

## APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO EN PRECOSECHA Y CERA EN POSCOSECHA A FRUTOS DE LIMÓN MEXICANO\*

### PREHARVEST APPLICATION OF GIBBERELIC ACID AND WAX AT POSTHARVEST IN FRUIT OF MEXICAN LIME

Rosario Álvarez-Armenta<sup>1§</sup>, Crescenciano Saucedo-Veloz<sup>2</sup>, Sergio Chávez-Franco<sup>2</sup>, Víctor Medina-Urrutia<sup>3</sup>, María Teresa Colinas-León<sup>4</sup> y Reginaldo Báez-Sañudo<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Botánica. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Tel. 95 20200. Ext. 1313. <sup>2</sup>Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, km 36.5. C. P. 56230. Montecillo, Texcoco, Estado de México. Tel. 95 20200. Ext. 1361 y 1113. (sauveloz@colpos.mx), (schavez@colpos.mx). <sup>3</sup>Campon Experimental Tecomán. INIFAP. Carretera Colima-Manzanillo, km 35. C. P. 28100. Tecomán, Colima. Tel. 01 312 313 9073. (vmmedinau@hotmail.com). <sup>4</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. Tel. 95 21500. Ext. 5224. (mtcolina@taurus1.chapingo.mx). <sup>5</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Carretera a la Victoria, km 0.6. Hermosillo, Sonora. Tel. 01 622 2892400. Ext. 226. (rbaez@cascabel.ciad.mx). <sup>§</sup>Autora para correspondencia: rosarioa@colpos.mx.

#### RESUMEN

Este trabajo se efectuó en una huerta comercial ubicada en Tecomán, Colima, México durante 2006, para determinar el efecto precosecha de la aplicación de ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) en frutos de limón mexicano. Se realizaron 3, 2, 1 y 0 aplicaciones de 10 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico a frutos en desarrollo a los 64, 78 y 92 días después de la anthesis. Además, un día después de la cosecha, se aplicó una cubierta con cera de carnauba a la mitad de los frutos de cada tratamiento. El efecto del regulador de crecimiento y de la cera de carnauba en los frutos de limón se evaluó al final de un período de almacenamiento en refrigeración a 9 °C, durante 35 días y de la exposición durante siete días a 20 °C, para simular condiciones de comercialización. Los parámetros considerados para determinar la acción de los reguladores de crecimiento exógenos fueron: índice de color; sólidos solubles totales (°Bx), acidez titulable, ácido ascórbico y pérdida de peso. Los resultados obtenidos revelaron que el tratamiento de tres aplicaciones de 10 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + cera, mantuvo las características de calidad de los frutos de limón al final de ambos períodos de almacenamiento. Así, la combinación del regulador y la cera retrasaron la senescencia, principalmente durante los primeros 35 días de almacenamiento bajo condiciones

de refrigeración. Después de ese período, en todos los tratamientos se observó una reducción en el contenido de vitamina C y acentuados cambios en la coloración del fruto.

**Palabras clave:** *Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle, ácido giberélico, cera de carnauba, refrigeración, vida poscosecha.

#### ABSTRACT

This work was conducted during 2006 in a commercial orchard located in Tecomán, Colima, Mexico, in order to determine the effect of preharvest application of gibberellic acid (GA<sub>3</sub>) to mexican lime fruits. Sprays with 10 mg L<sup>-1</sup> gibberellic acid, were made 3, 2, 1 and 0 times to developing fruits at 64, 78 and 92 days after anthesis. In addition, a day after harvest, a carnauba wax cover was applied to half of the fruits from each treatment. The effect of the growth regulator and carnauba wax on lemon fruits was evaluated at the end of the period of refrigerated storage at 9 °C for 35 days and exposure for 7 days at 20 °C to simulate marketing conditions. The parameters used to determine the action

\* Recibido: marzo de 2009  
Aceptado: enero de 2010

of exogenous growth regulators were: color index, total soluble solids ( $^{\circ}\text{Bx}$ ), acidity, ascorbic acid and weight loss. Our results showed that treatment 30 mg L<sup>-1</sup> GA<sub>3</sub> + wax, maintained better quality characteristics of the lemon fruits at the end of two storage periods. So, the regulatory and wax combination delayed senescence, mainly during the first 35 days of storage under refrigeration. After this period, all treatments showed a reduction in vitamin C and marked changes in the fruit coloration.

**Key words:** *Citrus aurantifolia* Swingle (Christm), carnauba wax, gibberellic acid, postharvest life, refrigeration.

## INTRODUCCIÓN

En México, la calidad de los frutos de limón mexicano no es adecuada a causa del manejo deficiente del cultivo, lo cual tiene como consecuencia que disminuya de manera considerable la vida poscosecha de este fruto (Medina-Urrutia *et al.*, 2001). En estos frutos, la inducción de la actividad enzimática asociada con los cambios en color, sabor, textura y síntesis de aromas, parecen no estar coordinadas por la producción de etileno, sino por la disminución de los inhibidores de la maduración, tales como las auxinas, giberelinas y citocininas (Ben-Yehoshua *et al.*, 1995).

Por otra parte, la efectividad del encerado depende del tipo de cera, del contenido de sólidos y del pH; además, se ha señalado que la cera de carnauba es mucho más permeable a los gases y relativamente hidrofóbica por lo que presenta una buena barrera a la pérdida de humedad (Hagenmaier y Baker, 1993).

Con estos antecedentes, para solucionar el problema del rápido deterioro, la corta vida de comercialización y el limitado potencial de almacenamiento, que en los frutos de limón se agrava por la delgadez de la cáscara, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la aplicación precosecha de AG<sub>3</sub>, y aplicaciones poscosecha de cera de carnauba en frutos de limón, almacenados en condiciones de refrigeración y de comercialización, con la finalidad de prolongar el tiempo de almacenamiento, así como preservar sus condiciones de calidad, durante el mayor tiempo posible.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se efectuó en la huerta localizada en Cerro de Ortega con coordenadas geográficas de 18° 45' 17" latitud

norte, 103° 43' 25" longitud oeste y 20 m de altitud, en la región Suroccidental de Tecomán, Colima, México; que presenta un Clima Bs1(h')w(w)i. La huerta se compone de árboles de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle) de 4 años de edad, injertados sobre Macrofila (*Citrus macrophylla* Wester). Los cinco árboles seleccionados por tratamiento de acuerdo con porte, tamaño y apariencia uniforme se asperjaron con diferente número de aplicaciones (3, 2, 1 y 0, equivalentes a 30, 20, 10 y 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>, respectivamente). Las soluciones, con un pH de 6.5, se aplicaron alrededor de las 6:00 h, en días despejados, utilizando bombas de aspersión. De esta manera, el tratamiento de 30 mg L<sup>-1</sup> consistió en tres aplicaciones de 10 mg L<sup>-1</sup> cada una, las cuales se realizaron los días 8, 22 de junio y 6 de julio; para el tratamiento con 20 mg L<sup>-1</sup> se hicieron 2 aplicaciones los días 22 de junio y 6 de julio; el tratamiento con 10 mg L<sup>-1</sup> consistió en una sola aplicación el día 6 de julio de 2006; el testigo, fueron los árboles sin aplicación de (AG<sub>3</sub>). Además en laboratorio se aplicó cera a la mitad de los frutos provenientes de cada tratamiento (frutos con y sin cubierta cerosa).

La distribución de árboles en la huerta, fueron plantados a una distancia de 8 m entre árboles por 4 m entre hileras, en un suelo arcilloso, fueron irrigados dos veces por semana utilizando un sistema de riego por micro aspersión y se fertilizaron durante el mes de junio con dosis de 2.5 kg de sulfato de amonio por árbol. La antesis ocurrió el 5 de abril de 2006 y se tomó como base para establecer los periodos de aplicación de AG<sub>3</sub>. Se seleccionaron cinco árboles para cada uno de los ocho tratamientos, por lo que los árboles sometidos a tratamiento fueron 40 y, en cada uno de ellos, previo al inicio de la aplicación, se etiquetaron 10 racimos florales, para dar un total de 400 racimos. La selección y etiquetado se realizó en racimos de la parte media y exterior de la copa de los árboles. Para distinguir los racimos, se utilizaron cintas de plástico de colores de 40 cm de longitud, donde se marcaron cada uno de los tratamientos con tinta indeleble.

La cosecha se realizó el 23 de julio de 2006 (108 días después de la antesis) y después de 16 h de transporte llegaron al laboratorio de fisiología y poscosecha del Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Estado México; donde fueron seleccionados a un tamaño promedio de 35 mm de diámetro y por su color verde intenso. Posteriormente se lavaron, secaron al ambiente y enceraron. Luego de esto, se realizó la primera evaluación, para finalmente colocarlos en charolas de unicel y en condiciones de refrigeración a 9 °C y 85-90% de humedad relativa. Después de 35 días de

almacenamiento en estas condiciones, se realizó la segunda evaluación y los frutos se colocaron en anaqueles para permanecer una semana más a temperatura de  $20 \pm 2$  °C, en condiciones de comercialización; después de este período se evaluaron, en cada uno de los tratamientos, las siguientes variables: fisiológica (pérdida de peso), biofísica (índice de cambio de color) y bioquímicas (acidez titulable, sólidos solubles y ácido ascórbico).

El análisis estadístico se realizó con el programa SAS V9.1; en el cual, se analizó el diseño factorial con dos factores:  $AG_3$  en cuatro niveles (3, 2, 1 y 0 aplicaciones) y cera en dos niveles (con cera y sin cera), generando un total de ocho tratamientos, tomándose 18 frutos como unidad experimental y considerando cinco repeticiones en cada una; además, se realizó un ANDEVA y la prueba de Tukey al 5%.

Las variables: acidez titulable (AT), sólidos solubles totales (SST) se determinaron con las metodologías de AOAC (1990); mientras que el ácido ascórbico (AA), se determinó con la metodología AOAC (1984); el índice de color (IC), se determinó de acuerdo con los cambios en color de la cáscara, mediante un colorímetro Hunter Lab Modelo D 25 PC 2, y con los valores obtenidos se aplicó el índice de color para cítricos  $IC = (1000a)/(Lb)$  propuesto por Jiménez-Cuesta *et al.* (1981). La pérdida fisiológica de peso (PFP), se calculó en base a las diferencias de peso inicial

y el obtenido dentro de cada período establecido. Para esto, se utilizó una balanza digital Alsep modelo EY-2200 A, con una aproximación de 0.01 g y los datos se reportaron como (% PFP), de acuerdo con la siguiente ecuación:  $PFP = (Pi - Pf/Pi) * 100$ ; donde,  $Pi$  = peso inicial del fruto (al día siguiente de cosecha);  $Pf$  = peso del fruto al final del período de experimento, considerando dos fechas finales (35 y 42 días de almacenamiento); y PFP en porcentaje.

## RESULTADOS

**Interacción ácido giberélico\*cera.** El análisis estadístico no mostró diferencias estadísticas con los datos obtenidos el día de cosecha; sin embargo, presentó significancia al final del período de refrigeración entre los tratamientos 3 aplicaciones ( $30 \text{ mg L}^{-1}$ ) + cera, con el mayor valor 8.34% y el tratamiento 0 aplicaciones sin cera (testigo) el menor 6.8%. Estos resultados son similares a los reportados por El-Otmani y Coggins (1991), quienes indican que las aplicaciones de  $AG_3$  a cítricos en precosecha retrasan su maduración y senescencia, por lo que se mantuvo por mayor tiempo la acidez, pues aún después de 42 días el tratamiento de 3 aplicaciones ( $30 \text{ mg L}^{-1}$ ) + cera, siguió mostrando mayor porcentaje de ácido cítrico 8.14%, por lo que fue diferente estadísticamente al resto de los tratamientos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Efecto de la interacción  $AG_3$ \*cera, en el contenido de ácido cítrico en el jugo de limón, en diferentes períodos de de almacenamiento.**

Aplicaciones de $AG_3$ ( $10 \text{ mg L}^{-1}$ )	Período de almacenamiento (días)					
	Inicio Con cera	Inicio Sin cera	35 Con cera	35 Sin cera	42 Con cera	42 Sin cera
3	6.36 a	6.36 a	8.34 a	7.2 ab	8.14 a	6.52 bc
2	6.6 a	7.4 a	7.3 ab	7.58 ab	6.74 bc	6.56 bc
1	6.23 a	6.9 a	7.44 ab	7.32 ab	6.86 b	5.7 bc
0	5.7 a	7.15 a	8.2 ab	6.8 c	6.82 bc	5.6 4c

Las letras iguales dentro de las columnas, no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

**Sólidos solubles totales (SST).** En este caso desde el inicio del experimento se mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos 3 aplicaciones ( $30 \text{ mg L}^{-1}$ ) con cera y sin cera, y 2 aplicaciones ( $20 \text{ mg L}^{-1}$ ) con cera; esta tendencia se mantuvo después del período de refrigeración, presentándose un valor de 9.08 en 3 aplicaciones ( $30 \text{ mg L}^{-1}$ ) + cera. En cambio a los 42 días no se presentaron diferencias estadísticas entre los tratamientos, con valores entre 6.7 y

7.4 de SST (Cuadro 2). Cabe señalar que Braddock (1999), observó que se presenta un incremento de SST en frutos de naranja tratados con este regulador. De este modo, si consideramos que la acidez y el contenido de azúcares son los principales parámetros de calidad de los frutos cítricos (Echeverría e Ismail, 1987); entonces, el descenso en el contenido de °Bx después del período de refrigeración, indica un deterioro cualitativo del fruto.

**Cuadro 2. Efecto de la interacción AG<sub>3</sub>\*cera, en el contenido de sólidos solubles totales (°Bx) en el jugo de limón, en diferentes períodos de almacenamiento.**

Aplicaciones de AG <sub>3</sub> (10 mg L <sup>-1</sup> )	Período de almacenamiento (días)					
	Inicio	Inicio	35	35	42	42
	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera
3	8.98 a	8.3 a	9.08 a	7.6 b	7.46 a	7.26 a
2	8.8 ab	7.3 b	8.6 ab	7 b	7.16 a	6.86 a
1	7.96 b	7.3 b	7.9 b	7.2 b	6.74 a	7.1 a
0	8.28 ab	7.1 b	8.3 ab	7.1 b	6.78 a	6.78 a

Las medias seguidas por letras iguales dentro de las columnas, no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

**Índice de color.** Al inicio del experimento no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos, pero al cabo de 35 días de almacenamiento los valores menores resultaron en los tratamientos 3 aplicaciones (30 mg L<sup>-1</sup>), con cera y sin cera, con un IC de -11.7 a -12.6; lo cual significa que fueron más verdes y estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos; después de 42 días de almacenamiento, el tratamiento 3 aplicaciones (30 mg L<sup>-1</sup>) + cera, presentó el menor valor -8.26 y fue estadísticamente diferente a los demás, cuyos valores fluctuaron entre -2.3 y -7.6 (Cuadro 3). En este caso, se corrobora la hipótesis que la regulación de la senescencia en la piel del fruto puede llevarse a cabo mediante la interacción y el antagonismo

entre los niveles de AG<sub>3</sub> + AA y los de ácido abscísico con etileno (Goldschmidt y Galili, 1974). Por su parte (Fidelibus *et al.*, 2002), encontraron un efecto similar, pues con aspersiones al follaje de AG<sub>3</sub> retrasaron el cambio de color de la naranja ‘Hamlin’, ‘Pineapple’ y ‘Valencia’, que presentaron una coloración más verde y la cáscara resultó más resistente a los daños por punción, en relación con los frutos de los árboles testigo. De acuerdo con esto, el tratamiento aplicado en este estudio podría ser una alternativa para la conservación de los frutos, principalmente en los primeros 35 días, ya que en este caso el color presentado es adecuado para la comercialización.

**Cuadro 3. Efecto de la interacción AG<sub>3</sub>\*cera, en el color de la cáscara de limón en diferentes períodos de almacenamiento.**

Aplicaciones de AG <sub>3</sub> (10 mg L <sup>-1</sup> )	Período de almacenamiento (días)					
	Inicio	Inicio	35	35	42	42
	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera
3	-15.18 a	-14.72 a	-12.6 d	-11.7 d	-8.2 e	-5.2 b
2	-11.4 a	-11.8 a	-11.1 c	-8.6 b	-7.6 d	-6.4 c
1	-12.76 a	-14.3 a	-11.4 c	-4.9 a	-7.8 d	-2.3 a
0	-12.5 a	-11.8 a	-10.5 c	-8.38 b	-6.6 c	-3.2 a

Las letras iguales dentro de las columna no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

**Pérdida fisiológica de peso.** Después de 35 días de almacenamiento refrigerado, los tratamientos con aplicaciones de AG<sub>3</sub> + cera presentaron menor pérdida de peso, (8.7 a 9.9%); fueron estadísticamente diferentes al resto de los tratamientos que habían perdido peso entre 12 y 14.3 % en esta fecha, una tendencia que se mantuvo hasta

los 42 días de almacenamiento (Cuadro 4). En este caso la aplicación conjunta del ácido (AG<sub>3</sub>) y la cera de carnauba resultaron benéficas ya que se redujo la pérdida de peso, lo que es notable puesto que, en el caso de los frutos de limón mexicano, los síntomas de la senescencia se deben principalmente a la deshidratación.

**Cuadro 4. Efecto de la interacción AG<sub>3</sub>\*cera, en el porcentaje de pérdida de peso en el fruto de limón, en diferentes períodos de almacenamiento.**

Aplicaciones de AG <sub>3</sub> (10 mg L <sup>-1</sup> )	Período de almacenamiento (días)					
	Inicio		35		42	
	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera
3	0	0	9.9 bc	12.5 a	11.5 c	13.2 b
2	0	0	8.7 c	12 ab	11 c	14.5 a
1	0	0	9 c	13 a	11.5 c	14.6 a
0	0	0	12.4 a	14.3 a	13.9 a	15.2 a

Las letras iguales dentro de las columna no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

Se ha señalado que el tipo de cera, la concentración de sólidos y el pH de la emulsión adecuados, incrementan el contenido de ceras epicuticulares (Saucedo-Veloz, 2005), cuyo papel fisiológico es el de regular la velocidad de transpiración y mantener el balance de agua e intercambio de gases (Albrigo, 1986). En una investigación similar Álvarez-Armenta *et al.* (2008), analizaron el comportamiento poscosecha de limón mexicano, bajo tratamiento con aspersiones de (AG<sub>3</sub>) y (AA) en precosecha, señalaron que se presentó 8% de pérdidas de peso después de 35 días de almacenamiento en condiciones de refrigeración a 9 °C, más 7 días en condiciones de comercialización a 20 °C a diferencia del testigo que presentó 14.4% de pérdidas.

**Ácido ascórbico.** Después del período de refrigeración, los tratamientos, 3 aplicaciones (30 mg L<sup>-1</sup>) con cera y sin cera (32.3 y 37.5 mg ácido ascórbico 100 mL<sup>-1</sup> de jugo), fueron diferentes estadísticamente al resto, acentuándose estas diferencias al final del período de refrigeración entre los tratamientos 3 aplicaciones (30 mg L<sup>-1</sup>) + cera, y 2 aplicaciones (20 mg L<sup>-1</sup>) sin cera, que mostraron valores de 28.3 y 33.1 mg ácido ascórbico 100 mL<sup>-1</sup> de jugo y el resto, que estuvieron entre 17.3 y 27.8 (Cuadro 5); así, se evidencia un decremento en todos los tratamientos, debido que la senescencia promueve la desorganización celular y favorece la oxidación del ácido ascórbico, mediante la activación de las enzimas polifenol oxidasa y ascorbato oxidasa (Mokady *et al.*, 1984).

**Cuadro 5. Efecto de la interacción AG<sub>3</sub>\*cera, en el color de la de cáscara de limón, en diferentes períodos de de almacenamiento.**

Aplicaciones de AG <sub>3</sub> (10 mg L <sup>-1</sup> )	Período de almacenamiento (días)					
	Inicio		35		42	
	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera	Con cera	Sin cera
3	37.52 a	36.82 a	32.3 a	37.5 a	28.3 b	27.8 b
2	32.62 a	37.64 a	29.8 b	33 b	20.8 d	33 a
1	33.04 a	30.38 a	28.2 b	29.4 b	17.3 d	17.3 d
0	30.95 a	33.19 a	28.1 b	25.9 b	18.9 d	20.3 c

Las letras iguales dentro de las columna no son significativamente diferentes (Tukey, 0.05).

## CONCLUSIONES

La aplicación de AG<sub>3</sub> y cera, mostró un efecto aditivo favorable al retrasar los procesos de senescencia en frutos de limón mexicano, principalmente en el tratamiento de 3 aplicaciones (30 mg L<sup>-1</sup>) de AG<sub>3</sub> + cera, al mantener en mayor proporción los niveles de ácido cítrico, sólidos solubles totales, además de que reduce significativamente las pérdidas

de agua y la evolución del color de la cáscara. En cambio, los tratamientos de 2 (20) y 1 (10 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>) + cera, fueron diferentes al testigo en la pérdida fisiológica de peso.

Los frutos a los que se aplicaron tratamientos con mayor número de aplicaciones de AG<sub>3</sub> presentaron una cáscara de color más verde (valores más negativos), mayor contenido de sólidos solubles y menor pérdida de peso,

en cambio los frutos sometidos sólo a tratamiento con aplicaciones postcosecha de cera de carnauba, mostraron una cáscara con tonalidades menos verdes y mayor pérdida de peso.

El mejor tratamiento consistió en tres aplicaciones de 10 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + cera, ya que permitió prolongar el almacenamiento de los frutos de limón durante 35 días en condiciones de refrigeración, a una temperatura de 9 °C, más un periodo de 7 días a 20 °C (condiciones de comercialización). Además la fruta presentó las características cualitativas y cuantitativas más parecidas al momento de la cosecha.

## LITERATURA CITADA

- Albrigo, L. G. 1986. Peel morphology and fruit blemishes. *In*: Citrus flowering, fruit set and development. (Citrus short course). Ed. Ferguson, J. J. University of Florida. Institute of Food and Agriculture Sciences. 73-81 pp.
- Álvarez-Armenta, R.; Saucedo-Veloz, C.; Chávez-Franco, S.; Medina-Urrutia, V.; Colinas-León, T. y Báez-Sañudo, R. 2008. Reguladores del crecimiento en la maduración y senescencia de frutos de limón mexicano. *Agric. Téc. Méx.* 34(1):5-11.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 1984. Official methods of analysis. W. Horwitz (ed), 13<sup>th</sup> Ed. Benjamín Franklin Station. Washington DC, USA.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC) 1990. Official methods of analysis. K. Herlich (ed), 15<sup>th</sup> Ed. 22201. Wilson Blvd. Arlington, Virginia, USA. Vol. II. 1298 p.
- Ben-Yehoshua, S. V.; Rodov, V. D.; Fang, D. Q. and Kim, J. 1995. Preformed antifungal compounds of citrus fruits: effect of postharvest treatments heat and growth regulators. *J. Agric. Food Chem.* 43:1062-66.
- Braddock, R. J. 1999. Handbook of citrus by-products and processing technology. Wiley, N. Y. 277 p.
- Echeverria, E. and Ismail, M. 1987. Changes in sugars and acids of citrus fruits during storage. *Proc. Fla. State. Sci. Hort.* 100:50-52.
- El-Otmani, M. and Coggins, C. 1991. Growth regulator effects on retention of quality of stored citrus fruits. *Sci. Hort.* 45:261-272.
- Fidelibus, M. W.; Davies, F. S. and Campbell, C. A. 2002. Gibberellic acid application timing affect fruit quality of processing oranges. *Sci. Hort.* 37(2):353-357.
- Goldschmidt, E. E. and Galili, D. 1974. The fate of endogenous gibberellins and applied radioactive gibberellin a during natural and ethylene-induced senescence in citrus peel. *Plant and Cell Physiol.* 15:485-491.
- Hagenmaier, R. D. and Baker, R. A. 1993. Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. *J. Agric. Food Chem.* 41:283-287.
- Jiménez-Cuesta, M.; Cuquerella, J. and Martínez-Javega, J. M. 1981. Determination of color index for fruit degreening. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* 2:750-753.
- Medina-Urrutia, V. M.; Robles-González, M. M.; Becerra-Rodríguez, S.; Orozco-Romero, J.; Orozco-Santos, M.; Garza-López, J. G.; Ovando-Cruz, M. E.; Chávez-Contreras, X. y Félix-Castro, F. 2001. El cultivo del limón mexicano. INIFAP, CIRPAC. Campo Experimental Tecoman. Libro técnico. Núm. 1. 188 pp.
- Mokady, S.; Cogan, U. and Lieberman, L. 1984. Stability of vitamin C in fruits and fruits blends. *J. Sci. Food Agric.* 35:452-456.
- Saucedo-Veloz, C. 2005. Sistemas de manejo post-cosecha de limas ácidas. Actas del II Seminario internacional pos-cosecha de cítricos. Concordia entre Ríos-Argentina. 65-69 pp.