesar 3 g de tejido de cada fruto y colocarlos en viales sellados con tapa de aluminio, los cuales se almacenaron a -20 °C hasta su evaluación. Los viales se descongelaron durante 2.5 h. Cada vial se incubó en baño maría a 30 °C por 20 min, y posteriormente se tomó 1 mL del espacio de cabeza y se inyectó en un cromatógrafo de gases (Varian Star 3400) equipado con una columna Poraplot (27.5 cm/0.32 mm) y detector con ionización de flama. Las temperaturas de medición fueron las siguientes: columna,

160 °C; inyector, 170 °C; auxiliar, 170 °C; y detector, 170 °C. Los datos se presentan en µg 100 g⁻¹.

Daño por frío (%). Se evaluó mediante el número de frutos afectados con oscurecimiento de la pulpa; el resultado se multiplicó por 100 y se dividió entre el total de frutos evaluados (12).

Incidencia de tejido seco (%). En 12 frutos por tratamiento se cuantificó la incidencia del desorden fisiológico (tejido seco); el resultado se multiplicó por 100 y se dividió entre el total de frutos evaluados.

Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial. Los resultados se sometieron a análisis de varianza y a comparación de medias con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color. El tratamiento hidrotérmico generó un ángulo de tono (°H) y cromaticidad (C) menor en frutos CH que en frutos SH, cuando fueron refrigerados. Sin embargo, en frutos almacenados a temperatura ambiente el tratamiento hidrotérmico inhibió el desarrollo de color al presentar menor cromaticidad (Cuadro 1). En la primera semana y cero días después del almacenamiento se registraron los valores más altos de Hue, los cuales disminuyeron conforme transcurrió el almacenamiento. Es decir, el proceso de maduración de los frutos fue evidenciado por el cambio de color verde a amarillo-naranja debido a la rápida degradación de la clorofila y al aumento en la biosíntesis de carotenoides, principalmente β-caroteno (Mattoo *et al.*, 1975). Resultados similares se obtuvieron en los cultivares 'Kesar' y 'Manila', en los que el tratamiento hidrotérmico indujo un mejor desarrollo del color (Singh y Chundawat, 1991). En otros estudios se han reportado los efectos benéficos en el desarrollo del color causados por la inmersión en agua a altas temperaturas por periodos cortos (51-55 °C/10 min), así como para el control de enfermedades y la reducción de daños provocados por látex en algunos frutos de origen tropical (Medlicott *et al.*, 1990).

Firmeza. El tratamiento hidrotérmico y la temperatura de almacenamiento fueron factores determinantes en la firmeza del mango 'Ataulfo', variable que es considerada como uno de los principales atributos de calidad del fruto. Al final del tratamiento hidrotérmico (CH) los frutos tenían una firmeza de 9.7 N, mientras que en los frutos sin el tratamiento (SH) fue de 19.0 N; es decir, el tratamiento hidrotérmico provocó una pérdida de 50 % en la firmeza. Además, hubo interacción significativa ($P \leq 0.05$) entre la temperatura de almacenamiento y el tratamiento. Si bien la

Cuadro 1. Características de calidad de mango 'Ataulfo' sometido a tratamiento hidrotérmico y almacenamiento refrigerado (10 y 13°C) o a temperatura ambiente, por diferentes periodos.

			Variables evaluadas								
Factor			C	°H	F (N)	SST (°Brix)	AM (%)	VIT C (mg 100 ⁻¹ g)	PP (%)	ACE (µg 100 ⁻¹ g)	ETA (µg 100 ⁻¹ g)
REFERENCIAL DIFERENCIA	TEMP	10 °C	31.2 b	84.7 a	3.2 a	17.9 a	1.2 a	9.0 b	4.7 a	119.4 a	456.4 b
		13 °C	32.2 a	79.3 b	2.0 b	18.4 a	0.8 b	10.2 a	4.9 a	116.8 a	559.0 a
	TRAT	CH	31.6 a	77.8 b	1.4 b	16.7 b	0.6 b	9.4 a	4.6 a	107.9 a	534.9 a
		SH	31.8 a	86.2 a	3.8 a	19.6 a	1.3 a	9.7 a	5.0 a	128.3 a	480.6 a
	SEAL	1	30.4 b	89.7 a	4.3 a	17.3 b	1.3 a	10.8 a	5.2 a	170.7 a	573.3 a
		2	32.7 a	80.5 b	1.9 b	18.8 ab	1.0 a	8.4 c	4.7 a	123.3 b	591.6 a
		3	32.1 a	75.8 c	1.5 b	18.4 a	0.7 b	9.6 b	4.5 a	60.2 c	358.3 b
	DDA	0	29.8 c	93.9 a	4.9 a	17.9 a	1.6 a	10.5 a	0.0 c	90.5 b	400.9 b
		3	32.2 b	82.4 b	1.7 b	18.9 a	1.0 b	9.0 b	4.4 b	112.7 ab	644.6 a
		6	33.3 a	67.8 c	1.2 b	18.3 a	0.3 c	9.7 a	10.0 a	151.0 a	477.7 b
	TEMP x TRAT		ns	ns	*	ns	ns	*	ns	ns	ns
	TEMP x SEAL		ns	*	ns	ns	*	*	ns	ns	*
	TEMP x DDA		*	*	*	ns	*	*	ns	*	ns
	TRAT x SEAL		ns	ns	*	*	*	ns	ns	ns	*
	TRAT x DDA		ns	ns	*	*	*	*	ns	ns	*
	SEAL x DDA		*	*	*	*	*	*	ns	*	*
A	TRAT	CH	30.7 b	90.6 a	9.7 b	13.5 a	0.2 b	10.7 b	5.3 a	162.6 a	398.5 a
M		SH	34.1 a	92.0 a	19.0 a	8.3 a	0.2 a	14.1 a	5.3 a	69.3 b	300.5 b
B	DDA	0	35.4 a	102.9 a	14.4 a	10.9 c	0.3 a	12.4 a	0.0 d	78.1 a	300.3 a
I		3	28.6 c	102.9 a	10.2 b	13.5 b c	0.4 a	14.7 a	4.1 c	129.6 a	320.5 a
E		6	31.9 b	104.0 b	2.1 c	17.6 b a	0.1 b	8.6 b	6.7 b	103.1 a	397.9 a
N		9	32.9 b	104.2 b	1.2 c	20.2 a	0.0 b	8.5 b	10.6 a	153.1 a	379.4 a
T	TRAT x DDA		*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
E											

TEMP = Temperaturas de almacenamiento en frío; CH= Tratamiento hidrotérmico; SH= Sin tratamiento hidrotérmico; SEAL= Semanas de almacenamiento; DDA= Días después de almacenamiento; C= Cromaticidad; °H= ángulo de tono; F= Firmeza; SST= Sólidos solubles totales; AM= Ácido málico; VIT C= Ácido ascórbico; PP= Pérdida de peso; ACE= Acetaldehído; ETA= Etanol; ns, *= no significativo o significativo, respectivamente, a $P \leq 0.05$.

degradación de pared celular y el desprendimiento de monosacáridos del complejo péctico se reducen a bajas temperaturas, la interacción con el tratamiento hidrotérmico contribuye a reducir la firmeza debido a la activación de enzimas hidrolíticas (Mattoo *et al.*, 1975; Abu-Sarra y Abu-Goukh, 1992; Jacobi y Gowanlock, 1995).

Sólidos solubles totales. El tratamiento hidrotérmico y el almacenamiento a bajas temperaturas redujeron en 15 % la concentración final de los sólidos solubles totales (SST), con respecto a los frutos sin tratamiento hidrotérmico (Cuadro 1), aunque hubo un incremento paulatino conforme transcurrió el almacenamiento; esto indica un proceso de maduración normal, ya que se alcanzaron niveles similares en los frutos que maduraron a temperatura ambiente (20 °C). Los frutos conservados a temperatura ambiente con tratamiento hidrotérmico presentaron 60 % más de SST que los frutos sin tratamiento térmico, lo cual se debe a que el calor acelera la maduración de los frutos. En mango 'Kesar' también se encontró que los sólidos solu-

bles y los azúcares totales aumentaron por efecto del tratamiento hidrotérmico (Singh y Chundawat, 1991).

Acidez titulable. En frutos CH se registró menor acidez titulable (0.6 %) que en frutos SH (1.3 %), lo que indica que el tratamiento hidrotérmico aceleró el proceso de maduración. Al igual que las otras variables bioquímicas, la acidez titulable fue afectada por temperatura y tiempo de almacenamiento, toda vez que a 10 °C hubo un retraso en la maduración; y conforme se prolongó el almacenamiento la acidez disminuyó en forma significativa ($P \leq 0.05$). Durante la maduración ocurre una disminución notable de la acidez en el mango, debido a que los ácidos cítrico, málico y ascórbico disminuyen considerablemente (10, 40 y 2.5 veces, respectivamente) durante la maduración, y el primero en desaparecer es el ácido málico, seguido del cítrico, lo cual sugiere un posible catabolismo del citrato vía malato (Modi y Reddy, 1967). Los ácidos orgánicos como sustratos de la actividad respiratoria en el fruto, juegan un papel importante en el balance

acidez/azúcares y, por tanto, influyen en su sabor y aroma (Ruiz y Guadarrama, 1992).

Vitamina C. Los frutos CH almacenados a temperatura ambiente tuvieron una reducción de 60 % en el contenido de ácido ascórbico, con respecto al valor inicial del testigo (Cuadro 1), pero en los frutos almacenados a 10 °C se registró una mayor pérdida de esta vitamina, lo que se atribuye a daños por frío (Cuadro 2) (Lee y Kader, 2000).

Pérdida de peso. El tratamiento hidrotérmico no provocó diferencias en la pérdida de peso en frutos de mango 'Ataulfo' (Cuadro 1), en comparación con los frutos sin ese tratamiento. La mayor pérdida de peso se registró en frutos almacenados en frío y que posteriormente fueron expuestos a temperatura ambiente, ya que a los 3 y 6 d perdieron 4.4 y 10.0 % de su peso total, respectivamente. El mismo comportamiento se observó a los 3, 6 y 9 d en frutos mantenidos a temperatura ambiente, con pérdidas de 4.1, 6.7 y 10.6 %, respectivamente. En mango 'Manila' también se encontró que la pérdida de peso después del almacenamiento a 6 y 12 °C fue significativa (Hidalgo *et al.*, 1997). La pérdida de peso en frutos de mango se debe principalmente a la transpiración que ocurre a través del alto número de lenticelas, así como al metabolismo respiratorio acelerado por algún tratamiento estresante (Mitra y Baldwin, 1997). Pérdidas de peso entre 5 y 10 % pueden originar un producto comercialmente inaceptable, pero en este estudio la apariencia de los frutos de mango se mantuvo aceptable hasta por 6 d a temperatura ambiente después del periodo de almacenamiento a 10 y 13 °C, y 9 d sin refrigeración.

Volátiles (acetaldehído y etanol). Las concentraciones de acetaldehído y etanol en los frutos fueron comparables entre los tratamientos CH y SH y no hubo interacción ($P > 0.05$) con el factor temperatura (Cuadro 1). Sin embargo, conforme transcurrió el almacenamiento la concentración de estos volátiles mostró una tendencia a reducirse. Según Cua y Lizada (1989), los niveles de etanol y acetaldehído se incrementan cuando los frutos se exponen a temperatura ambiente. En el presente trabajo, los frutos mantenidos a temperatura ambiente se mostraron niveles estadísticamente diferentes ($P \leq 0.05$) de etanol y acetaldehído por efecto del tratamiento hidrotérmico, pero que después se estabilizó.

Incidencia de daño por frío. Los síntomas de daño por frío en mango se caracterizan por manchas decoloradas, oscurecimiento de lenticelas, maduración irregular, pobre desarrollo del color y sabor, e incremento en susceptibilidad a enfermedades (Medlicott *et al.*, 1990). Los frutos 'Ataulfo' manifestaron daño por frío con oscureci-

miento de la pulpa (Figura 1) después de ser almacenados por dos semanas a 10 °C, con incidencia de 25 % en frutos SH y 67 % en frutos CH; a las tres semanas de almacenamiento, el daño por frío se manifestó en ambas temperaturas, con incidencias de 16.7 % en frutos SH y de 92 % en frutos CH a 10 °C; y de 8.4 % en frutos SH y 67 % en los CH a 13 °C (Cuadro 2).



Figura 1. Efecto de las bajas temperaturas en la calidad de mango 'Ataulfo'. A) Fruto con daños por frío; B) Fruto sano.

Los resultados evidencian que la temperatura de 10 °C no es apta para refrigerar mango 'Ataulfo', ya que le produce síntomas de daños por frío, además de acelerar la intensidad respiratoria y emisión de etileno, inactivar enzimas y cambiar la permeabilidad de la membrana celular (Thomas y Oke, 1983; Konopacka y Plochanski, 2003). La susceptibilidad al frío depende de la especie, del grado de madurez a la cosecha, del tiempo y temperatura de exposición, y del estrés provocado por la exposición a altas temperaturas por tiempos prolongados (46.1 °C/75 min) (Medlicott *et al.*, 1990). Es posible aplicar temperaturas de acondicionamiento para incrementar la resistencia a los daños por frío en cultivares de mango, mediante exposición a temperaturas bajas por periodos cortos, pero para proponer un tratamiento de este tipo es necesario considerar diversos factores (Mitra y Baldwin, 1997).

Incidencia de daño por "tejido seco". El síntoma de "tejido seco" se caracteriza por la presencia de áreas donde el tejido se colapsa y deja fibras de color blanquecino que indican muerte de células. Este síntoma se manifiesta principalmente en frutos maduros, y generalmente se origina en el endocarpio aunque puede manifestarse en cualquier parte de la pulpa sin detectarse externamente (Figura

Cuadro 2. Porcentaje de frutos con daños por frío y “tejido seco” en mango ‘Ataulfo’ con y sin tratamiento hidrotérmico y bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

Tratamiento	1ª Semana		2ª Semana		3ª Semana	
	Daño por Frío (%)	Tejido Seco (%)	Daño por Frío (%)	Tejido Seco (%)	Daño por Frío (%)	Tejido Seco (%)
Sin Hidrotérmico, 10 °C	0.0	0.0	25.0	34.0	16.7	0.0
Sin Hidrotérmico, 13 °C	0.0	0.0	0.0	8.4	8.4	8.4
Con Hidrotérmico, 10 °C	0.0	0.0	67.0	34.0	92.0	0.0
Con Hidrotérmico, 13 °C	0.0	16.7	0.0	16.7	67.0	42.0

2). En esta investigación se encontró que este desorden ocurrió en frutos con y sin tratamiento hidrotérmico almacenados a temperatura ambiente y en los frutos almacenados por una, dos y tres semanas a 10 y 13 °C (Cuadro 2). Por tanto, no se puede atribuir el desarrollo de este desorden a la aplicación de los tratamientos postcosecha, aunque el hidrotérmico pareció acentuarlo. Hasta esta fecha este desorden no ha sido reportado en mango ‘Ataulfo’, y sus características aquí observadas no coinciden con problemas fisiológicos de colapso interno, como ‘semilla gelatinosa’ (jelly seed), ‘nariz blanda’ (soft nose), ‘tejido esponjoso’ (spongy tissue) y ‘cavidad basal’ (stem-end cavity), que han sido descritos en otros cultivares de mango (Cunha *et al.*, 2000). Es necesario hacer más investigación a este respecto.

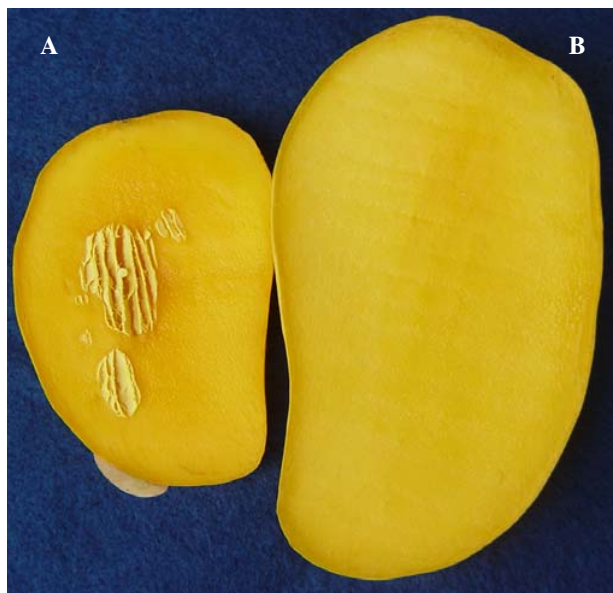


Figura 2. Presencia de tejido seco en mango ‘Ataulfo’. A) Fruto con tejido seco; B) Fruto sano.

CONCLUSIONES

El tratamiento hidrotérmico a 46.1 °C durante 75 min afectó significativamente la firmeza de los frutos de mango

‘Ataulfo’, así como la susceptibilidad a los daños por frío, y adelantó su maduración, pero no afectó significativamente sus características de calidad. El almacenamiento refrigerado del cultivar ‘Ataulfo’ se puede realizar hasta por dos semanas a temperaturas superiores a 13 °C o conservarlos a temperatura ambiente para que desarrollen las características organolépticas propias del cultivar. El síntoma de “tejido seco” no se asoció con el tratamiento hidrotérmico, lo que sugiere ser un desorden de origen fisiológico.

BIBLIOGRAFÍA

- Abu-Sarra A F, A A Abu-Gouhk (1992) Changes in pectinesterase poly-galacturonase and cellulose activity during mango fruit ripening. *J. Hort. Sci.* 67:561-568.
- AOAC (1990) Official Methods of Analysis. 15th ed. Vol. II. Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. pp:918-919.
- Cua A U, M C C Lizada (1989) Ethylene production in the “carabao” Mango (*Mangifera indica* L.) fruit during maturation and ripening. *Acta Hort.* 269:169-179.
- Cunha F H A, M J Barbosa, A T B Florencio, A R Elesbão, C A Barbosa (2000) Características da fruta para exportação: In: Manga Pós-colheita. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. EMBRAPA. pp:14-21.
- Davies P L, W G Chace (1969) Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. *HortScience* 4:117-119.
- EMEX A C (2005) Empacadores de mango de exportación. Estadísticas (en línea). Disponible en <http://www.mangoemex.org.mx> (Fecha de consulta: 10 de junio del 2005).
- Hidalgo M, J Cruz, K L Parkin, H S García (1997) Refrigerated storage and chilling injury development of manila mangoes (*Mangifera indica* L.) *Acta Hort.* 1:718-722.
- Jacobi K K, D Gowanlock (1995) Ultrastructural studies of Kensington mango (*Mangifera indica* L.) heat injuries. *HortScience* 30:102-103.
- Konopacka D, W J Plocharski (2003) Effect of storage conditions on the relationship between apple firmness and texture acceptability. *Postharv. Biol. Technol.* 32:205-211.
- Lee S K, A A Kader (2000) Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharv. Biol. Technol.* 20:207-220.
- Machado P C R, A R Elesbão, F H A Cunha (2000) Mercado internacional de manga: Situação atual e perspectivas. In: Manga Pós-colheita. F H A Cunha (ed). EMBRAPA, Brasil. pp:9-13.
- Mattoo A K, T Murata, E B Pantastico, K Chachin, K Ogata, C T Phan (1975) Chemical changes during ripening and senescence. In: Post-harvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. E B Pantastico (ed). AVI, Westport, Conn. pp:103-127.

- Medlicott A P, J M M Sigrist, O Sy (1990)** Ripening of mangos following low-temperature storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115:430-434.
- Mitra S K, E A Baldwin (1997)** Mango. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. S K Mitra (ed). CAB International. pp:85-122.
- Modi V V, V V Reddy (1965)** Carotenogenesis in ripening mangoes. Indian J. Exp. Biol. 5:233-235.
- Ruiz M, A Guadarrama (1992)** Comportamiento postcosecha del mango (*Mangifera indica* L.) tipo Bocado durante maduración controlada. Rev. Fac. Agron. (Luz) 18:79-93.
- SAGARPA (2005)** Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. Estadísticas (en línea). Disponible en <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/sistemas/siacon/SIACON.html> (Fecha de consulta: 25 de noviembre del 2005).
- Singh D B, B S Chundawat (1991)** Post harvest treatments of ripening changes and quality of mango fruits cvs 'Kesar' and 'Amrapali'. Acta Hort. 291:472-478.
- Thomas P, M S Oke (1983)** Improvement in quality and storage of 'Alphonso' Mangoes by cold adaptation. Sci. Hort. 19:257-262.
- Wang S, J Tang, R P Cavalieri (2001)** Modeling fruit internal heating rates for hot air and hot water treatments. Postharv. Biol. Technol. 22:257-270.
- Woolf A B, M Lay-Yee (1997)** Pretreatments at 38 °C of 'Hass' avocado confer thermotolerance to 50 °C hot water treatments. HortScience 32:705-708.
- Yahia E E, J Pedro-Campos (2000)** The effect of hot water treatment used for insect control on the ripening and quality of mango fruit. Acta Hort. 509:495-501.