

CONVENIO INIFAP-NMB

DETERMINACIÓN DEL DAÑO POR FRÍO EN LAS PRINCIPALES VARIEDADES DE MANGO CULTIVADAS EN MÉXICO



Dr. JORGE A. OSUNA GARCIA
INVESTIGADOR EN POSTCOSECHA E INOCUIDAD
INIFAP-CAMPO EXPERIMENTAL SANTIAGO IXCUINTLA

Santiago Ixcuintla, Nayarit, México. Marzo de 2015.

RESUMEN

Los envíos de mango en contenedores marinos refrigerados desde Ecuador, Perú y Brasil requieren de hasta cuatro semanas para llegar a Estados Unidos, lo que provoca problemas de sobre maduración y complicaciones para distribución a nivel de mayoristas y minoristas. Para resolver esta problemática, los envíos se hacen en contenedores marinos involucrando refrigeración. Sin embargo, la mayoría del tiempo debido a una inadecuada cadena de frío, el daño por frío se observa con alta frecuencia, lo que demerita la calidad. Los objetivos del presente estudio fueron determinar las combinaciones de tiempo y temperaturas asociadas al daño por frío, así como cuantificar el efecto del grado de madurez de los frutos al momento de la cosecha sobre el daño por frío en frutos de las principales variedades de mango cultivadas en México. Para ello se realizó el presente estudio en frutos de 'Ataulfo', 'Tommy Atkins', 'Kent' y 'Keitt'. Se evaluaron grados de madurez (parcial sazón y sazón), temperaturas de almacenamiento (45.5, 50.0, y 54.5°F) (7.5, 10.0 y 12.5°C) y tiempos de almacenamiento (1, 2 o 3 semanas). Se utilizó un diseño factorial con 20 repeticiones para pérdida de peso y cinco repeticiones para el resto de variables. El análisis se realizó de manera independiente para cada variedad. Se detectaron diferencias significativas para daño por frío entre variedades. 'Ataulfo' y 'Kent' fueron más susceptibles que 'Tommy Atkins' y 'Keitt'. El daño externo fue de mayor magnitud que el daño interno. Los factores más importantes fueron la temperatura y el tiempo de almacenamiento. A temperaturas más bajas, mayor daño; A mayor duración del tiempo de almacenamiento, mayor daño. 'Ataulfo' y 'Kent' mostraron daños externos desde una semana de almacenamiento a 45.5 y 50.0°F (7.5 y 10.0°C) en tanto que 'Tommy Atkins' y 'Keitt' mostraron daños de moderados a severos sólo a 45.5°F (7.5°C) y hasta las tres semanas de almacenamiento. El daño interno fue muy bajo y se reflejó principalmente en el color de pulpa. A menor temperatura, menor intensidad del color de pulpa. Asimismo, a mayor tiempo de almacenamiento, menor intensidad del color de pulpa. Se observó un efecto muy claro de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza en todas las variedades. A menor temperatura, mayor firmeza mientras que a mayor tiempo de almacenamiento, menor firmeza. Respecto a los sólidos solubles totales se observó que a más baja temperatura de almacenamiento, menor desarrollo

del contenido de los sólidos solubles totales. Para propósitos prácticos, 'Ataulfo' y 'Kent' deben ser embarcados sólo a 54.5°F (12.5°C) en tanto que 'Tommy Atkins' y 'Keitt' pueden tolerar hasta 50°F (10°C). Ninguna de las variedades debe ser enviada a 45.5°F (7.5°C).

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 (2010-2012), en promedio, 76.3 millones de cajas han sido importadas; principalmente de México (67.0%), Perú (10.0%), Ecuador (9.0%), Brasil (7.1%), Guatemala (4.6%) y Haití (2.3%) [USDA-FAS, 2013]. Sin embargo, la mayor parte del tiempo la calidad de la fruta del mango en el nivel de consumo se ve comprometida, debido a que los países exportadores se enfrentan a varios desafíos en la entrega de fruta de alta calidad (Brecht et al., 2009). Uno de los principales retos para entregar fruta de calidad es debido a que el envío de mango de los países de origen hasta Estados Unidos requiere de hasta cuatro semanas de traslado, lo que provoca problemas de sobre maduración y complicaciones para distribución a nivel de mayoristas y minoristas. Para resolver esta problemática, normalmente los envíos se hacen en contenedores marinos involucrando refrigeración. El principio para usar refrigeración es que ésta disminuye la velocidad de los factores que conllevan al proceso de maduración. Sin embargo, el fruto de mango es susceptible a daño por frío (DF) cuando es almacenado a baja temperatura. Los frutos de mango presentan DF cuando son almacenados a temperaturas por abajo de los 50°F (10°C). Los principales síntomas son maduración irregular, pobre desarrollo de color y sabor, picado y decoloración de la cáscara, mayor susceptibilidad a enfermedades y en casos severos, obscurecimiento de la pulpa (Medlicott *et al.*, 1990; Kader, 1997). Los síntomas no son evidentes mientras la fruta se encuentra en refrigeración sino que son visibles hasta que el fruto es expuesto a temperaturas más cálidas para maduración o durante el proceso de mercadeo. Acorde a la literatura, la temperatura óptima para el almacenamiento refrigerado de mango es alrededor de 54-55°F (12-13°C) (Medlicott *et al.*, 1990; Kader, 1992). La severidad del DF de frutos almacenados por debajo de los 50°F (10°C) depende del cultivar, estado de madurez y de la duración y tiempo de exposición a una temperatura determinada. Con relación a

diferencias entre cultivares a DF, Phakawatmonkol *et al.* (2004) evaluaron la sensibilidad de 5 cultivares Tailandeses a temperaturas de 39, 46 y 54°F (4, 8 y 12°C). El DF se manifestó en todos los cultivares expuestos a 39 y 46°F (4 y 8°C) pero 'Rad' y 'Okrong' mostraron que pueden ser almacenados a 54°F (12°C) por 15 y 25 días, respectivamente. Siriphanich y Kunyamee (2010) encontraron diferencias en la sensibilidad al DF en tres cultivares almacenados a 41 y 55°F (5 y 13°C). Los frutos de 'Nam Dok Mai' mostraron DF tanto en la cáscara como en la pulpa, en tanto que los frutos de 'Chok Anan' mostraron DF sólo en la cáscara y los de 'Hongswadee' no mostraron ningún síntoma de DF. Con relación a cultivares de mango plantados en México, Farooqui *et al.* (1985) manifestaron que 'Haden' y 'Keitt' fueron muy susceptibles al DF en tanto que Brecht *et al.*, (2012) en otro estudio encontraron que 'Ataulfo' fue el cultivar más sensible al DF, seguido de 'Kent' y 'Keitt' con 'Tommy Atkins' mostrando la mayor tolerancia a bajas temperaturas sin mostrar ningún síntoma de DF durante las dos primeras semanas de almacenamiento. Por otro lado, se reporta que el estado de madurez tiene una gran influencia en la manifestación del DF. En términos generales, los frutos inmaduros son más susceptibles que los más sazones (Medlicott *et al.* 1990; Kader, 1997; Mohammed and Brecht, 2002). Además, como se mencionó anteriormente, la temperatura y el tiempo de exposición influyen enormemente en la susceptibilidad de los frutos de mango al DF. Frutos expuestos a temperaturas < 46°F (8°C) mostraron síntomas de DF en la primera semana de almacenamiento en tanto que aquellos almacenados a la temperatura recomendada (54-55°F) (12-13°C), dependiendo del cultivar, no expresaron ningún daño o si acaso daños muy ligeros (Chaplin, 1991; Phakawatmonkol *et al.*, 2004; Luna *et al.*, 2010; Miguel *et al.*, 2011; Brecht *et al.*, 2012). Acorde a mi experiencia, los frutos almacenados a temperatura de $55 \pm 1.0^\circ\text{F}$ ($12.5 \pm 1.0^\circ\text{C}$) deben mantener buena calidad sin manifestar ningún DF. Sin embargo, tal y como lo manifiestan Brecht *et al.* (2012) la información crítica a encontrar para evitar DF es la combinación de tiempos y temperaturas involucrando la máxima y la mínima temperatura en la cual se detecta o no el DF. Este trabajo debe ser realizado en las mismas variedades que ellos probaron ('Ataulfo', 'Tommy Atkins' 'Kent' y 'Keitt') cultivadas en otras regiones productoras así como en diferentes temporadas y condiciones de cosecha. De acuerdo con el National Mango Board, el DF es uno de los

más importantes desórdenes fisiológicos que afectan la calidad de los frutos de mango, lo cual pone en riesgo su comercialización en el mercado estadounidense causando enormes pérdidas a los productores y empacadores de mango (NMB, 2012).

EL PROBLEMA

Los envíos de mango en contenedores marinos refrigerados desde Ecuador, Perú y Brasil requieren de hasta cuatro semanas para llegar a los mercados de Estados Unidos. La mayoría del tiempo, debido a una inadecuada cadena de frío, el DF se observa con alta frecuencia, lo que demerita la calidad especialmente en cuanto a sabor y desarrollo del color de pulpa. Como consecuencia de lo anterior, esta situación pone en riesgo la comercialización del mango lo que ocasionaría enormes pérdidas a los productores y empacadores de los países exportadores.

OBJETIVOS

- Determinar las combinaciones de tiempo y temperaturas asociadas a DF en las principales variedades de mango cultivadas en México.
- Cuantificar el efecto del estado de madurez de los frutos al momento de la cosecha sobre el grado de DF en las principales variedades de mango cultivadas en México.

MATERIALES Y MÉTODOS

FACTORES EN ESTUDIO:

- a. **GRADO DE MADUREZ:** Parcialmente sazón y sazón.
- b. **TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO:** $45.5 \pm 1.5^{\circ}\text{F}$, $50.0 \pm 1.5^{\circ}\text{F}$ y $54.5 \pm 1.5^{\circ}\text{F}$ ($7.5 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$, $10.0 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$ y $12.5 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$) en cámaras de refrigeración.
- c. **TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO:** 1, 2 y 3 semanas + simulación de mercadeo ($71 \pm 2^{\circ}\text{F}$ ($22 \pm 2^{\circ}\text{C}$); 75 ± 10 % HR) hasta madurez de consumo.
- d. **VARIEDADES:** Ataulfo, Tommy Atkins, Kent and Keitt.

e. TRATAMIENTOS

Número	Grado de madurez	Temperatura de almacenamiento (°C)	Tiempo de almacenamiento (semanas)
1	Parcialmente sazón	7.5±1.0	1
2	Parcialmente sazón	7.5±1.0	2
3	Parcialmente sazón	7.5±1.0	3
4	Parcialmente sazón	10.0±1.0	1
5	Parcialmente sazón	10.0±1.0	2
6	Parcialmente sazón	10.0±1.0	3
7	Parcialmente sazón	12.5±1.0	1
8	Parcialmente sazón	12.5±1.0	2
9	Parcialmente sazón	12.5±1.0	3
10	Sazón	7.5±1.0	1
11	Sazón	7.5±1.0	2
12	Sazón	7.5±1.0	3
13	Sazón	10.0±1.0	1
14	Sazón	10.0±1.0	2
15	Sazón	10.0±1.0	3
16	Sazón	12.5±1.0	1
17	Sazón	12.5±1.0	2
18	Sazón	12.5±1.0	3

f. MUESTREOS: Al inicio, al final del almacenamiento refrigerado y a madurez de

Variedad	Origen	Cosecha	Tratamiento	THC	Empacadora
Ataulfo	Las Varas, Nay.	29/Ab/13	01/May/13	75 + 10'	NATURAMEX
Tommy	Cutzamala, Gro.	23/Ab/13	25/Ab/13	90 + 10'	IXTAPA
Kent	El Rosario, Sin.	16/Jul/13	17/Jul/13	90 + 10'	ALEX
Keitt	Navarrete, Nay.	18/Jul/13	19/Jul/13	90 + 10'	EL CRUCERO

consumo.

- g. VARIABLES A MEDIR:** Daño por Frío (daño de lenticelas, decoloración de la cáscara y obscurecimiento de la pulpa); firmeza, color de pulpa y sólidos solubles totales.

Descripción detallada de la metodología

Para cada variedad en particular se obtuvieron 62 frutos por tratamiento (2 cajas con 31 frutos cada una). Los frutos se colectaron después del lavado y ya clasificados para el tratamiento hidrotérmico cuarentenario de 75 o 90 min. Después, los frutos se separaron de acuerdo al grado de madurez considerando frutos parcialmente sazones (de forma tableada sin llenado de cachetes y hombros por abajo de la inserción del pedúnculo; valores de color de pulpa entre 1 y 2 y un contenido de sólidos solubles totales < 7.3 °Bx en Tommy, Kent y Keitt así como < 6.0 °Bx en Ataulfo) y frutos sazones (de apariencia redonda con llenado completo de cachetes y hombros levantados por encima de la inserción del pedúnculo; valores de color de pulpa entre 2 y 3 con un contenido de sólidos solubles totales > 7.3 °Bx en Tommy, Kent y Keitt así como > 6.0 °Bx en Ataulfo). Los frutos tenían una excelente apariencia externa y libre de daños mecánicos, plagas y/o enfermedades. Una vez separados por estado de madurez y tamaño, los frutos fueron sometidos al tratamiento hidrotérmico cuarentenario acorde al protocolo del USDA-APHIS. Posterior a ese tratamiento, los frutos se almacenaron a diferentes temperaturas ($7.5 \pm 1.0^\circ\text{C}$, $10.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$ y $12.5 \pm 1.0^\circ\text{C}$) en cámaras comerciales de almacenamiento refrigerado hasta por tres semanas con transferencias semanales a simulación de mercadeo (22 ± 2 °C; 75 ± 10 % RH) hasta madurez de consumo. Los muestreos se realizaron al inicio, al fin del periodo de refrigeración y en madurez de consumo.

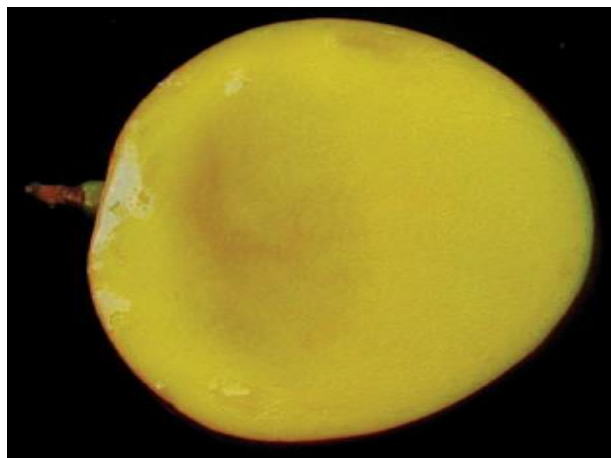
Nota: Se contó con la valiosa colaboración de la Universidad Tecnológica de la Costa y de la Universidad Tecnológica de Nayarit, las cuales facilitaron sus cuartos fríos para manejar las temperaturas de $7.5 \pm 1.0^\circ\text{C}$ y $10.0 \pm 1.0^\circ\text{C}$, respectivamente.

Variables

Daño por frío (DF). Los síntomas visuales de DF en los frutos de mango (obscurecimiento de lenticelas, picado de la cáscara, escaldado, madurez irregular) se evaluaron durante todo el periodo de almacenamiento utilizando una escala visual en la cual 1 = daño severo, >50% de la superficie del fruto con daño; 2 = daño moderado, 25–50% DF; 3 = daño ligero, máximo 25% de DF; 4 = trazas, 2–5% de daño en la superficie total del fruto; 5 = sin daños aparentes.



El obscurecimiento de la pulpa y la presencia de enfermedades se realizó con base a la siguiente escala: 0 = no daño ni presencia de enfermedades; 1 = daño ligero (cualquier daño no mayor a $\frac{3}{4}$ de pulgada en diámetro); 2 = daño moderado (daño o presencia de enfermedades en diámetros de $\frac{3}{4}$ a $1\frac{1}{2}$ pulgadas); 3 = daño severo (daño o presencia de enfermedades en diámetros $> 1\frac{1}{2}$ pulgadas).



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 Cáscara. Con un colorímetro portátil CR-10 (Konica Minolta), reportando como L a b.

Firmeza. Empleando un penetrómetro Chatillon Modelo DFE-050 (Ametek Instruments, Largo, FL), adaptado con punzón cilíndrico de 10 mm de diámetro; los datos se expresaron en Libras fuerza (Lbf).

Color de pulpa. Mediante colorímetro portátil C-R 10 marca Konica Minolta, reportando ángulo de tono (hue).

Sólidos solubles totales (SST). Mediante refractómetro digital con compensador de temperatura marca ATAGO modelo PAL-1 calibrado con agua destilada (AOAC, 1984).

Se utilizó un diseño factorial (grado de madurez, temperatura de almacenamiento y duración del almacenamiento) con 20 repeticiones para pérdida de peso y cinco repeticiones para el resto de variables. El análisis se realizó de manera independiente para cada variedad.

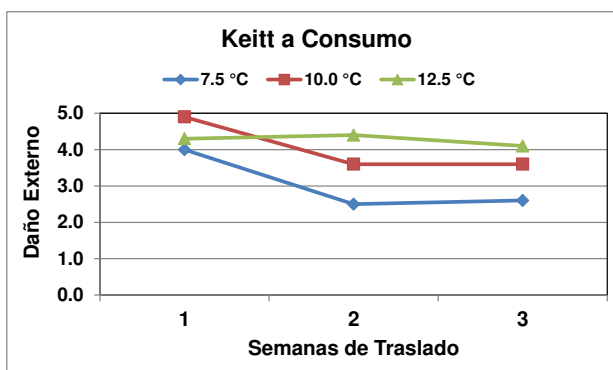
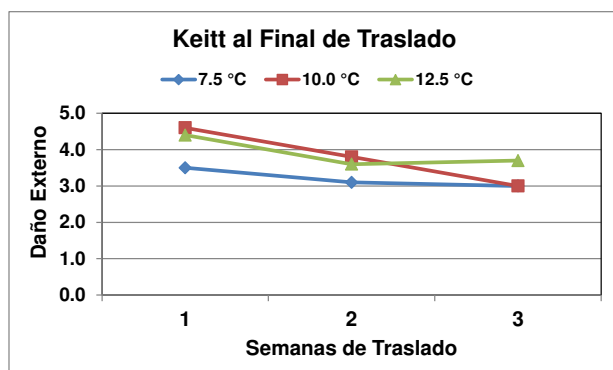
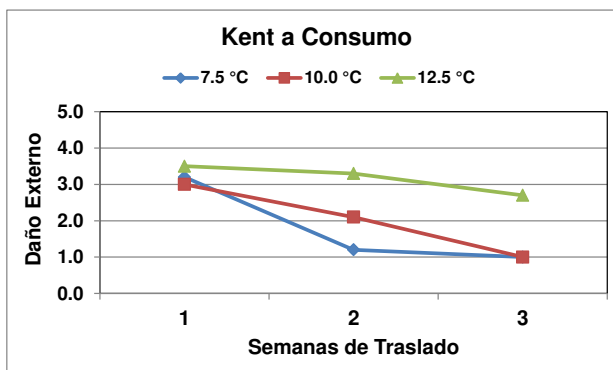
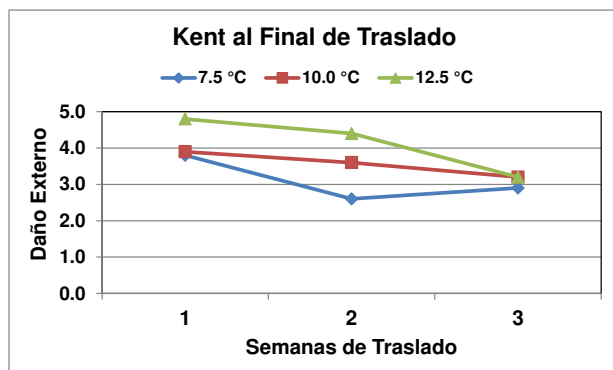
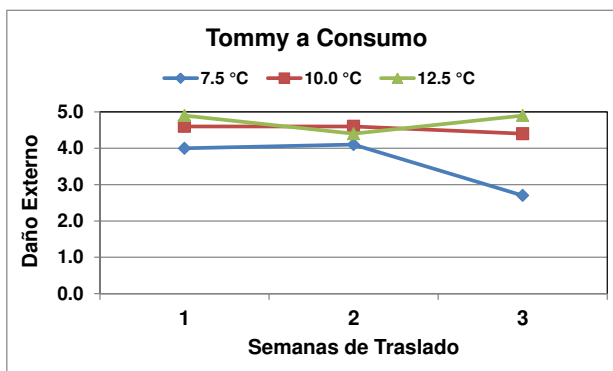
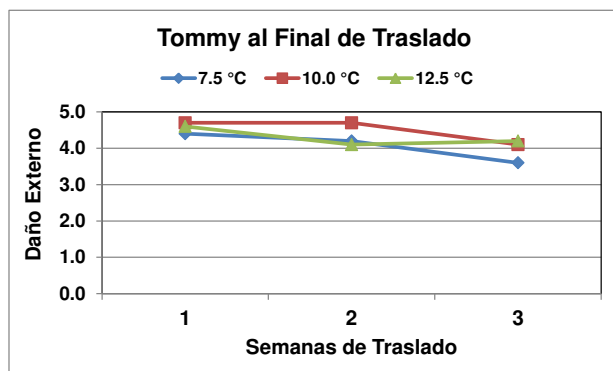
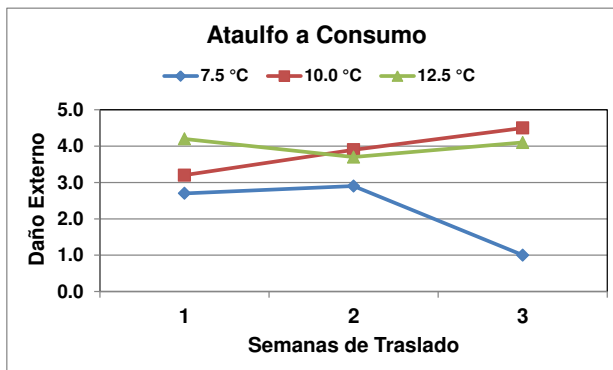
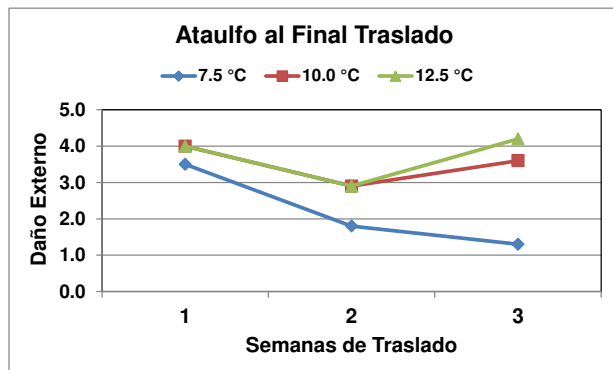
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se observó que prácticamente el grado de madurez no tuvo influencia en la presencia de daño pero que los factores más impactantes en el daño externo fueron la temperatura y el grado de almacenamiento. A temperaturas más bajas, mayor daño; a mayor duración del tiempo de almacenamiento, mayor daño (Figura 1). 'Ataulfo' y 'Kent' fueron las variedades más susceptibles ya que desde la primera semana de almacenamiento al término de la simulación de traslado refrigerado la temperatura de 7.5 °C causó daños ligeros, los cuales se incrementaron al momento del consumo ya que alcanzaron valores de 2.7 y 3.2 respectivamente, que representan daños de ligeros a moderados. En cambio, 'Keitt' mostró solo ligeros daños al término de una semana de

simulación de traslado y 'Tommy Atkins' fue la variedad más resistente ya que a 7.5 °C solo mostró trazas del daño por frío.

Para el término de la segunda semana de simulación de traslado refrigerado, los daños más evidentes por la temperatura más baja de almacenamiento (7.5 °C) se presentaron en 'Ataulfo' y 'Kent' con valores que alcanzaron daños moderados, siendo ligeros en 'Keitt' y solo trazas para los frutos de 'Tommy Atkins'.

En lo que respecta a los daños observados al término de la tercera semana de simulación de traslado refrigerado, nuevamente se observó que la temperatura de almacenamiento de 7.5 °C ocasionó de moderados a severos en 'Ataulfo' y 'Kent' y solo de de ligeros a moderados en 'Keitt' y 'Tommy Atkins'. La temperatura de almacenamiento de 10 °C también mostró daños de moderados a severos solo en frutos de la variedad 'Kent'.

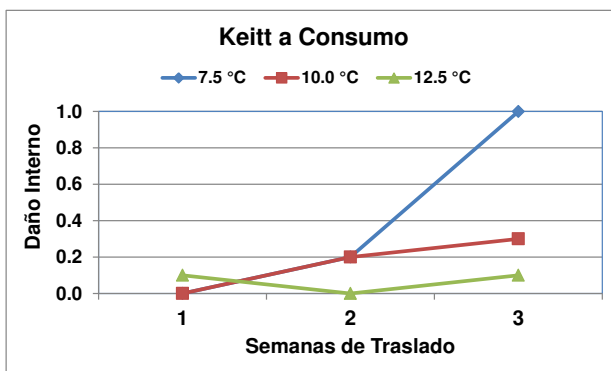
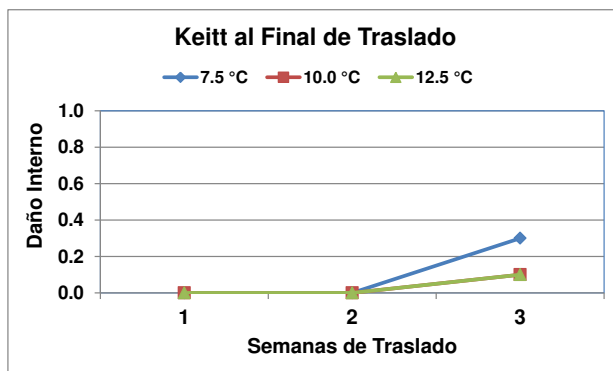
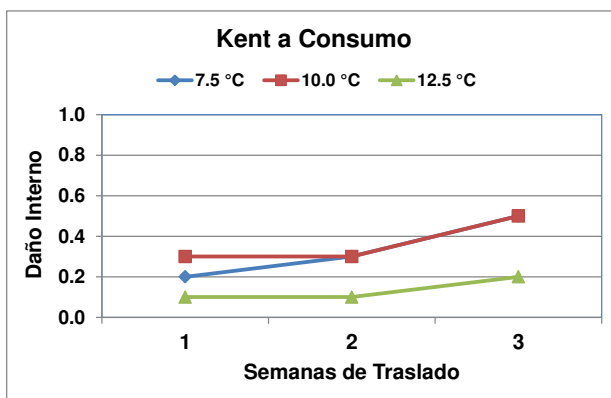
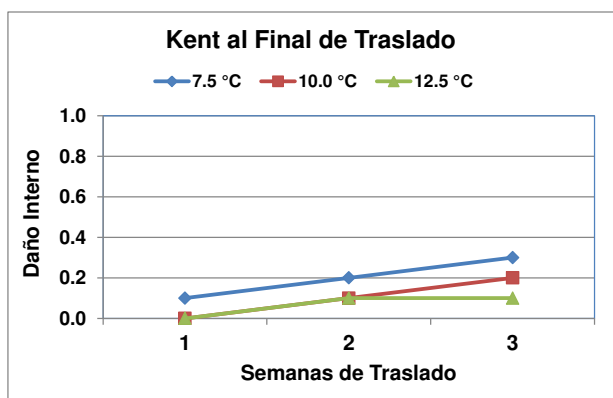
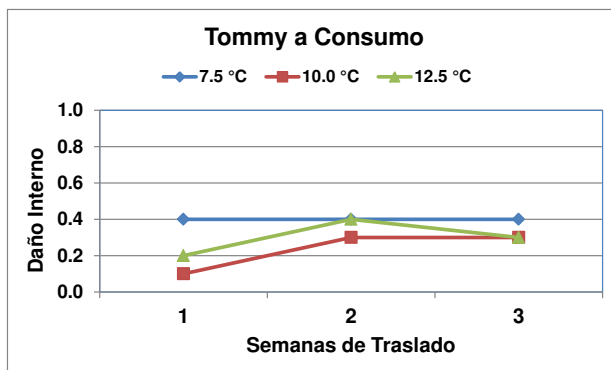
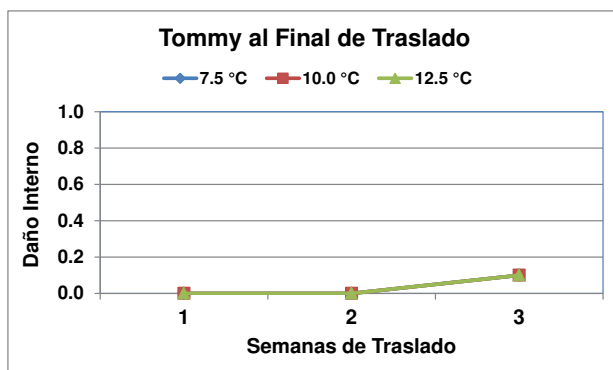
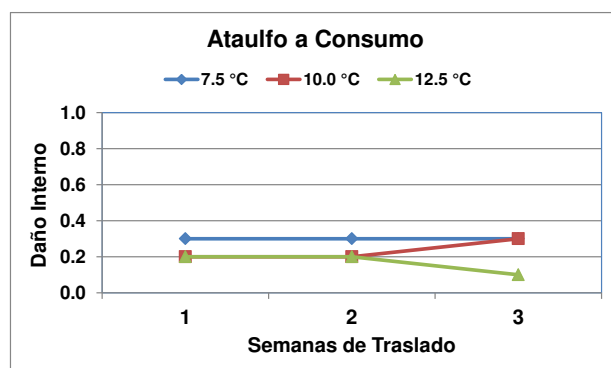
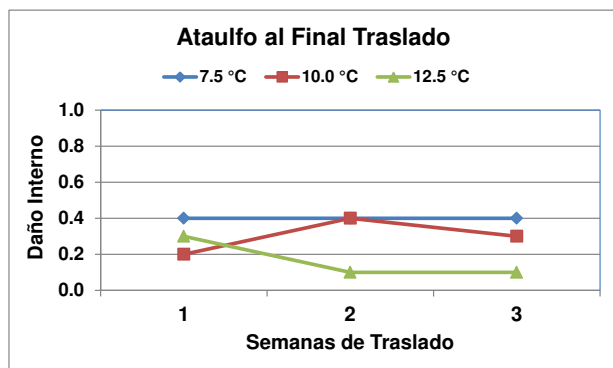


Valores de Escala: 1 = Severo 2 = Moderado 3 = Ligero 4 = Trazas 5 = Sin Daño

Figura 1. Efecto de la Temperatura y el Tiempo de Almacenamiento sobre el Daño Externo de frutos de mango de las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt al término de la simulación de traslado o a madurez de consumo.

En contraste, el daño interno por frío (Figura 2), fue prácticamente inapreciable sin presentar diferencias significativas para grado de madurez, temperatura de almacenamiento o duración del almacenamiento. Sólo al término de tres semanas de simulación de traslado refrigerado la temperatura de 7.5 °C causó daños ligeros en frutos de la variedad 'Keitt'. En términos generales, como se verá más adelante, el daño interno por frío se manifestó en disminución de la intensidad del color de pulpa en los frutos de todas las variedades y factores bajo estudio.

La firmeza de pulpa (Figura 3) mostró una tendencia similar para las cuatro variedades después de una semana de simulación de traslado o al momento del consumo. No se detectaron diferencias significativas dentro de variedades al final de una semana de simulación de traslado. Sin embargo, al final de la segunda semana de simulación de traslado, la temperatura recomendada para refrigeración (12.5 °C) no fue capaz de mantener la firmeza de 'Ataulfo' y 'Tommy Atkins' pero si lo hizo en 'Kent' y 'Keitt'. Después de tres semanas de simulación de traslado el efecto de la temperatura más fría fue más evidente. A menor temperatura, mayor firmeza de pulpa. Sin embargo, se observó que las temperaturas de 7.5 y 10.0 °C causaron daño externo a los frutos de mango. Además, es importante mencionar que a mayor tiempo de simulación de traslado (almacenamiento), se requirió menor tiempo para alcanzar el estado de fruto listo para comer (1 a 3 Lbf de firmeza). Después de una semana de simulación de traslado, los frutos requirieron 12 días; después de dos semanas de simulación de traslado, los frutos solamente requirieron nueve días y después de tres semanas de simulación de traslado, los frutos estuvieron en el punto de listos para comer tan sólo siete días después del término de simulación de traslado.



Valores de Escala: 0 = Sin Daño

1 = Ligero

2 = Moderado

3 = Severo

Figura 2. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el Daño Interno de frutos de mango de las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt al término de la simulación de traslado o a madurez de consumo.

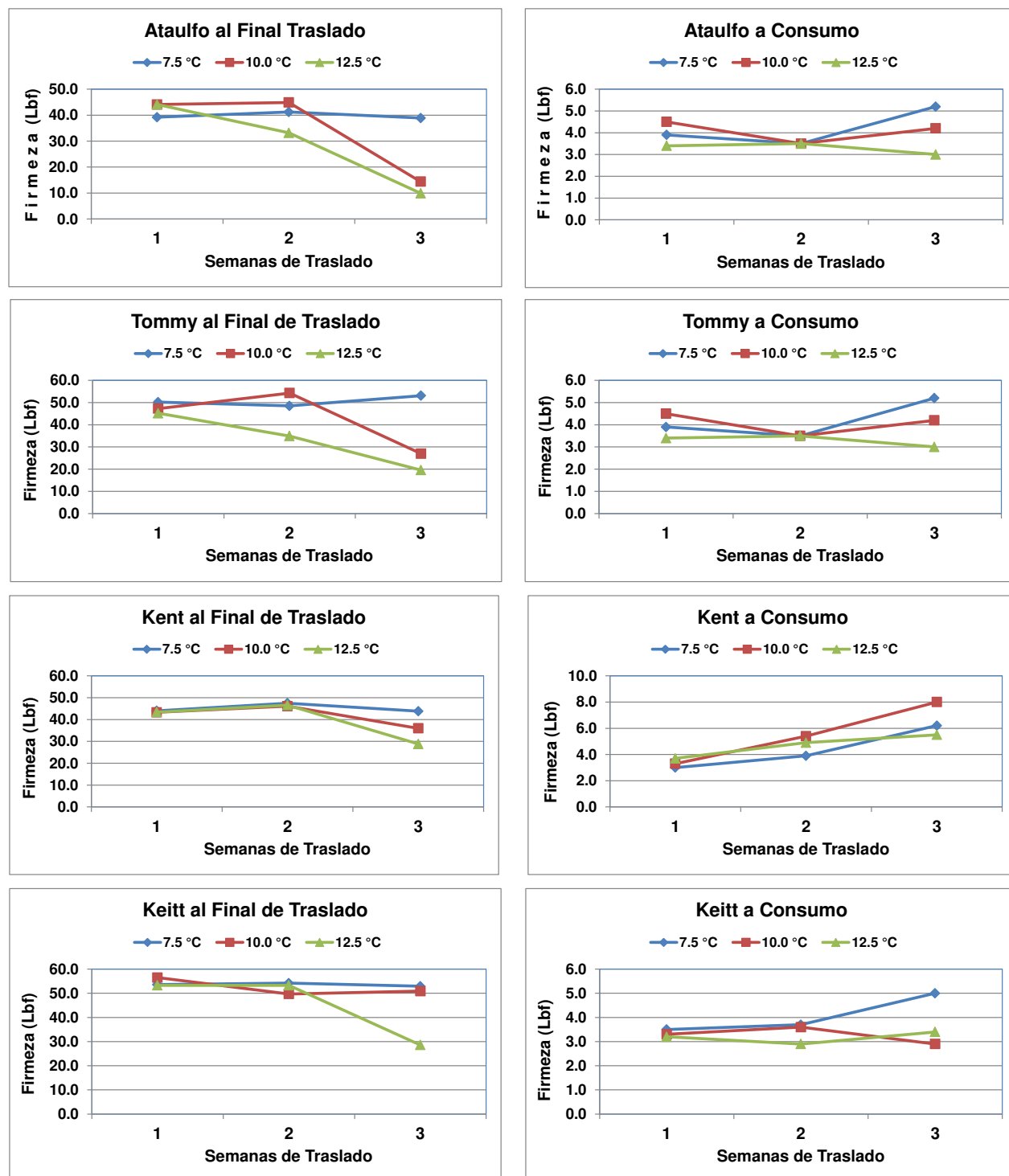


Figura 3. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la Firmeza (Lbf) de pulpa de frutos de mango de las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt al término de la simulación de traslado o a madurez de consumo.

Con respecto al Color de Pulpa (Figura 4), la tendencia fue similar a la observada para la firmeza de pulpa. A menor temperatura o a mayor tiempo de almacenamiento, la intensidad del color de pulpa fue retrasada o inhibida. Después de una semana de simulación de traslado solo se detectaron diferencias significativas para temperatura en frutos de la variedad 'Keitt'. Al término de dos semanas de simulación de traslado, todas las variedades excepto 'Tommy Atkins' mostraron diferencias significativas para el factor temperatura de almacenamiento. Una tendencia similar se observó al término de las tres semanas de simulación de traslado. Solamente 'Tommy Atkins' no mostró diferencias para temperaturas de almacenamiento. En general, el desarrollo del color de pulpa fue retrasado o inhibido por las temperaturas más bajas. La temperatura recomendada (12.5 °C) mostró la mayor intensidad del color de pulpa, lo que significa que a esta temperatura no se detiene el proceso de maduración de los frutos.

Para el contenido de Sólidos Solubles Totales (Figura 5), la diferencia entre temperaturas de simulación de traslado refrigerado se observó desde la primera semana en todas las variedades excepto 'Ataulfo'. A más baja temperatura de simulación de traslado refrigerado (almacenamiento), menor desarrollo del contenido de los sólidos solubles totales. Después de dos semanas de simulación de mercadeo, la temperatura recomendada (12.5 °C) mostró el contenido más alto de sólidos solubles totales, lo que indica un proceso de maduración más rápido. Después de tres semanas de simulación de mercadeo, solo la temperatura más baja (7.5 °C) mostró un retraso en el proceso de maduración evidenciado por el contenido de sólidos solubles en todas las variedades excepto 'Tommy Atkins', pero recuérdese que esta temperatura causó los daños más altos en frutos de todas las variedades.

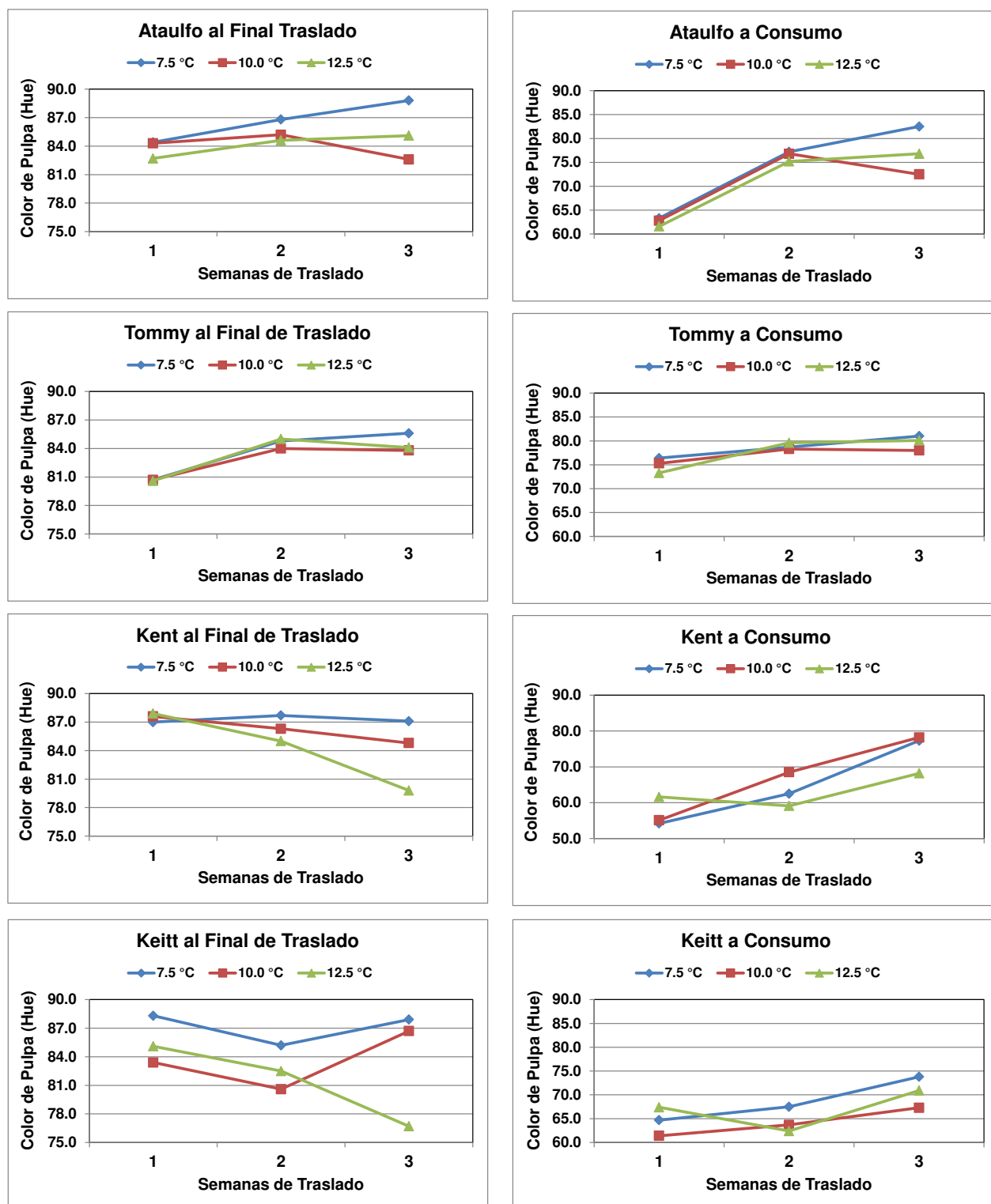


Figura 4. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el color de pulpa (Hue) de pulpa de frutos de mango de las variedades Ataulfo, Tommy

Atkins, Kent y Keitt al término de la simulación de traslado o a madurez de consumo.

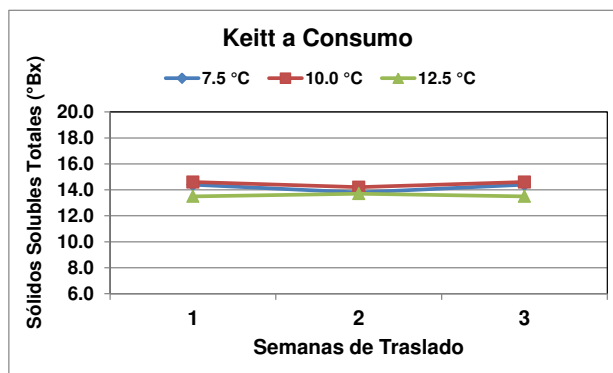
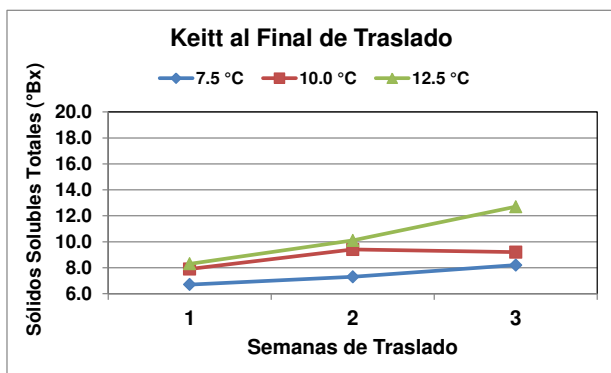
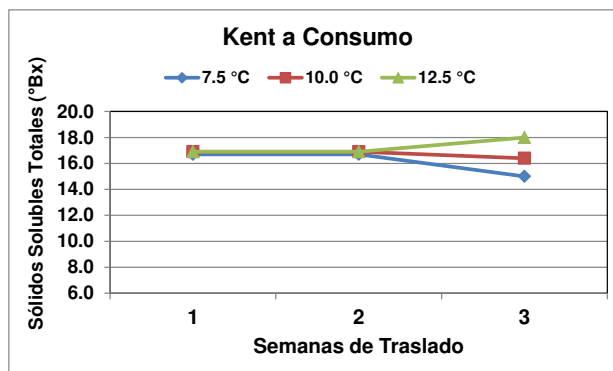
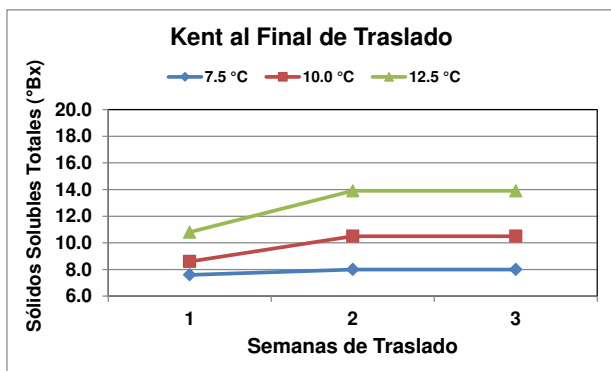
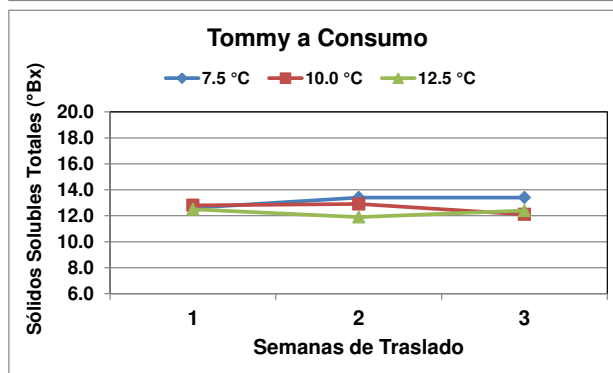
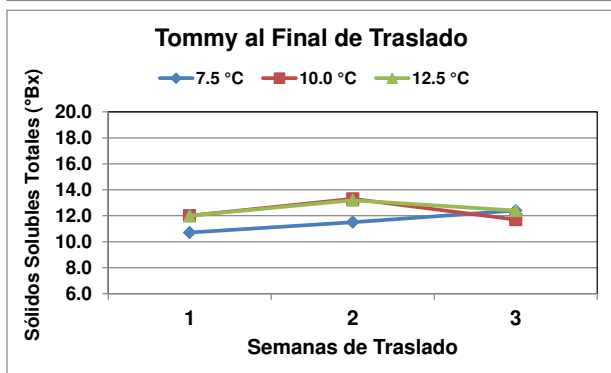
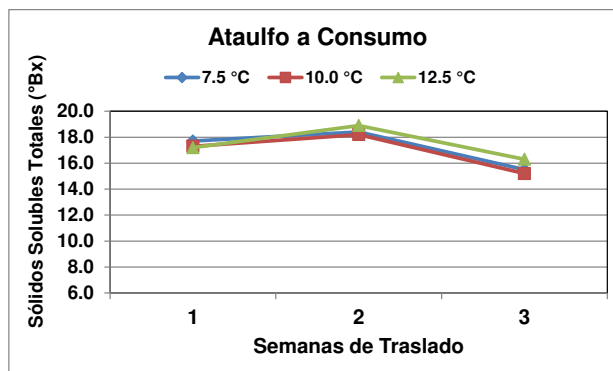
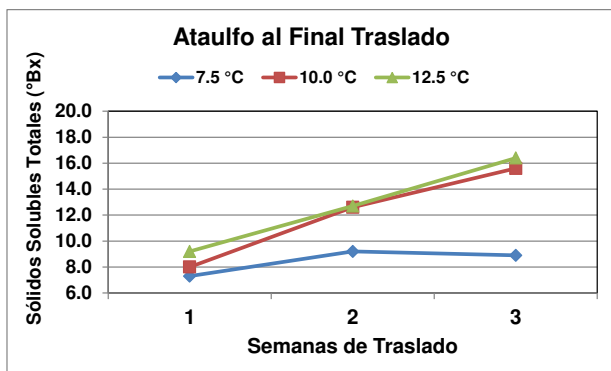


Figura 5. Efecto de la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre el contenido de Sólidos Solubles Totales (°Bx) de frutos de mango de las variedades Ataulfo, Tommy Atkins, Kent y Keitt al término de la simulación de traslado o a madurez de consumo.

CONCLUSIONES

- Se detectaron diferencias significativas para daño por frío entre variedades. 'Ataulfo' y 'Kent' fueron más susceptibles que 'Tommy Atkins' y 'Keitt'. El daño externo fue de mayor magnitud que el daño interno.
- Los factores más importantes fueron la temperatura y el tiempo de almacenamiento. A temperaturas más bajas, mayor daño; A mayor duración del tiempo de almacenamiento, mayor daño.
- 'Ataulfo' y 'Kent' mostraron daños externos desde una semana de almacenamiento a 7.5 y 10.0 °C en tanto que 'Tommy Atkins' y 'Keitt' mostraron daños de moderados a severos solo a 7.5 °C y hasta las tres semanas de almacenamiento.
- El daño interno fue muy bajo y se reflejó principalmente en el color de pulpa. A menor temperatura, menor intensidad del color de pulpa. Asimismo, a mayor tiempo de almacenamiento, menor intensidad del color de pulpa.
- Se observó un efecto muy claro de la temperatura y tiempo de almacenamiento sobre la firmeza en todas las variedades. A menor temperatura, mayor firmeza mientras que a mayor tiempo de almacenamiento, menor firmeza.
- Para propósitos prácticos, 'Ataulfo' y 'Kent' deben ser embarcados sólo a 12.5 °C en tanto que 'Tommy Atkins' y 'Keitt' pueden tolerar hasta 10 °C. Ninguna de las variedades debe ser enviada a 7.5 °C.

LITERATURA CITADA

A.O.A.C. 1984. Official Methods of Analysis. 14th Ed. Published for the Association of Official Analytical Chemists Inc. Arlington, VA., USA. 1006 p.

Brecht J.K., Sargent S.A., Kader A.A., Mitcham E.J., Arpaia M.L. 2009. Monitoring and evaluation of the mango supply chain to improve mango quality. Final report. National Mango Board. 19 p.

Brecht J.K., Sargent S.A., Kader A.A., Mitcham E.J., Maul F., Brecht P.E. and Menocal O. 2010. Mango postharvest best management practices manual. National Mango Board. 73 p.

Brecht J.K., Nunes M.C.N. and Maul F. 2012. Time-temperature Combinations that Induce Chilling Injury of Mangos. Final report. National Mango Board. 21 p.

Chaplin G.R., Cole S.P., Landrigan M., Nuevo P.A., Lam P.F. and Graham, D. 1991. Chilling injury and storage of mango (*Mangifera indica* L.) fruit held under low temperatures. Acta Hort. (ISHS) 291:461-471.

Farooqui Q.A., Sattar A., Daud K. and Hussain M. 1985. Studies on the postharvest chilling sensitivity of mango fruit (*Mangifera indica* L.). Proceedings of the Florida State Horticultural Society 98:220-221.

Kader A.A. 1992. Postharvest biology and technology: an overview. In: A.A. Kader (Ed.), Postharvest technology of horticultural. University of California, Agriculture and Natural Resources.

Kader, A. A. 1997. Recommendations for Maintaining Mango Postharvest Quality. Perishables Handling. <http://postharvest.ucdavis.edu>. Updated December 06, 2012.

Luna E.G., Arévalo G.M.L., Anaya R.S., Villegas M.A., Acosta R.M. y Leyva R.G. 2006. Calidad del mango 'Ataulfo' sometido a tratamiento hidrotérmico. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(2):123-128.

Miguel A.C.A., Durigan J.F., Morgado C.M.A. and Gomes R.F.O. 2011. Injúria pelo frio na qualidade pós-colheita de mangas cv. Palmer. *Rev. Bras. Frutic.* 33(1): 255-260.

Medlicott A.P., Sigrist J.M.M. and Sy O. 1990. Ripening of mangoes following low temperature storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 115:430-434.

Mohammed M. and Brecht J.K. 2002. Reduction of chilling injury in 'Tommy Atkins' mangoes during ripening. *Scientia Horticulturae* 95:297-308.

National Mango Board. 2012. Chilling injury to mangos. http://www.mango.org/sites/default/files/download/ENG-chilling%20Injury%20Exec%20Summary_Final.pdf.

Phakawatmongkol W., Ketsa S. and Van Doorn W.G. 2004. Variation in fruit chilling injury among mango cultivars. *Postharvest Biology and Technology*. 32(1):115-118.

Siriphanich J. and Kunyamee S. 2010. Chilling injury in fruit of three mango cultivars and their relation to hydrogen peroxide content and total antioxidant capacity. *Acta Horticulturae* 877:523-529.

USDA Foreign Agricultural Service. 2013. Three years trends for U.S. mango imports. <http://www.fas.usda.gov>.

GALERÍA DE FOTOS DF

ATAULFO (7.5 °C)



ATAULFO (10.0 °C)



ATAULFO (12.5 °C)



TOMMY ATKINS (7.5 °C)



TOMMY ATKINS (10.0 °C)



TOMMY ATKINS (12.5 °C)



KENT (7.5 °C)



KENT (10.0 °C)



KENT (12.5 °C)



KEITT (7.5 °C)



KEITT (10.0 °C)



KEITT (12.5 °C)

