

## APLICACIÓN PRECOSECHA DE ETEFÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE MANGOS 'TOMMY ATKINS' PARA PROCESADO INDUSTRIAL

### ETHEPHON PREHARVEST SPRAY TO IMPROVE QUALITY OF 'TOMMY ATKINS' MANGOES FOR INDUSTRIAL PROCESSING

Tomás Osuna-Enciso<sup>1</sup>, J. Adriana Sañudo-Barajas<sup>1</sup>, Ma. Dolores Muy-Rangel<sup>1</sup>, José Basilio-Heredia<sup>1</sup>, Benigno Valdez-Torres<sup>1</sup>, Sergio Hernández-Verdugo<sup>2</sup> y Manuel Villarreal-Romero<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Unidad Culiacán. Carr. a Eldorado km. 5.5. 80110, Culiacán, Sinaloa, México. Tel./Fax: (667) 760-5536. <sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Carr. a Eldorado km. 17.5. 80000, Culiacán, Sinaloa, México.

\*Autor para correspondencia (tosuna@ciad.edu.mx.)

#### RESUMEN

Se evaluó la aplicación pre cosecha de Etefón a 0, 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  en mango 'Tommy Atkins' para mejorar la calidad de los frutos utilizados en la industria de procesados. Las diferentes dosis de Etefón fueron asperjadas a los frutos en el árbol con bomba manual de motor y se cosecharon 6 d después de su aplicación. Los frutos cosechados fueron almacenados a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  y se les evaluaron características químicas y físicas durante 8 d. Los sólidos solubles totales (SST) fueron significativamente diferentes entre tratamientos, y alcanzaron 7.2 °Brix en los frutos Testigo y 7.8, 9.8 y 10.4 °Brix cuando se aplicó Etefón a 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$ , respectivamente. La acidez titulable (AT) y la relación SST/acidez (RSA) fueron diferentes ( $P \leq 0.0001$ ) cuando se aplicó Etefón a 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  (0.5 % y 38.8, respectivamente) al resto de los tratamientos, donde los valores de AT fueron entre 0.8 y 0.9 %, y los de RSA entre 10.4 y 20.7. El color de la pulpa medida como ángulo de matiz ( $H^*$ ) fue diferente ( $P \leq 0.0001$ ) entre los tratamientos con Etefón y el Testigo; el valor más bajo fue de 75.3  $H^*$  en Etefón 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  y refiere un color naranja, y el más alto 81.4  $H^*$  del testigo corresponde a un color amarillo. La firmeza, expresada en newtons (N), fue diferente entre tratamientos ( $P = 0.0001$ ); los valores para el Testigo y para Etefón a 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  fueron de 189.9, 156.9, 126.0 y 62.5 N, respectivamente. Etefón indujo los siguientes cambios durante la maduración de los frutos de mango 'Tommy Atkins': incrementó los sólidos solubles totales, redujo la acidez, elevó la relación SST/acidez, dio pulpa de color naranja y redujo la firmeza; estos indicadores favorecen la disponibilidad de frutos con calidad para procesamiento industrial.

**Palabras clave:** *Mangifera indica*, etileno, madurez, características químicas y físicas, industria de procesados.

#### SUMMARY

Quality improvement for the food industry in mango 'Tommy Atkins' via preharvest application of Ethephon at 0, 200, 400 and 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  was evaluated. The treatments were applied over the fruit while still on the tree, using a power sprayer, and harvested 6 d after treated. Fruits were stored under simulated marketing conditions ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ), and evaluated chemically and physically for 8 d. Total soluble solids (TSS) showed a significant difference ( $P \leq 0.0001$ ) from 7.2 °Brix for control samples to 7.8, 9.8 and 10.4 °Brix for the 200, 400 and 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  of Ethephon, respectively. The titratable acidity (TA) and TSS/acid ratio (RAS) were

significantly different ( $P \leq 0.0001$ ) among treatments; when Ethephon was applied at 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  TA data was 0.5 % and 38.8, respectively, while for the other treatments TA readings ranked from 0.8 to 0.9 %, and RAS oscillated from 10.4 to 20.7. The fruit pulp color ( $H^*$ ) was different ( $P \leq 0.0001$ ) between Ethephon treated fruits and control; the lowest value was 75.3  $H^*$  for Ethephon 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  which corresponds to an orange pulp, while the higher value (81.4  $H^*$ ) observed in control samples is related to a yellow pulp. Firmness, expressed in newtons (N) was different among treatments ( $P \leq 0.0001$ ); results for control, Ethephon 200, 400 and 600  $\mu\text{L L}^{-1}$ , were: 189.9, 156.9, 126.0 and 62.5 N, respectively. Ethephon induced the following changes during mangoes ripening: an increased TSS, a reduced TA, an increased RAS, a more intense orange color in the fruit pulp, and a reduced firmness, all these traits indicating an improvement of fruit mangoes quality and availability for processing industries.

**Index words:** *Mangifera indica*, ethylene, ripening, chemical and physical characteristics, food industry.

#### INTRODUCCIÓN

El mango (*Mangifera indica* L.) se cultiva en todas las zonas tropicales y subtropicales del mundo. India es el mayor productor con 16 millones 337 mil 400 toneladas y México se sitúa en el sexto lugar con un millón 632 mil 650 toneladas (FAOSTAT, 2010).

El fruto de mango se consume principalmente en estado fresco; sin embargo, algunos factores, como su naturaleza climática, su alta sensibilidad a las temperaturas bajas durante el almacenamiento refrigerado, problemas durante su transporte a lugares lejanos, sobreproducción y desplome de precio, están propiciando que más fruta se destine a la industria para la elaboración de jugos, concentrados, puré, mermeladas, congelados, pulpa, deshidratados y precortados (Yahia *et al.*, 2006). En México, cada año se destina más fruto de mango al procesado, y los industriales solicitan al productor fruto con calidad para este propósito, cuya concentración de sólidos solubles totales (SST) tenga valor similar o superior a 8.0 °Brix al momento de cosecha.

De acuerdo con Carrera *et al.* (2008), la alta concentración de SST es importante cuando el fruto se destina a la industria, dado que estos sólidos son principalmente azúcares. Generalmente, la industria procesa el mango que alcanza 13.0 °Brix (Cañizares *et al.*, 2009). Según Singh *et al.* (2007), la maduración de los frutos está programada genéticamente y se caracteriza por un gran número de procesos bioquímicos y fisiológicos que definen su color, textura, aroma y sabor. Sin embargo, algunos procesos que determinan la maduración se pueden alterar mediante la aplicación pre cosecha y poscosecha de sustancias químicas, donde destacan los reguladores del crecimiento como el etileno.

El etileno es una sustancia natural del crecimiento vegetal que tiene numerosos efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la vida de las plantas, entre las que destaca la promoción de la maduración de frutos (Workneh y Osthoff,

2010). Muchas frutas y hortalizas frescas son afectadas en su actividad biológica cuando se exponen a niveles biológicamente activos de etileno endógeno ó fuentes exógenas de etileno (Saltveit, 1999). El etileno es el regulador del crecimiento vegetal más usado para acelerar los procesos de maduración de los frutos; su efecto fisiológico se manifiesta en: reducción de la firmeza, uniformidad en el color típico del fruto maduro, incremento de los SST y reducción de la acidez (Nair y Singh, 2003; Singh *et al.*, 2007). Según Plich y Jankiewicz (2003), el etileno activa la maduración de los frutos al promover reacciones enzimáticas para la síntesis de pigmentos (antocianinas y carotenoides) y la conversión de almidón en azúcares.

La necesidad de aplicar etileno en campo condujo al desarrollo de sustancias químicas como el Etefón (2-cloroetil fosfónico), que libera etileno. La aplicación precosecha de Etefón tiene efectos benéficos para promover y uniformar la maduración de frutos climatéricos como el mango, y en el caso de cítricos que no son climatéricos promueve el desverdecimiento (Salveit, 1999). Al respecto, da Silva *et al.* (2011) reportaron que frutos de mango 'Ubá' tratados con Etefón a dosis de 200, 500, 750 y 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  mostraron pulpa con color más intenso que los no tratados, y que la firmeza disminuyó con las dosis de 500, 750 y 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$ . Los SST registraron valores de más de 18 °Brix a los 6 d después de aplicar los tratamientos (DDAT), mientras que el testigo alcanzó este valor hasta los 35 DDAT. Con la dosis de 1000  $\mu\text{L L}^{-1}$  de Etefón, hubo caída prematura de fruto y rápida pérdida de la calidad. Los autores concluyeron que los frutos tratados con 500 ó 750  $\mu\text{L L}^{-1}$  de Etefón y cosechados a los 3 DDAT mantuvieron en buenas condiciones su calidad comercial. El presente estudio se estableció con el objetivo de evaluar la aplicación precosecha de Etefón en mango 'Tommy Atkins' y su efecto en la maduración y calidad del fruto con destino a proceso en la industria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en junio de 2009 en árboles de la variedad 'Tommy Atkins', en un huerto localizado en El Rosario, Sinaloa, México (22° 32' 33" LN y 105° 59' 26" LO). Se aplicaron cuatro tratamientos: 0 (Testigo), 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  de Etefón (Ethrel® 21.7 %, Bayer), más 0.05 % de un surfactante no iónico (INEX-A®, Cosmocol). Se seleccionaron cinco árboles por tratamiento en un diseño completamente al azar, y los tratamientos se asperjaron a los frutos en el árbol con una bomba de motor Maruyama® (Japón) cuando alcanzaron un valor de SST de alrededor de 7.0 °Brix. Los frutos fueron cosechados 6 d después de aplicar los tratamientos y se trasladaron al laboratorio en Culiacán, donde se les dio seguimiento poscosecha en condiciones de mercadeo ( $20 \pm 2$  °C) por 8 d.

## Variables evaluadas

El contenido de sólidos solubles totales (SST) y acidez titulable (AT) se llevó a cabo de acuerdo con la metodología descrita por la AOAC (1998). Cada 4 d se tomó una muestra de cuatro frutos por árbol (20 frutos por tratamiento) y de cada fruto se licuaron 10 g de pulpa en 50 mL de agua destilada, y la mezcla se filtró en tela de organza. Del residuo del filtrado se tomó una alícuota para determinar el contenido de SST en un refractómetro Mettler Toledo® Mod. RE40D (Japón) y los resultados se expresaron en °Brix. La AT se midió en 50 mL de la mezcla antes descrita con un titulador Mettler Toledo® Modelo DL-50 (Suiza), y los resultados se expresaron en porcentaje de ácido cítrico. Con los valores de ambas variables se calculó la relación SST/acidez (RSA).

El color interno se midió cada 4 d en una muestra de cuatro frutos por árbol (20 frutos por tratamiento) con un espectrofotómetro Minolta CM2600D® (Japón) y se reportó el ángulo de matiz ( $H^*$ ) y la cromaticidad ( $C^*$ ). La firmeza se midió en el mismo número de frutos que en color con un penetrómetro digital Chatillon DFGS 100® adaptado a una base Chatillon TCD 200 (USA) equipado con un punzón de 8 mm de diámetro, y las lecturas se hicieron en base, ápice y centro del fruto (repeticiones). Los valores se registraron en newtons (N) (Bourne, 1980).

## Análisis estadístico

Las variables SST, AT, RSA y firmeza se analizaron mediante un diseño completamente al azar de dos factores (tratamiento y días de evaluación), mientras que para las variables de color,  $H^*$  y  $C^*$ , se usó un diseño de medidas repetidas con dos factores (tratamiento y tiempo de evaluación). Para cada variable se hizo un análisis de varianza, y en casos de efectos significativos se determinaron las diferencias de tratamientos mediante la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con el paquete estadístico MINITAB (2011) versión 16.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Características químicas

El efecto principal de la aplicación precosecha de Etefón en los sólidos solubles totales de frutos de mango 'Tommy Atkins' fue significativo ( $P \leq 0.0001$ ). Los frutos a los que se aplicó Etefón a 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  alcanzaron 7.8, 9.8 y 10.4 °Brix, respectivamente, contra 7.2 °Brix en el Testigo (Cuadro 1), lo que representa un incremento de 7.7, 29 y 39 %. Al momento de la cosecha no hubo diferencias entre tratamientos ( $P \leq 0.057$ ); sin embargo, en los frutos donde se aplicó Etefón 400  $\mu\text{L L}^{-1}$  se registró un valor de 9.5 °Brix mientras que en el Testigo fue 7.3 °Brix.

Durante el almacenamiento, los SST no se incrementaron en los frutos del Testigo pues se mantuvieron entre 7.3 y 7.5 °Brix. Situación diferente se presentó en los frutos tratados con Etefón, con el valor más alto en los frutos donde se asperjó Etefón a dosis de 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  con 11.9 °Brix (Figura 1A). El Etefón, como indican diversos autores, promueve la maduración de los frutos e incrementa los SST (Nair y Singh, 2003; Singh *et al.*, 2007). Similarmente, da Silva *et al.* (2011) señalaron que el uso de Etefón en precosecha se ha convertido en una práctica conveniente para mejorar la calidad e incrementar la oferta de mango destinado a la industria; en su estudio con mango 'Ubá', la aplicación precosecha de Etefón en concentraciones de 500 y 750  $\mu\text{L L}^{-1}$  incrementó significativamente los SST, lo que permitió cosechar frutos con 22 °Brix, contra 7.1 °Brix de los frutos Testigo.

La AT fue diferente ( $P \leq 0.0001$ ) entre tratamientos. Las aplicaciones de Etefón a 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  indujeron una AT de 0.5 % de ácido cítrico, mientras que en los demás tratamientos los valores fueron entre 0.8 y 0.9 % (Cuadro 1). En el primer muestreo del experimento, los frutos tratados con Etefón a dosis de 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  registraron 0.6 % de ácido cítrico, el valor más bajo, pero similar estadísticamente ( $P \leq 0.689$ ) al resto de los tratamientos (Figura 1B). Al concluir el almacenamiento, el tratamiento con Etefón a 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  registró 0.4 % de ácido cítrico, diferente ( $P \leq 0.020$ ) al valor de 0.8 % para los tratamientos de Etefón con 200 y 400  $\mu\text{L L}^{-1}$  y de 0.9 % en el Testigo (Figura 1B). Al respecto, Yahia *et al.* (2006) recomendaron niveles bajos de acidez ( $< 0.5$  %) en frutos para procesamiento, niveles que generalmente se registraron en los frutos tratados con Etefón 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  (Figura 1B). El descenso de los ácidos orgánicos durante la maduración de los frutos está relacionado con la incorporación de éstos en la respiración (Wills *et al.*, 1998).

La RSA fue diferente ( $P \leq 0.0001$ ) entre los frutos tratados con Etefón a 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  y el resto de los tratamientos

(Cuadro 1). En el primer muestreo, los valores de RSA fueron similares; pero al día 4 los tratamientos de Etefón a 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$ , cuyos valores fueron de 20.8 y 28.5, respectivamente, difirieron estadísticamente ( $P \leq 0.005$ ) de Etefón a 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  y del Testigo, con valores RSA de 6.0 y 10.2, respectivamente. Al día 8 de almacenamiento, el valor de RSA en Etefón a 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  fue de 71, superior ( $P \leq 0.001$ ) al resto de los tratamientos cuyos valores fluctuaron entre 8.8 y 26 RSA (Figura 1C). En el periodo de almacenamiento, los frutos tratados con Etefón a 600 y 400  $\mu\text{L L}^{-1}$  cumplieron con el valor mínimo requerido (25 RSA) para el procesamiento de frutos, como señalaron Yahia *et al.* (2006). Según Paliyath y Murr (2008), la RSA se incrementa durante la maduración debido a que los ácidos orgánicos de los frutos entran al ciclo del ácido cítrico durante la respiración y se someten a nuevas conversiones metabólicas; por otra parte, el almidón almacenado se convierte a azúcares simples como glucosa y fructosa, lo que incrementa los sólidos solubles; estas reacciones son aceleradas por etileno.

### Características físicas

El color de la pulpa del fruto de mango, medido como ángulo de matiz ( $H^*$ ), registró diferencia ( $P \leq 0.0001$ ) entre los tratamientos con Etefón y el Testigo (Cuadro 1). Al momento de cosecha los tratamientos con Etefón a 200, 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  tuvieron valores  $H^* = 81, 79$  y  $78$  en tanto que al concluir el almacenamiento se tuvieron valores  $H^* = 73, 75$  y  $77$ ; los frutos Testigo registraron  $83$  y  $79 H^*$  al inicio y al final del almacenamiento, respectivamente. En cada muestreo, Etefón a 400 y 600  $\mu\text{L L}^{-1}$  fueron estadísticamente diferentes ( $P = 0.0001$ ) que el Etefón a 200  $\mu\text{L L}^{-1}$  y que el Testigo (Figura 1D). Estos resultados muestran que la pulpa de frutos tratados con Etefón tuvo un color tendiente al naranja, más intenso que en los frutos Testigo, lo que indica mayor madurez (Figura 2). La  $C^*$  no presentó diferencia entre tratamientos ( $P = 0.051$ ) ni entre fechas de muestreo (Figura 1E), cuyos índices fluctuaron entre 43.3 y

**Cuadro 1. Efecto de la aplicación precosecha de Etefón en las características químicas y físicas de frutos de mango 'Tommy Atkins', cosechados 6 d después de la aplicación de los tratamientos y almacenados 8 d en condiciones de mercado ( $20 \pm 2$  °C).**

Tratamientos de Etefón ( $\mu\text{L L}^{-1}$ )	SST (°Brix)	AT (%)	RSA	$H^*$	$C^*$	Firmeza (N)
0.0	7.2 b	0.9 a	10.4 b	81.4 a	43.3 a	188.9 a
200	7.8 b	0.8 a	11.8 b	78.7 b	44.9 a	156.9 b
400	9.8 a	0.8 a	20.7 b	77.9 b	43.5 a	126.0 b
600	10.4 a	0.5 b	38.8 a	75.3 c	43.5 a	62.5 c
CV (%)	30.3	47.6	127	5.8	8.8	60.3
DMSH	1.57	0.2	15.9	1.6	1.7	31.4

Medias con la misma literal en una columna, son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05). CV = coeficiente de variación; DMSH = diferencia mínima significativa honesta; SST = sólidos solubles totales; AT = acidez titulable (% por ciento de ácido cítrico); RSA = relación sólidos/acidez;  $H^*$  = ángulo de matiz;  $C^*$  = cromaticidad.

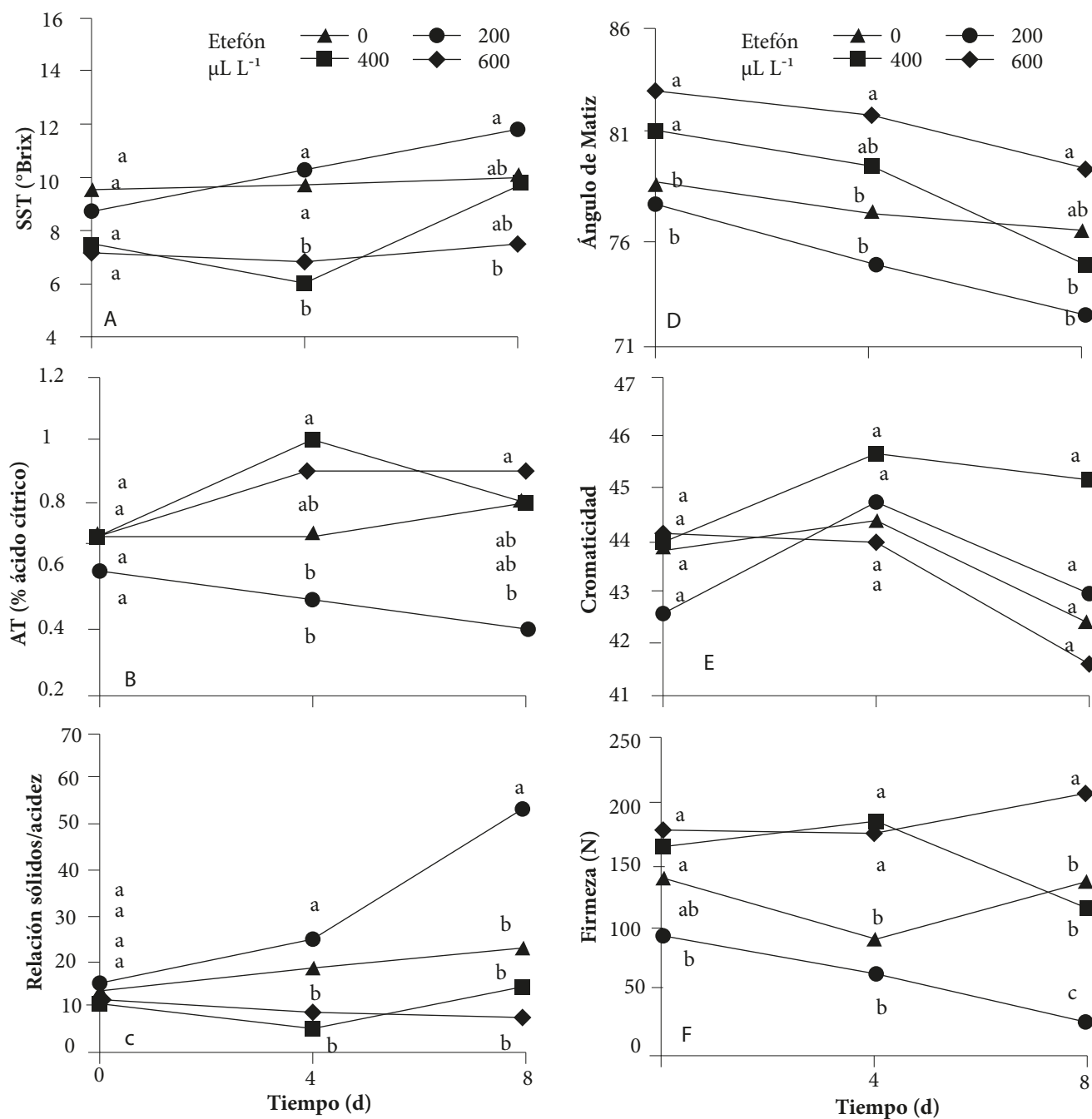


Figura 1. Características químicas y físicas de frutos de mango 'Tommy Atkins' tratados en precosecha con Etefón, cosechados 6 d después de aplicar los tratamientos y almacenados en condiciones de mercadeo ( $20 \pm 2^\circ\text{C}$ ) por 8 d. Las medias con la misma letra en el mismo día de muestreo son significativamente iguales (Tukey, 0.05). SST = sólidos solubles totales; AT = acidez titulable; N = newton.

44.9 (Cuadro 1); estos valores dan referencia a la pureza del color (amarillo en los frutos Testigo y naranja en los frutos tratados con Etefón) en la pulpa de los frutos (Figura 2). En su estudio con mango 'Uba', da Silva *et al.* (2011) reportaron que Etefón aplicado en precosecha (250 a  $1000 \mu\text{L L}^{-1}$ )

incrementó el color interno de los frutos. También Plich y Jankiewicz (2003) reportaron que el etileno promueve la maduración de los frutos y desencadena reacciones enzimáticas para la síntesis de pigmentos (antocianinas y carotenoides). Asimismo, Saltveit (1999) indicó que el etileno



promueve el rápido desarrollo del color en los frutos, lo que favoreció su apariencia externa e interna.

La firmeza fue menor ( $P \leq 0.0001$ ) en los frutos tratados con Etefón que en los frutos Testigo (Cuadro 1). Al inicio del almacenamiento, la firmeza en Etefón a  $600 \mu\text{L L}^{-1}$  registró 98.5 N y fue inferior ( $P \leq 0.0001$ ) al Testigo y al Etefón  $200 \mu\text{L L}^{-1}$ , cuyos valores fueron de 181.1 y 169.7 N, respectivamente. Al finalizar el almacenamiento, la firmeza de los frutos tratados con Etefón a  $600 \mu\text{L L}^{-1}$  registró 26.2 N, diferente ( $P \leq 0.0001$ ) a los frutos Testigo y a los tratados con Etefón a 200 y  $400 \mu\text{L L}^{-1}$  con valores de 210.3, 114.11 y 142.9 N, respectivamente (Figura 1F).

La degradación de la pared celular es el principal factor que causa el ablandamiento de diversos frutos. Esto implica el rompimiento enzimático de los componentes de celulosa y pectina por medio de celulasas y pectinasas, en cuya síntesis está involucrado el etileno (Paliyath y Murr, 2008). La reducción de la firmeza en los frutos de mango 'Tommy Atkins' tratados con Etefón es favorable cuando su destino es la industria, como señalan Singh *et al.* (2007). En su estudio estos autores aplicaron Etefón a  $750 \mu\text{L L}^{-1}$  en poscosecha a mangos 'Deshehari' y así provocaron reducción de

45 % en la firmeza. Resultados similares fueron reportados en mango 'Ubá' por da Silva *et al.* (2011).

## CONCLUSIONES

La aplicación precosecha de Etefón  $400$  y  $600 \mu\text{L L}^{-1}$  influyó significativamente en la maduración y calidad de los frutos de mango 'Tommy Atkins', debido a que incrementaron los sólidos solubles totales, bajó la acidez, elevó la relación SST/acidez, dio pulpa color naranja y redujo la firmeza cambios que mejoran la calidad de los frutos con destino al procesado en la industria.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce Sinaloa, A. C., Zona Sur, por el apoyo financiero. A la M. C. Laura Aracely Contreras Angulo, M. C. Rosabel Vélez de la Rocha e Ing. Rosalba Contreras Martínez, por su colaboración en los trabajos de laboratorio; asimismo, a Yoshio Smith Félix Gutiérrez por su apoyo en las actividades de campo.

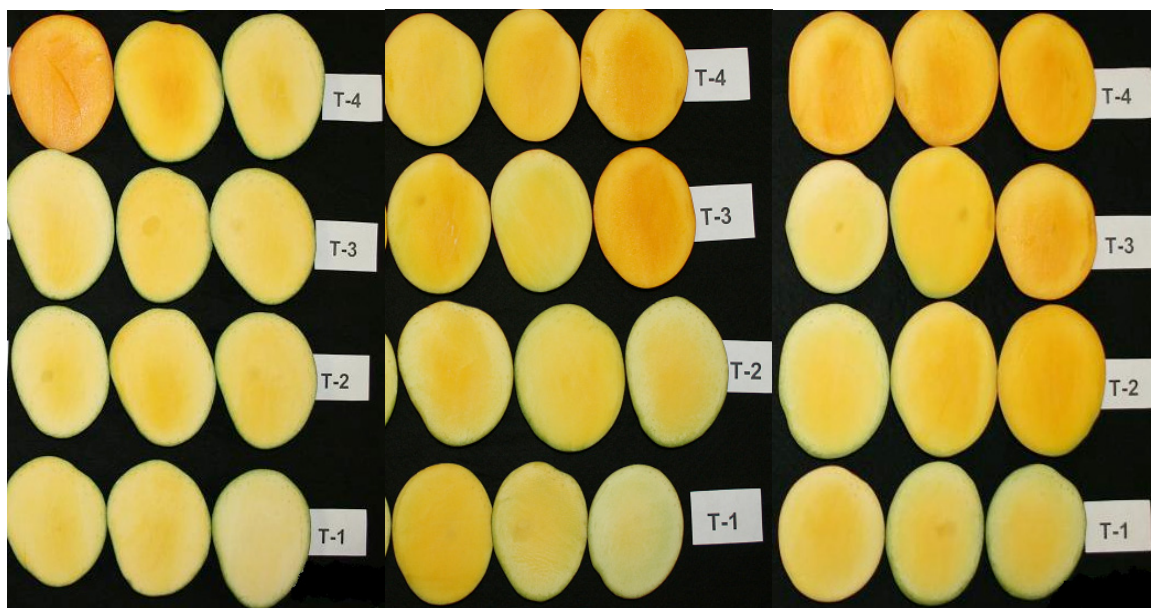


Figura 2. Color de pulpa en frutos de mango 'Tommy Atkins', cosechados 6 d después de aplicar los tratamientos (T). T-1 = 0, T-2 = 200, T-3 = 400 y T-4 =  $600 \mu\text{L L}^{-1}$  de Etefón asperjado en precosecha. A = 0 d, B = 4 d y C = 8 d de almacenamiento a  $20 \pm 2^\circ\text{C}$ .

## BIBLIOGRAFÍA

- AOAC, Association of Official Analytical Chemists (1998)** Official Methods of Analysis. 16th ed. S William (ed). Published by the Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C. USA. CD-Rom.
- Bourne M (1980)** Texture evaluation of horticultural crops. HortScience 15:51-57.
- Cañizares CH A E, O Bonafine, D Laverde, R Rodríguez, J R Méndez N (2009)** Caracterización química y organoléptica de néctares a base de frutas de lechosa, mango, parchita y lima. Rev. UDO Agríc. 9:74-79.
- Carrera A, M Del Valle, R Gil (2008)** Algunas características físicas y químicas de frutos de cinco variedades de mango en condiciones de sabana del estado de Monagas. Agron. Trop. 58:27-30.
- da Silva P D F, L C C Salomão, P R Cecon, D L Siqueira, A Rocha (2011)** Anticipation of 'Uba' mango ripening with preharvest ethephon application. Ciência Rural, Santa Maria 41:63-69.
- FAOSTAT, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2010)** Base de datos estadísticos sustantivos de la FAO. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (Mayo 2012).
- MINITAB (2011)** Statistical Software, Release number 16.0. Disponible en: [www.minitab.com](http://www.minitab.com) (Octubre 2011).
- Nair S, Z Singh (2003)** Pre-storage ethrel dip reduces chilling injury, enhances respiration rate, ethylene production and improves fruit quality of 'Kensington' mango. Food Agric. Environ. 1:93-97.
- Paliyath G, D P Murr (2008)** Biochemistry of fruits. In: Postharvest Biology and Technology of Fruits, Vegetables, and Flowers. G Paliyath, D P Murr, A K Handa, S Lurie (eds). Wiley-Blackwell Publishing. Iowa, USA. pp:19-50.
- Plich H, L S Jankiewicz (2003)** Etileno. In: Reguladores del Crecimiento, Desarrollo y Resistencia en Plantas. Propiedades y Acción. L S Jankiewicz (Coord). Universidad Autónoma de Chapingo y Ediciones Mundi-Prensa. México. pp:257-294.
- Saltveit M E (1999)** Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. Postharv. Biol. Technol. 15:279-292.
- Singh R. P Singh, N Pathak, V K Singh, U N Dwivedi (2007)** Modulation of mango ripening by chemicals: physiological and biochemical aspects. Plant Growth Reg. 53:137-145.
- Wills R, B McGlasson, D Graham, D Joyce (1998)** Postharvest. An introduction to the Physiology and Handling of Fruit, Vegetables and Ornamentals. University of New South Wales. Press-Cab International. Sidney, Australia. 262 p.
- Workneh T S, G Osthoff (2010)** A review on integrated agro-technology of vegetables. African J. Biotechnol. 9:9307-9327.
- Yahia E, J de J Ornelas P, R Ariza F (2006)** El Mango. Ed. Trillas. México, D.F. 224 p.