

**FUNDACIÓN
PRODUCE**

Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

SAGARPA



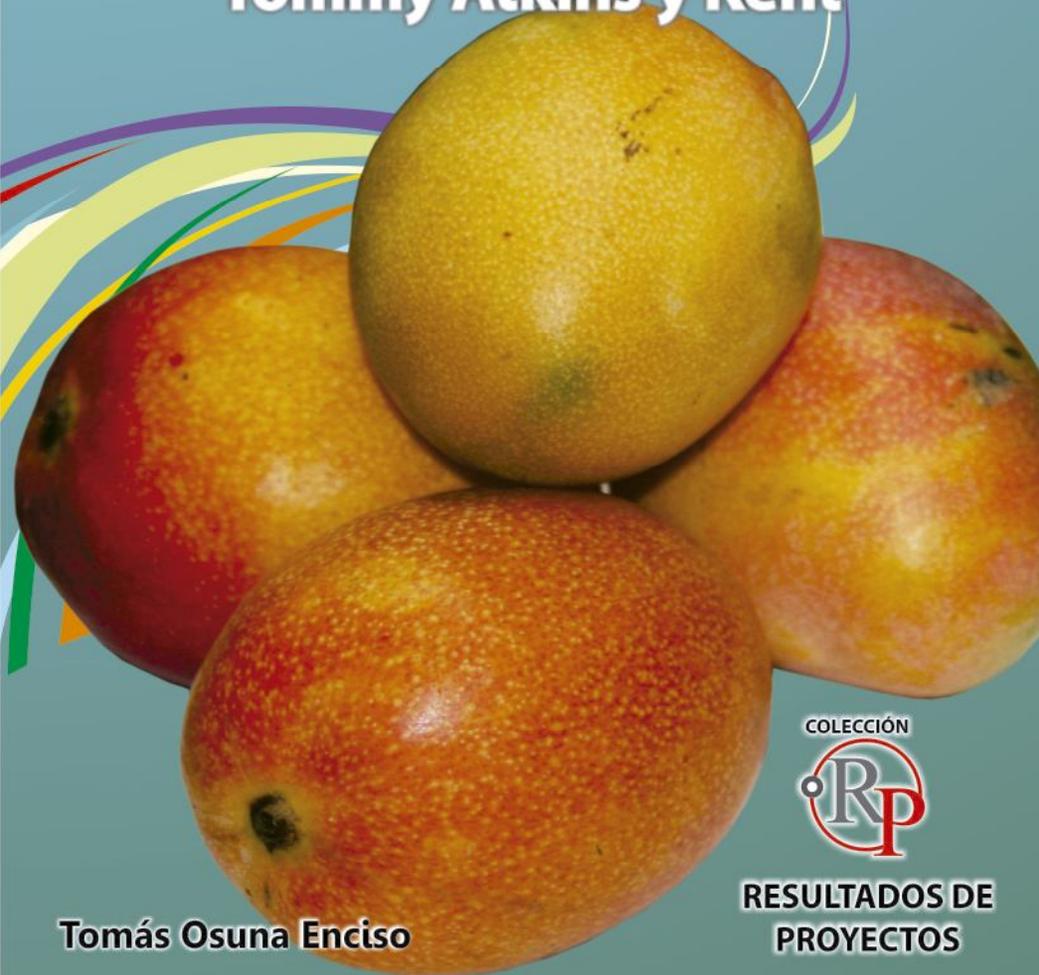
SECRETARÍA DE AGRICULTURA,
GANADERÍA, DESARROLLO RURAL,
PESCA Y ALIMENTACIÓN



SINALOA
ES TAREA DE TODOS

GOBIERNO
DEL ESTADO
DE SINALOA

Aplicación de etefón y su efecto en la maduración de mangos Tommy Atkins y Kent



Tomás Osuna Enciso

COLECCIÓN



RESULTADOS DE
PROYECTOS

Aplicación de etefón y su efecto en la maduración de mangos Tommy Atkins y Kent

Tomás Osuna Enciso*

Colaboradores*:

Rosalba Contreras Martínez

Laura A. Contreras Angulo

Manuel A. Báez Sañudo

Adriana Sañudo Barajas

José Basilio Heredia

Ma. Dolores Muy Rangel

Benigno Valdez Torres

Rosabel Vélez de la Rocha

ÍNDICE

Introducción.....	7
Materiales y métodos.....	9
Resultados.....	10
Conclusiones	16

INTRODUCCIÓN

Sinaloa es el tercer productor nacional de mango y líder en exportación. Cuenta con una superficie de 28 mil 375 hectáreas y una producción de 163 mil 855 toneladas, cuyo valor comercial es de 431 millones de pesos. La principal zona productora se localiza en el sur del estado, donde se cultivan alrededor de 20 mil hectáreas, distribuidas entre 1300 productores que explotan el mango en condiciones de temporal (85 %) y riego (15 %).

Desde esa zona se realizan 80 % de las exportaciones sinaloenses (175 mil toneladas), que tienen como destino Estados Unidos y Canadá, y el resto se envía a Japón, Europa y Australia.

El mango se consume principalmente en estado fresco, sin embargo, algunos factores —su naturaleza climatérica (frutas con maduración coordinada por el etileno, que regula los cambios de sabor, textura y color), 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 y se busquen nuevas tecnologías para su procesamiento y conservación, o que se incremente la utilización de las existentes (jugos, concentrados, puré, mermeladas, congelados, pulpa, deshidratados y precortados).

El grado de madurez del fruto, determinado por sus características de color, tamaño, forma, textura, sabor (sólidos solubles totales [°Brix¹] y acidez) y aroma, se deben de tomar en cuenta para el tipo de producto que se pretende elaborar.

¹ °Brix/acidez: medida que indica en qué proporción están los azúcares con respecto a los ácidos.

Los altos valores en sólidos solubles totales son importantes cuando el fruto es utilizado para la industria, dado que estos sólidos son principalmente azúcares.

Generalmente, la industria procesa el mango que alcanza 13 °Brix y para ello se requiere que el fruto registre mínimamente 8 °Brix al momento de cosecha.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de etefón aplicado en precosecha, en la maduración asociada con parámetros físicos y químicos de mangos Tommy Atkins y Kent.

Biología de la maduración del mango

El mango es una fruta climatérica que en cierta etapa de la maduración muestra un característico ascenso en la respiración y producción de etileno. Sin embargo, cuando la fruta se madura en el árbol no presenta dicho aumento climatérico, y el ablandamiento y la acumulación de sólidos solubles totales es más lento que cuando se corta y se madura en almacén.

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.

No obstante, algunos procesos que determinan la maduración se pueden alterar mediante la aplicación, en precosecha y poscosecha, de sustancias químicas (destacando los reguladores del crecimiento como el etileno).

Control de la maduración

El etileno es una sustancia natural del crecimiento vegetal, con numerosos efectos sobre el crecimiento y desarrollo de la vida de las plantas, entre ellos: promueve el inicio del crecimiento en brotes y raíces, la formación de raíces adventicias², abscisión³ de hojas, flores y frutos, induce floración en piña (*Ananas comosus*), promueve la feminidad en plantas dioicas⁴, apertura de la flor y la senescencia (que empieza a envejecer) y maduración de frutos.

Muchas frutas y hortalizas frescas son afectadas en su actividad biológica cuando se exponen a niveles biológicamente activos de etileno endógeno⁵ y fuentes exógenas (fuera del organismo) de etileno. 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 sólidos solubles totales y reducción de la acidez.

2 Adventicia: órgano que nace en una posición inusual, o en una época anormal del desarrollo de un vegetal. Una raíz adventicia es aquella que crece a partir de otro órgano que no es la raíz primaria, pueden salir de tallos u hojas.

3 Abscisión: separación de una hoja, flor o fruto de la planta madre.

4 Dioica: planta que tiene las flores de cada sexo en pie separado.

5 Endógeno: que se desarrolla u origina dentro del organismo.

El etileno promueve la maduración de los frutos, desencadena reacciones enzimáticas para la síntesis de pigmentos (antocianinas⁶ y carotenoides⁷) y la conversión de almidón en azúcares.

En campo, la aplicación de etileno se convirtió en una actividad práctica, con el desarrollo de sustancias químicas como el etefón, (2 - cloroetil) fosfónico, que libera etileno. La aplicación precosecha de etefón tiene efectos benéficos para promover y uniformizar la maduración de frutos climatéricos, y en el caso de cítricos promueven el desverdecimiento.

Frutos de mango Ubá tratados con etefón en dosis de 200, 500, 750 y 1000 microlitros por litro ($\mu\text{L/L}$), mostraron pulpa con color más intenso que los no tratados, mientras que la firmeza disminuyó con las dosis de 500, 750 y 1000 $\mu\text{L/L}$.

Los sólidos solubles totales (SST) registraron más de 18 °Brix a los seis días después de aplicado los tratamientos (DDAT), mientras que el testigo alcanzó este valor a los 35 DDAT. Con la dosis de 1000 $\mu\text{L/L}$ de etefón, hubo caída prematura de fruto y rápida pérdida de la calidad.

Se puede concluir que los frutos tratados con dosis de 500 ó 750 $\mu\text{L/L}$ de etefón y cosechados tres días después de aplicado los tratamientos mantuvieron en buenas condiciones su calidad comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en las variedades Tommy Atkins y Kent, en huertos localizados en Rosario, Sinaloa, en 2009 y 2010.

En 2009 se aplicaron cuatro tratamientos a base de etefón; 0, 200, 400 y 600 $\mu\text{L/L}$, acompañándose de 0.05 % de un surfactante no iónico. En 2010 se usó el mismo producto en concentraciones de 0, 300, 400 y 500 $\mu\text{L/L}$.

Los tratamientos fueron asperjados directamente a los frutos, con bomba de motor. En ambos años, la aplicación de los tratamientos en Tommy Atkins se realizó el 23 de junio y en Kent el 3 de julio. Los frutos fueron cosechados seis días después de aplicar los tratamientos y trasladados al laboratorio del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD), coordinación Culiacán, donde se les dio seguimiento poscosecha en condiciones de mercadeo (20 °C) por 8 días en 2009 y 12 días en 2010.

Se realizaron análisis físicos de firmeza (medida en Newton) y color interno medido como ángulo de matiz (°Hue); asimismo, análisis químicos de sólidos solubles totales (°Brix) y acidez titulable (porcentaje de ácido cítrico).

Para el análisis estadístico se usó el paquete Minitab 15, se practicó el análisis de varianza y la prueba de media Tukey ($p = 0.05$)

6 Antocianina: cada uno de los pigmentos que se encuentran disueltos en el citoplasma de las células de diversos órganos vegetales, y a los cuales deben su color las corolas de todas las flores azules y violadas y de la mayoría de las rojas.

7 Semejante al caroteno (cada uno de los hidrocarburos no saturados, de origen vegetal y color rojo, anaranjado o amarillo. Se encuentran en el tomate, la zanahoria, la yema de huevo, etc., y en los animales se transforman en las vitaminas A) en estructura y propiedades.

RESULTADOS

Tommy Atkins

En frutos de Tommy Atkins, los sólidos solubles totales (SST) se incrementaron significativamente con la aplicación precosecha de etefón. Esto ocurrió tanto en la cosecha de 2009 como en 2010 (Figura 1).

En 2009, al momento de cosecha (seis días después de aplicar los tratamientos), etefón 400 $\mu\text{L/L}$ registró 9.5 °Brix, el valor más alto, contra 7.3 del testigo. Al concluir el almacenamiento de ocho días, los frutos concluyeron con valores de 12, 10, 9.8 y 7.5 °Brix, que corresponden a etefón 600, 400, 200 $\mu\text{L/L}$ y testigo, respectivamente.

En 2010, los SST tuvieron un comportamiento similar al de 2009. En el primer día de muestreo (día 0), etefón 600 $\mu\text{L/L}$ registró 9.8 °Brix, contra 7.3 del testigo. Cuando concluyó el almacenamiento (12 días), los tres niveles de etefón concluyeron con valores °Brix alrededor de 12, mientras que el testigo concluyó con valor de 11 °Brix (Figura 1).

En mango Uba, la aplicación precosecha de etefón en concentraciones de 500 y 750 $\mu\text{L/L}$ incrementó significativamente los sólidos solubles totales, logrando cosechar frutos con valor de hasta 22 °Brix, contra 7.1 °Brix de los frutos testigo.

El uso de etefón en precosecha se convierte en una práctica interesante para anticipar la oferta de mango destinado a la industria, objetivo que se persigue con el presente estudio.

En 2010, la acidez titulable (AT) (porcentaje de ácido cítrico), en el tratamiento con etefón 600 $\mu\text{L/L}$ registró los valores más bajos; inició con 0.60 % y concluyó con 0.40 %, mientras que el testigo inició también con 0.60 %, pero concluyó con 0.94 %.

En 2010, los tratamientos con etefón 300 y 400 $\mu\text{L/L}$ registraron los valores más bajos de AT; iniciaron con 0.46 % y concluyeron con 0.48, mientras que el testigo inició y concluyó con 0.69 %. En esa ocasión, etefón 500 $\mu\text{L/L}$ tuvo un comportamiento similar al testigo (Figura 1). Los ácidos orgánicos generalmente descienden con la maduración de los frutos, ya que son utilizados en la respiración durante el proceso de maduración.

El color interno de frutos Tommy Atkins, medido como ángulo de matiz (°Hue), presentó en ambos experimentos (2009 y 2010), los valores más bajos en los tratamientos con etefón (Figura 1).

En 2009, los valores iniciales de °Hue fueron 78, 80 y 81, concluyendo con 73, 77 y 75 para los tratamientos con etefón 600, 400 y 300 $\mu\text{L/L}$, respectivamente, mientras que los frutos testigo registraron 83 y 79 °Hue al inicio y al final del almacenamiento, respectivamente. Esto indica que la pulpa de los frutos tratados con etefón tuvo un color más amarillo (naranja) que los frutos testigo, lo que muestra mayor madurez.

Este comportamiento fue similar en los frutos Tommy Atkins de ambos experimentos (Figura 2). Estudios en el mango Ubá, mostraron que el etefón aplicado en precosecha en diferentes niveles (250 a 1000 $\mu\text{L/L}$) provocó incremento del color naranja en la pulpa de los frutos; comportamiento

similar observado en el presente estudio en mango Tommy Atkins.

El etileno promueve la maduración de los frutos y desencadena reacciones enzimáticas para la síntesis de pigmentos (antocianinas y carotenoides). Asimismo, el etileno promueve el rápido desarrollo del color en los frutos, favoreciendo su apariencia.

La firmeza de los frutos de Tommy Atkins, en ambos años de evaluación fue menor en aquellos tratados con etefón que en los frutos testigo. En 2009, etefón 200 $\mu\text{L/L}$, y en 2010 etefón 300 $\mu\text{L/L}$, fueron los tratamientos que tuvieron el menor efecto en la reducción de la firmeza; al momento de cosecha registraron valores alrededor de 200 Newton (N) y concluyeron con 100 N, similar al testigo (Figura 1).

Por otra parte, en ese mismo año, etefón 600 $\mu\text{L/L}$ fue el tratamiento que más afectó la firmeza; frutos que registraron 100 N al inicio del almacenamiento, concluyeron con un valor de 27 N en el día 8 (Figura 1). En términos generales, la reducción de la firmeza en los frutos de mango Tommy Atkins tratados con etefón, no puso en riesgo su comercialización.

Una aplicación de etefón 750 $\mu\text{L/L}$ en poscosecha, en un estudio a mangos Deshehari, provocó 45 % de reducción en firmeza, mientras los SST se incrementaron 11 % en 11 días de almacenamiento.

Estos datos muestran que el uso adecuado de etefón puede favorecer la calidad de los frutos, principalmente si estos tienen como fin la industria.

Kent

En el experimento de 2009, fue significativo el incremento de los SST en los frutos de mango Kent tratados con etefón 600 $\mu\text{L/L}$; al momento de cosecha registraron 9.8 °Brix y concluyeron el almacenamiento (8 días) con 12.5 °Brix, mientras que los frutos testigo tuvieron 7.7 y 9.9 °Brix, respectivamente.

Etefón 400 $\mu\text{L/L}$ incrementó los niveles de sólidos solubles totales entre el cuarto y octavo día de almacenamiento, mientras que frutos tratados con 200 $\mu\text{L/L}$ tuvieron un comportamiento similar al testigo (Figura 3).

En el experimento de 2010, los tratamientos a base de etefón no mostraron un efecto uniforme para estimular la maduración de los frutos de mango Kent, como sucedió en 2009 (Figuras 1 y 3).

Al momento de cosecha, los frutos de todos los tratamientos registraron alrededor de 8.5 °Brix, y concluyeron (día 12) con 15.5 °Brix. Solo entre los días 4 y 8 de almacenamiento se registraron ligeros incrementos en °Brix en los tratamientos con etefón (Figura 3).

La falta de respuesta de los tratamientos en 2010, se debió a que la dosis más alta utilizada fue de 500 $\mu\text{L/L}$, mientras que en 2009 fue de 600 $\mu\text{L/L}$, siendo esta concentración de etefón la que mostró mejor respuesta para el incremento de °Brix, tanto en Tommy Atkins como en Kent (Figuras 1 y 3).

En los dos años de estudio en la variedad Kent, la acidez titulable fue más alta en los frutos testigo que en aquellos tratados con etefón, sin que

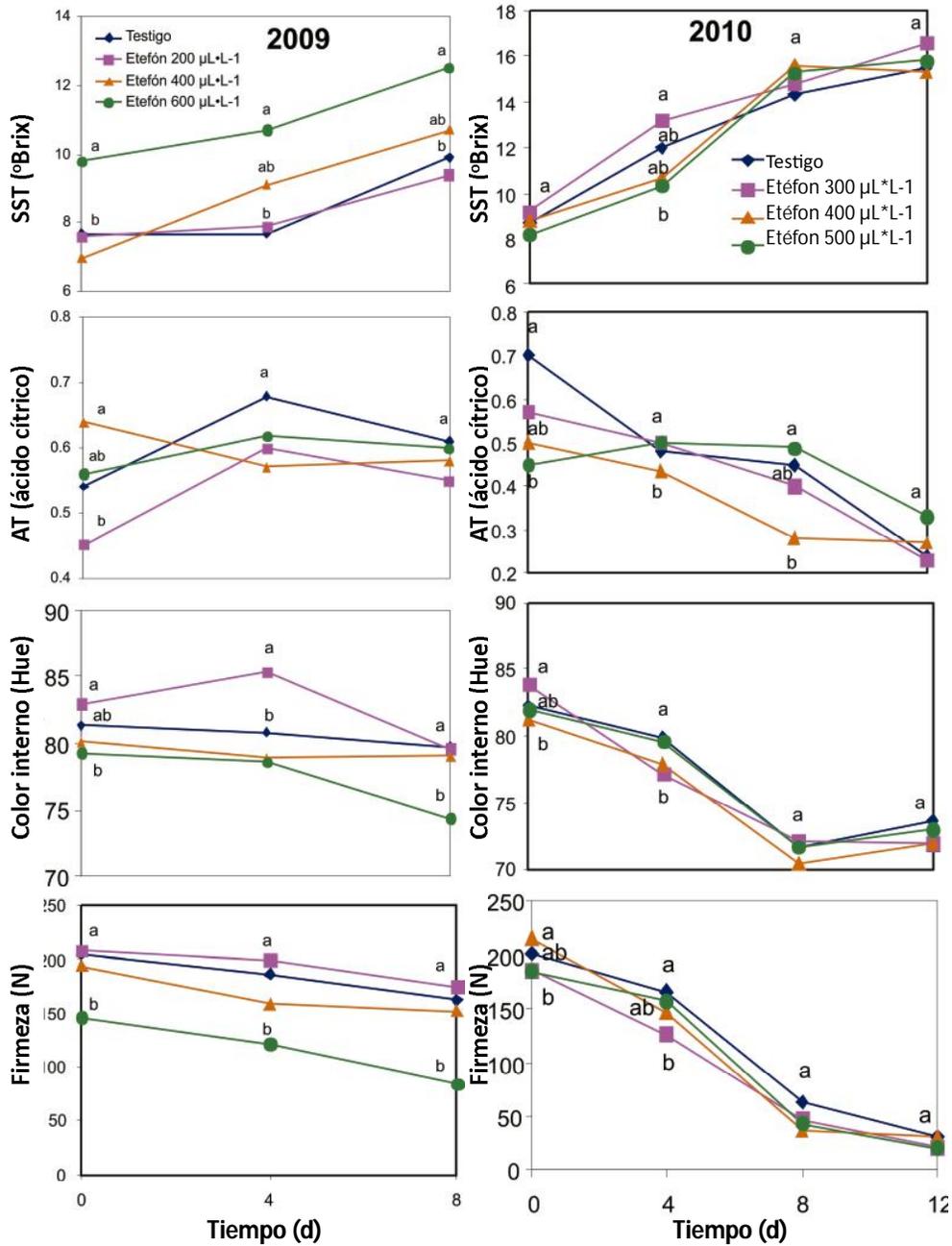


Figura 3. Características físicas y químicas en frutos de mango Kent tratados en precosecha con etefón en dos años de estudio, 2009 y 2010.

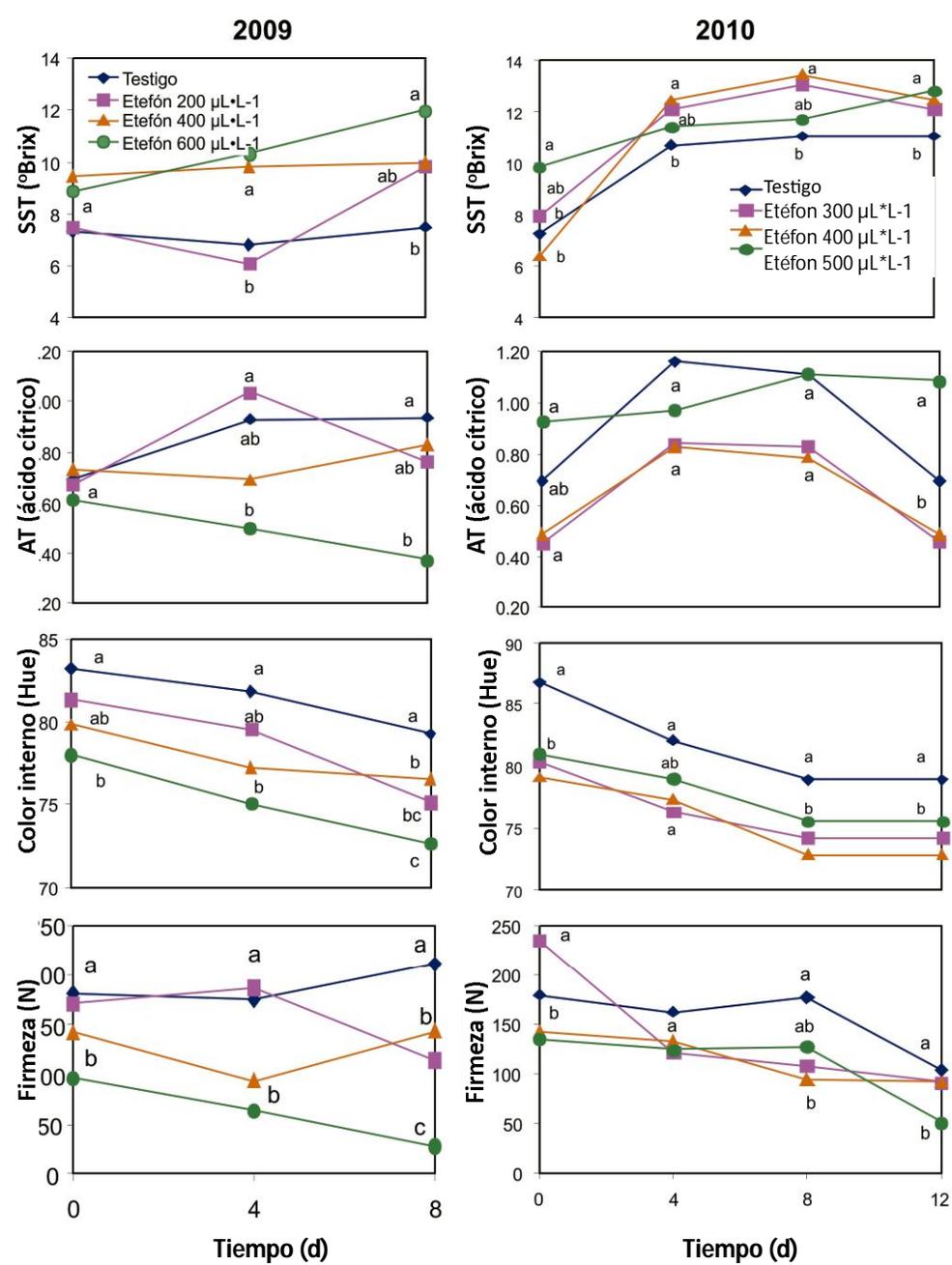


Figura 1. Características físicas y químicas en frutos de mango Tommy Atkins tratados en precosecha con etefón en dos años de estudio (2009 y 2010).

CONCLUSIONES

En la variedad Tommy Atkins, la aplicación precosecha de etefón (300, 400, 500 y 600 $\mu\text{L/L}$) influyó en la maduración de los frutos, registrando los valores más altos de °Brix, menor acidez y la pulpa más coloreada.

En la variedad Kent, el tratamiento con etefón 600 $\mu\text{L/L}$ promovió la maduración de los frutos, reflejándose con valores altos de °Brix, menor acidez titulable, pulpa más coloreada y menor firmeza; mientras que el resto de los tratamientos no afectó consistentemente las características que determinan la maduración de los frutos.

De acuerdo con los resultados de dos años de estudio en mango Tommy Atkins, etefón 400 $\mu\text{L/L}$ aplicado en precosecha es adecuado para promover la maduración de los frutos y con ello el incremento de sólidos solubles totales (°Brix), mientras que etefón 600 $\mu\text{L/L}$ resultó el tratamiento más conveniente para mango Kent.

BIBLIOGRAFÍA

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. *Agronomía Tropical* 58(1): 27-30.

Da Silva P. D. F., L. C. C. Salomão, P. R. Cecon, D. L. Siqueira, A. Rocha (2011). Anticipation of ubá mango ripening with preharvest ethephon application. *Ciência Rural*, Santa Maria 41 (1):63-69.

Hewett, E. W. (2006). An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. *Int. J. Postharvest Technology and Innovation* 1:4-15.

IDEA, Desarrollo y exportación de agronegocios (2002), Boletín Técnico Núm. 23. Honduras http://www.fintrac.com/docs/elsalvador/boletin_tecnico_16_procesamiento_mango_product.pdf

Plich H., L. S. Jankkiewicz (2003). Etileno. En: Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas. Propiedades y acción. L. S. Jankkiewicz (coordinador). 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. *Postharvest biology and technology*. 15:279-292.

SIAP-SAGARPA (2009). Avance de siembras y cosechas mango. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351(fecha de consulta 2 de marzo de 2010).

Singh, R. P., N Pathak, V. K. Singh, U. N. Dwivedi (2007). Modulation of mango ripening by chemicals: physiological and biochemical aspects. *Plant growth regul.* 53: 137-145.

Slaughter, D. C. (2009). Métodos para el manejo de la maduración en mango: Una revisión bibliográfica. www.mango.org/media/.../manejo_de_la_maduración_del_mango.pdf.

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 Journal of Biotechnology* 9(54) 9307-9327.

Yahia E., J. de J. Ornelas P., R. Ariza F. (2006). El mango. Ed. Trillas. 1ra. Edición. México, D.F. 224 p.



**FUNDACIÓN
PRODUCE**
Sinaloa A.C.
ENLACE, INNOVACIÓN Y PROGRESO

FUNDACIÓN PRODUCE SINALOA, A. C.

CONSEJO CONSULTIVO ZONA SUR

Carretera a Chametla km 5.6
Tel. (694) 955-00-74
Rosario, Sinaloa, México.

OFICINAS CENTRALES

Gral. Juan Carrasco No. 787 Nte.
Culiacán, Sinaloa, México.
Tel./Fax (667) 712-02-16 y 46
Correos electrónicos:
direcciongeneral@fps.org.mx
divulgacion@fps.org.mx
En Internet:
www.fps.org.mx

