

# APLICACIÓN DE ÁCIDO GIBERÉLICO Y SU EFECTO EN LA CALIDAD DE FRUTOS DE NARANJA 'VALENCIA TARDÍA'

Ma. T. Martínez-Damián; Á. Villegas-Monter

Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México, México.  
C.P. 56230. E-mail: teremd@colpos.colpos.mx

## RESUMEN

Se investigó la efectividad del ácido giberélico sobre el retardo de la senescencia y reducción de pérdidas de la calidad en frutos de naranja 'Valencia Tardía', en Cazonos, Veracruz, México. Se emplearon árboles de 12 años de edad a los que se asperjó ácido giberélico en concentraciones de 5, 10 y 20 mg·litro<sup>-1</sup> en tres ocasiones (1º de octubre, noviembre y diciembre) sumando un total de tres aplicaciones por tratamiento, comparadas con un testigo sin aplicación. Se determinó, peso de fruto, contenido de jugo, color de la cáscara, clorofila, porcentaje de sólidos solubles totales, acidez titulable, respiración, etanol y acetaldehído. Los resultados mostraron que la aplicación de giberelinas mantuvo el contenido de clorofila en cáscara entre 90.3 y 117.5 µg·g<sup>-1</sup>, valores por encima del testigo (44.5 µg·g<sup>-1</sup>). La tasa respiratoria del fruto fue menor por efecto de la aplicación de la giberelina. La aplicación de ácido giberélico en 5 mg·litro<sup>-1</sup> extendió el período de cosecha por un mes.

**PALABRAS CLAVE:** Cítrico, *Citrus sinensis*, regulador de crecimiento, AG<sub>3</sub>, senescencia.

## APPLICATION OF GIBBERELIC ACID AND THE QUALITY OF 'VALENCIA LATE' ORANGE FRUITS

### SUMMARY

The effectiveness of gibberellic acid on the delay of senescence and reduction of quality losses in 'Valencia Late' orange fruits was studied in Cazonos, Veracruz, Mexico. Twelve year-old trees were employed and sprayed with gibberellic acid in concentrations of 5, 10, and 20 mg liter<sup>-1</sup> three times (the first of October, November and December), adding a total of three applications per treatment compared with a control. Fruit weight, juice content, peel color, chlorophyll, tripartite acidity, respiration and production of ethanol and acetaldehyde, were evaluated. The results showed that the application of gibberellic acid maintained the content of chlorophyll in the peel at values between 90.3 and 117.5 µg·g<sup>-1</sup>, higher than those obtained in the control (44.4 µg·g<sup>-1</sup>). Respiratory rate was also lowered by the application of gibberellic acid. The application of gibberellic acid at 5 mg·liter<sup>-1</sup> extended the harvest period by one month.

**KEY WORDS:** Citrus, *Citrus sinensis*, growth regulator, GA<sub>3</sub> senescence.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de la naranja se introdujo a México con falta de planeación ya que el cultivar Valencia Tardía se plantó prácticamente sólo, exclusivo para la elaboración de jugo concentrado en otros países, mientras que en el nuestro se destina al consumo en fresco (Mondragón *et al.*, 1996). Este cultivar presenta períodos productivos concentrados (aproximadamente de diciembre a febrero), lo que aunado a un crecimiento constante del sector productivo ha ocasionado problemas de abandono de huertas, exceso de oferta y precios bajos. Lo anterior ha puesto de relevancia la importancia de ampliar el período de oferta mediante el empleo de la frigoconservación, lo cual presenta diversas limitantes sobre todo por la sensibilidad al frío de estos

frutos, y la baja disponibilidad de espacios refrigerados. Por lo anterior, durante años se ha venido empleando la práctica de retención del fruto en el árbol, lo cual trae consigo altas pérdidas por caída de frutos además de hacer a éstos más sensibles a desórdenes fisiológicos por senescencia, con las consecuentes pérdidas de calidad. El uso de reguladores del crecimiento para retardar la senescencia en cítricos ha sido ampliamente discutido. Goldschmidt y Gallili (1974) observaron una reducción de los niveles de giberelinas y un incremento en la producción de etileno en el flavado de naranja durante su senescencia. En otros estudios realizados por Goldschmidt *et al.* (1977), encontraron que las aplicaciones de giberelinas y N<sub>6</sub>-bencil adenina retrasan los efectos del etileno. Se le ha otorgado mayor importancia al uso del ácido giberélico (Monselise, 1979; Lima *et al.*,

1984; Coggins y Henning, 1989), aunque en combinación con la auxina (2,4-D) permite retener frutos en el árbol y con ello tener períodos largos de recolección (Coggins, 1981). De acuerdo a lo anterior el presente trabajo tuvo como objetivo determinar la efectividad del ácido giberélico sobre el retardo de la maduración y reducción de pérdidas de la calidad en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en la región de Cazones, Veracruz, México, durante el período de 1996-1997 en árboles de naranja 'Valencia Tardía' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) de 12 años de edad, injertados sobre naranjo agrio franco (*Citrus aurantium* L.), establecido bajo condiciones de temporal y con un manejo de cobertera, los cuales como preparación previa se les aplicó 1 kg de urea al suelo por árbol, se enalaron los troncos y se les aplicó un fertilizante foliar comercial el año anterior.

El experimento consistió en aplicar ácido giberélico (BIOGIB) en diferentes concentraciones de ingrediente activo, generando los siguientes tratamientos: 1). Testigo; 2). Ácido giberélico 5 mg·litro<sup>-1</sup>; 3). Ácido giberélico 10 mg·litro<sup>-1</sup> y 4). Ácido giberélico 20 mg·litro<sup>-1</sup>. Estos se distribuyeron en el campo en un diseño completamente al azar, usándose 4 árboles por tratamiento, representando cada árbol la unidad experimental. Las aspersiones foliares del producto químico se aplicaron a punto de goteo mediante el uso de una bomba manual de mochila, realizándose éstas el primer día del mes de octubre, noviembre y diciembre, sumando un total de tres aplicaciones por tratamiento.

A principios de febrero se realizó una evaluación de comparación de tratamientos a los 4 y 8 días después de ser cosechados los frutos a temperatura ambiente; y posteriormente se efectuó otra el 28 de febrero y el 30 marzo de 1997, donde se cosecharon 25 frutos de cada árbol por tratamiento. La extracción de jugo se obtuvo mediante el uso de un extractor Turmix. Se determinaron las pérdidas fisiológicas de peso en fruto con base en la diferencia de peso cada 4 días de una muestra de frutos tomada al azar y almacenada en condiciones ambientales, los cambios de peso se expresaron como porcentaje de pérdidas fisiológicas de peso en relación al peso inicial. El índice de color en la cáscara (IC) fue determinado mediante un colorímetro Hunter Lab, aplicando la ecuación  $IC = (1000 \cdot a) \cdot (L \cdot b)^{-1}$  propuesta por Jiménez-Cuesta *et al.* (1981) para cítricos y en donde valores menores a -7 expresan coloración verde, -7 a +7 tonalidades verde-amarillento, y +7 color naranja. Para las técnicas de clorofila, sólidos solubles totales y acidez titulable se utilizaron los métodos de Anónimo (1990). La tasa respiratoria se midió por el método de corriente continua de gas modificado por Lakshminarayana y Lihgiah (1974) y finalmente se determinó el contenido de etanol y acetaldehído mediante cromatografía de gases por la técnica de espa-

cio vacío en un frasco ("head space") propuesta por Davis y Chase (1969).

El análisis del experimento se realizó como parcelas divididas mediante el paquete estadístico SAS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las determinaciones se encontró por parte del análisis estadístico que no existió un efecto de fechas de evaluación (4 y 8 días), por lo cual se analizarán únicamente las pruebas de medias que recaen sobre los tratamientos así como la comparación de época de cosecha.

### Peso de fruto y de jugo

Estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre el testigo y los frutos tratados en cuanto a peso del fruto y de jugo (Cuadro 1). Se ha mencionado mucho sobre las respuestas diferentes que existen entre especies a la aplicación de este regulador del crecimiento (García-Luis *et al.*, 1985 y 1992), en las cuales a veces el peso del fruto o del jugo se ve afectado, ya sea favorablemente o en detrimento; al respecto se encontró en la presente investigación que la aplicación de ácido giberélico no afectó la cantidad de jugo presente en los frutos si la comparamos con el testigo.

**CUADRO 1. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico asperjado en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre el peso fresco y contenido de jugo en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Peso de fruto (g)	Peso de jugo (g)
Testigo	221.28 a <sup>z</sup>	131.67 a
Ácido giberélico 5 mg·litro <sup>-1</sup>	207.81 a	131.32 a
Ácido giberélico 10 mg·litro <sup>-1</sup>	202.80 a	129.65 a
Ácido giberélico 20 mg·litro <sup>-1</sup>	203.35 a	129.69 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad.

### Pérdidas fisiológicas de peso

No se encontró influencia del ácido giberélico en la reducción de pérdidas de peso (Cuadro 2).

Se considera que uno de los principales factores por los que hay pérdidas de peso es la humedad, por lo que es importante mantener al fruto en condiciones adecuadas de almacenamiento, en cuanto a temperatura y humedad relativa se refiere.

Varios estudios se han realizado en cítricos en cuanto a las pérdidas de peso que se presentan al aplicar ácido

giberélico en árboles durante su crecimiento en campo y se reporta que la tendencia a aumentar éstas o a disminuirlas es variable, no existiendo un comportamiento definido por algún tratamiento como en nuestro caso. Así tenemos que para mandarina 'Clementina' las pérdidas de peso no fueron significativamente afectadas por tratamientos con ácido giberélico como en naranja 'Navel' (El-Otmani y Coggins, 1991).

**CUADRO 2. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre las pérdidas fisiológicas de peso en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Pérdidas de Peso a los 4 Días (%)	Pérdidas de Peso a los 8 Días (%)
Testigo	6.79 a <sup>z</sup>	15.59 a
Ácido giberélico 5 mg·litro <sup>-1</sup>	7.59 a	17.20 a
Ácido giberélico 10 mg·litro <sup>-1</sup>	9.16 a	18.66 a
Ácido giberélico 20 mg·litro <sup>-1</sup>	7.70 a	17.83 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

### Índice de color en cáscara (IC)

Los frutos de naranja 'Valencia Tardía' experimentaron un retraso en la coloración externa con la aplicación de ácido giberélico a 5, 10 y 20 mg·litro<sup>-1</sup> (Cuadro 3), lo cual demarca la presencia de tonalidades más verdes que los frutos del testigo. Esto fue similar a lo reportado por Goldschmid *et al.* (1977), quien estableció retraso en la coloración de naranja 'Valencia' por aplicaciones de este regulador de crecimiento antes de la cosecha, así como en otros cítricos (Coggins y Hield, 1962; Ferguson *et al.*, 1982 y 1984), También El-Otmani *et al.* (1990) encontraron que el AG<sub>3</sub> disminuyó los cambios en coloración por lo menos un mes para mandarina 'Clementina' y naranja 'Washington Navel'.

**CUADRO 3. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico asperjado en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre cambios de color de cáscara de frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Índice de Color
Testigo	-2.45 a <sup>z</sup>
Ácido giberélico 5 mg·litro <sup>-1</sup>	-6.42 b
Ácido giberélico 10 mg·litro <sup>-1</sup>	-5.05 b
Ácido giberélico 20 mg·litro <sup>-1</sup>	-4.75 b

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

### Clorofila en cáscara

Se encontró que la adición de AG<sub>3</sub> a cualquiera de las concentraciones usadas mantuvo o aumentó el contenido de clorofila existente en cáscara en comparación con el testigo (Cuadro 4), siendo las diferencias altamente significativas ( $P \leq 0.01$ ). Esto está relacionado con lo encontrado por Lewis y Coggins (1964), quienes mencionaron que este regulador de crecimiento amplía el período de síntesis de clorofila y retarda la biosíntesis de carotenoides a nivel flavedo, apareciendo un retraso por consiguiente en la maduración externa del fruto, caracterizado por una degradación más lenta de las clorofilas de la cáscara (Agustí y Almela, 1988).

**CUADRO 4. Efecto de las concentraciones del ácido giberélico asperjado en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre el contenido de clorofila en cáscara de frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Clorofila en Cáscara (µg·g <sup>-1</sup> )
Testigo	44.5 c <sup>z</sup>
Ácido giberélico 5 mg·litro <sup>-1</sup>	114.5 a
Ácido giberélico 10 mg·litro <sup>-1</sup>	90.3 b
Ácido giberélico 20 mg·litro <sup>-1</sup>	117.5 a

<sup>z</sup> Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad.

### Acido cítrico y sólidos solubles totales

En el presente trabajo se pudo apreciar que el tratamiento de 20 mg·litro<sup>-1</sup> presentó un valor de 1.5 % de ácido cítrico, menor ( $P \leq 0.05$ ) que el testigo (1.95%) (Cuadro 5), por otra parte el tratamiento 5 mg·litro<sup>-1</sup> mantuvo su contenido de porcentaje de sólidos solubles totales por debajo ( $P \leq 0.05$ ) de los demás tratamientos. Varios estudios reportan que la aplicación de reguladores del crecimiento como giberelinas y citocininas tuvieron características antisenescentes en la cáscara de diversos cítricos, no mostrando efectos en las características internas del fruto y específicamente sobre el jugo (Guardiola *et al.*, 1981; García-Luis *et al.*, 1985; El-Otmani *et al.*, 1991; Coggins, 1981; Coggins *et al.*, 1988; El-Otmani y Coggins, 1991). Estos comportamientos pueden ser un efecto de los tratamientos empleados ya que en la mayoría de los estudios que se han citado, utilizaron concentraciones de 10 mg·litro<sup>-1</sup> y el hecho de que los dos tratamientos mencionados anteriormente presenten variación en una de las características de calidad interna probablemente sea un indicador de su estado de madurez influenciado por la concentración aplicada.

**CUADRO 5. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico asperjado en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre el contenido de ácido cítrico y sólidos solubles totales en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Acido cítrico (%)	Sólidos solubles totales (%)
Testigo	1.95 a <sup>z</sup>	10.76 a
Ácido giberélico 5 mg-litro <sup>-1</sup>	1.85 a	9.82 b
Ácido giberélico 10 mg-litro <sup>-1</sup>	1.90 a	10.36 a
Ácido giberélico 20 mg-litro <sup>-1</sup>	1.5 b	10.43 a

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5 % de probabilidad.

## Respiración

La mayoría de los cambios fisicoquímicos que ocurren en las frutas cosechadas están relacionados con el metabolismo oxidante, incluso la respiración. Debido al vasto alcance de ésta, la oxidación bioquímica está relacionada con los estudios de cambios en calidad, trastornos fisiológicos, duración en almacenamiento, maduración, manejo de los productos y muchos de los tratamientos de postrecolección (Pantastico, 1984).

Al respecto se midió el comportamiento de la tasa de respiración que siguieron los diversos tratamientos evaluados encontrando que el testigo presentó el valor más alto de respiración (Cuadro 6), siendo las aspersiones de ácido giberélico menores. Este efecto demuestra que no sólo provoca un retraso en la degradación de clorofila, sino que reduce la tasa respiratoria del fruto, factor que evidencia una disminución en la senescencia del mismo. Raya (1986), mencionó que la tasa respiratoria se ve influenciada por algunos factores como el cultivar, estado de madurez, tipo de fruto, temperatura, condiciones ambientales así como tratamientos químicos. Mostrándose claramente en nuestra investigación un ejemplo del último caso. La tasa de respiración es un buen índice de la longevidad del fruto después de cosechado, de tal manera que una tasa elevada de respiración va asociada con una corta vida de almacenamiento, el deterioro en calidad y valor alimenticio del mismo.

**CUADRO 6. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico asperjado en tres ocasiones (octubre, noviembre y diciembre) sobre la tasa de respiración en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tratamientos	Tasa de Respiración (mg·kg <sup>-1</sup> ·h <sup>-1</sup> de CO <sub>2</sub> )
Testigo	32.86 a <sup>z</sup>
Ácido giberélico 5 mg-litro <sup>-1</sup>	21.59 b
Ácido giberélico 10 mg-litro <sup>-1</sup>	24.53 b
Ácido giberélico 20 mg-litro <sup>-1</sup>	24.29 b

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo a la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Aplicación de ácido...

## Etanol y acetaldehído

El uso de 5 mg-litro<sup>-1</sup> de ácido giberélico afectó a estos compuestos indicadores de la maduración, produciendo concentraciones de volátiles menores que el testigo ( $P \leq 0.05$ ), resaltando probablemente una influencia del tratamiento al retardar la madurez en el fruto. No observándose diferencias entre los demás tratamientos empleados (Cuadro 7).

Los contenidos de etanol y acetaldehído varían en función del cultivar, grado de madurez, espesor de la capa de cera natural, senescencia y tiempo de almacenamiento (Smagula y Bramlage, 1977; Norman, 1977).

**CUADRO 7. Efecto de las concentraciones de ácido giberélico asperjado en octubre, noviembre y diciembre sobre el contenido de etanol y acetaldehído en frutos de naranja 'Valencia Tardía'.**

Tatamientos	Etanol (µg·ml <sup>-1</sup> )	Acetaldehído (µg·ml <sup>-1</sup> )
Testigo	53.7 a <sup>z</sup>	119.6 a
Ácido giberélico 5 mg-litro <sup>-1</sup>	36.6 b	94.7 b
Ácido giberélico 10 m-litro <sup>-1</sup>	61.1 a	115.3 a
Ácido giberélico 20 m-litro <sup>-1</sup>	54.0 a	124.5 a

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de columnas no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

## Efecto de fechas

No se encontraron diferencias para peso de fruto y de jugo (Cuadro 8) lo cual puede ser atribuido a que se realizó como análisis combinado, que incluye testigo y tratamientos, pero con respecto al porcentaje de sólidos solubles, contenido de ácido cítrico así como el contenido de clorofila existieron diferencias, lo cual se esperaba como resultado de un avance fisiológico propio de la senescencia del fruto, que a su vez es resultado de cambios de carácter degradativo, caracterizado por las pérdidas de clorofila, acompañado de reacciones fermentativas y pérdidas de textura (Grierson, 1987).

**CUADRO 8. Variables de calidad de fruto asperjados con ácido giberélico en frutos de naranja 'Valencia Tardía' cosechados en los meses de febrero y marzo.**

Variabes	Febrero	Marzo
Peso de fruto (g)	217.01 a <sup>z</sup>	200.90 a
Peso de jugo (g)	128.10 a	132.17 a
Sólidos solubles (%)	10.66 a	11.31 b
Ácido cítrico (%)	1.85 a	0.80 b
Clorofila total (µg·g <sup>-1</sup> )	94.80 a	61.0 b

<sup>z</sup>Medias con la misma letra dentro de hileras no difieren significativamente de acuerdo con la prueba de Tukey a 5% de probabilidad.

Con respecto a los experimentos anteriores aquí se puede observar que la época de cosecha puede ser extendida hasta marzo con un contenido de jugo mayor al testigo y con niveles de sólidos solubles de 11.31 %.

### CONCLUSIONES

La aplicación de ácido giberélico causó la obtención de frutos con mayor contenido de clorofila en la cáscara, así como una disminución en su intensidad respiratoria. La aplicación a 5 mg·litro<sup>-1</sup> fue suficiente para obtener un efecto en el retraso en la madurez de frutos, lo que permite ampliar el periodo de la cosecha, obteniendo una buena cantidad de jugo y sin alterar el contenido de ácido cítrico, sin embargo, reduce los sólidos solubles totales, factor indeseable en la industria juguera.

### LITERATURA CITADA

- ANÓNIMO. 1990. Official methods analysis. Association of Official Agricultural Chemist (A.O.A.C.). Washington. D. C., USA. 1015 p.
- AGUSTÍ F., M.; ALMELA O., V. 1988. Aplicaciones del ácido giberélico para el control de alteraciones de la corteza de las mandarinas asociadas a su maduración. Invest. Agri. Prod. Prot. Veg. 3: 125-137.
- COGGINS, C. W. JR. 1981. The influence of exogenous growth regulators on ring quality and internal quality of citrus fruits. Proc. Int. Soc. Citriculture 1: 214-216.
- COGGINS, C.W. JR.; HENNING, G. L. 1989. A comprehensive California field study of the influence of preharvest applications of gibberellic acid on the ring quality of Valencia oranges. Israel J. Bot. 37: 145-154.
- COGGINS, C.W. JR.; HIELD, H. Z. 1962. Navel orange fruit response to potassium gibberellate. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 81: 227-230.
- EL-OTMANI, M.; M'BAREK, A. A.; COGGINS, C. W. JR. 1990. GA<sub>3</sub> and 2,4-D prolong on tree storage of citrus in Morocco. Scientia Hort. 44: 241-249.
- EL-OTMANI, M.; COGGINS, C. W. JR. 1991. Growth regulator effects on relation of quality of stored citrus fruits. Scientia Hort. 45: 261-272.
- FERGUSON, L.; ISMAIL, M. A.; DAVIES, F. S.; WHEATON, T. A. 1982. Pre and postharvest gibberellic acid and 2,4-dichlorophenoxyacetic acid applications for increasing storage life of grapefruit. Proc. Fla. Soc. Hort. Sci. 77: 194-201.
- FERGUSON, L.; DAVIES, F. S.; ISMAIL, M. A.; WHEATON, T. A. 1984. Growth regulator and low-volume irrigation effect on grapefruit quality and fruit drop. Scientia Hort. 23: 35-40.
- GARCÍA-LUIS, A.; AGUSTÍ, M.; ALMELA, V.; ROMERO, E.; GUARDIOLA, J. L. 1985. Effect of gibberellic acid on ripening and peel puffing in 'Satsuma' mandarin. Scientia Hort. 27: 75-86.
- GARCÍA-LUIS, A.; HERRERO-VILLÉN, A.; GUARDIOLA, J. L. 1992. Effects of applications of gibberellic acid on late growth, maturation and pigmentation of clementine mandarin. Scientia Hort. 49: 71-82.
- GOLDSCHMIDT, E.E.; GALILI, D. 1974. The fate of endogenous gibberellins and applied radioactive gibberellin A<sub>3</sub> during natural and ethylene-induced senescence in citrus peel. Plant and Cell Physiol. 15: 485-491.
- GOLDSCHMIDT, E. E.; AHARONI, Y.; EILATI, S. K.; RIOV, J. W.; MONSELISE, S. P. 1977. Differential cobreinteraction of ethylene effects by gibberellin A<sub>3</sub> and N<sub>6</sub>-benzyl adenine in senescing citrus peel. Plant Physiol. 59: 193-195.
- GRIERSON, D. 1987. Senescence in fruits. HortScience 22(5): 859-862.
- GUARDIOLA, J.L.; AGUSTÍ, M.; BARBERÁ, J.; SANZ, A. 1981. Influencia del ácido giberélico en la maduración y senescencia del fruto de mandarina clementina (*Citrus reticulata*, Blanco). Rev. Agroquim. Tec. Alim. 21: 225-239.
- JIMÉNEZ-CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTÍNEZ-JAVENA, J. M. 1981. Determination of color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture 2: 750-753.
- LAKSHMINARAYANA, S. M.; LINGIAH, R. N. 1974. Modified continuous gas stream method for measuring rates of respiration in fruits and vegetables. Lab. Prac. 23(12): 709-710.
- LEWIS, L. N.; COGGINS, C. W. JR. 1964. The inhibition of carotenoid accumulation in Navel oranges by gibberellin A<sub>3</sub>, as measured by thin layer chromatography. Plant Cell Physiol. 5: 457-463.
- LIMA, J. E. O.; DAVIES, F. S. 1984. Growth regulators, fruit drop, yield and quality of navel orange in Florida. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 81-84.
- MONDRAGÓN, J.P.; SPREEN, T. H.; MURARO, R.P. 1996. The mexican processing industry. Memorias IV Simposium Internacional sobre Sistemas de Producción de Cítricos. UACH-PIISCI. Volumen 1. 28-30 de Octubre de 1996. Tuxpan, Veracruz, México.
- MONSELISE, S.P. 1979. The use of growth regulators in citriculture: A review. Scientia Hort. 11:151-162.
- PANTASTICO, E. R. B. 1984. Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales Ed. Continental, S.A., D.F., México. 77p.
- RAYA, S. A. 1986. Caracterización del cv. de manzana Maayan desarrollada sobre los portainjertos M.7, M.26 y M.111. Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 85 p.
- SMAGULA, J. M.; BRAMLAGE, W.J. 1977. Acetaldehyde accumulation: Its a cause of physiological deterioration of fruits. HortScience 12(3): 200-203.