

# Productos alternativos a la aminoetoxivinilglicina para el control de la producción de etileno en manzana 'Golden Delicious'

Aminoethoxyvinylglycine alternative products to control the release of ethylene in apple fruit cv. 'Golden Delicious'

DAVID IGNACIO BERLANGA-REYES<sup>1,2</sup>, VÍCTOR MANUEL GUERRERO-PRieto<sup>1</sup>  
Y JOSÉ DE JESÚS ORNELAS-PAZ<sup>1</sup>

Recibido: Febrero 11, 2011

Aceptado: Abril 6, 2011

## Resumen

Chihuahua produce el 66 % de la manzana (*Malus x domestica* Borkh) a nivel nacional, siendo el cultivar 'Golden Delicious' el de mayor superficie plantada. La necesidad de controlar la maduración de la fruta para programar la cosecha, ha condicionado el uso de productos a base de la aminoetoxivinilglicina (AVG), un inhibidor de la síntesis del etileno, y por lo tanto de la maduración de los frutos climatéricos. Este producto es eficaz, pero de alto costo. En este estudio se evaluó la eficiencia de productos alternativos al AVG de menor costo. Se asperjaron manzanos 'Golden Delicious' en precosecha durante el ciclo 2008, con los tratamientos: ácido salicílico (AS; 1, 0.1 y 0.01  $\mu\text{M}$ ), cobalto (40, 60 y 80  $\text{mg Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$ ), ácido cítrico (AC; 533  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y AVG (123  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) y agua como testigo. Los tratamientos de AS (0.01 y 1.0  $\mu\text{M}$ ) y de AC redujeron significativamente la concentración interna de etileno en los frutos, en comparación con el testigo, y a un nivel similar al AVG, con concentraciones de etileno de 0.6, 0.6, 0.4, 1.7 y 0.4 ppm, respectivamente. Los tratamientos con cobalto, a 40 y 80  $\text{mg Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$ , retrasaron el pico climatérico en tres semanas. Los tratamientos con AS y cobalto indujeron frutos con color de cáscara más verde y con menor concentración de sólidos solubles, indicando un estado menos avanzado de maduración. Los tratamientos precosecha con AS, AC, y cobalto, representan una herramienta en el control de la maduración de manzanas 'Golden Delicious'.

**Palabras clave:** *Malus x domestica*, ácido cítrico, ácido salicílico, cobalto.

## Abstract

Chihuahua produces 66 % of the apple (*Malus x domestica* Borkh) production in Mexico, being 'Golden Delicious' apple cultivar the most widely planted. The need to control fruit maturation in order to schedule harvest has made the use of aminoethoxyvinylglycine (AVG) almost a must, since it is an efficient ethylene synthesis inhibitor, and therefore a retardant of the maturation process in climacteric fruits; however it is an expensive product too. In this trial the effectiveness of alternative products to AVG, at a lower sell price, were evaluated. 'Golden Delicious' apple trees were sprayed before harvest during the 2008 season with: salicylic acid (AS; 1.0, 0.1 and 0.01  $\mu\text{M}$ ), cobalt (40, 60 and 80  $\text{mg Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$ ), citric acid (AC; 533  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ), AVG (123  $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ ) and water as control. The treatments with AS (0.01 and 1.0  $\mu\text{M}$ ) and with AC reduced the internal concentration of ethylene in the fruit respect to control, and to a similar level as AVG did it, with internal ethylene concentration of 0.6, 0.6, 0.4, 1.7 and 0.4 ppm, respectively. Treatments with cobalt at 40 and 80  $\text{mg Co}^{++}\cdot\text{L}^{-1}$  delayed in three weeks the climacteric peak. AS and cobalt produced fruits with greener peel and lower level of soluble solids, indicating a less advanced maturation stage. Therefore, the preharvest treatments with AS, AC and cobalt offer to growers a tool to control the maturation of 'Golden Delicious' apple fruits.

**Keywords:** *Malus x domestica*, citric acid, salicylic acid, cobalt.

<sup>1</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC. Unidad Cuauhtémoc. Av. Río Conchos S/N. Parque Industrial. C. P. 31570. Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. Tel: (625)581-29-20 ext. 105.

<sup>2</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: dberlanga@ciad.mx.

## Introducción

**E**n el estado de Chihuahua se cosecha aproximadamente el 66 % de la producción nacional de manzana (*Malus x domestica* Borkh), con 371,818 t comercializadas en el ciclo 2009. Los principales cultivares son 'Golden Delicious' (42 %) y 'Red Delicious' (44 %), (SIAP, 2009). Generalmente, la cosecha de la fruta es llevada a cabo a partir de la segunda mitad de agosto y durante el mes de septiembre; sin embargo, la gran extensión de algunos huertos en la región hace difícil cosechar en el momento óptimo de maduración de los frutos, lo que suele ocasionar una notable desuniformidad en el estado de madurez. Frecuentemente es utilizado el regulador de crecimiento AVG (aminoetoxivinilglicina) para controlar la maduración y cosechar de manera oportuna.

Una limitante para que se generalice el uso de este producto es su alto costo económico, por lo que se requieren tratamientos alternativos de menor costo y de eficiencia similar al AVG. Por su facilidad de determinación en campo, los índices de madurez más utilizados por los productores para determinar el momento óptimo de cosecha son: color de la cáscara, firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles y el índice de yodo/almidón de los frutos (Calderón, 1989).

La maduración de los frutos climatéricos, como es el caso de la manzana, está relacionada con el etileno (Pech *et al.*, 2003). La iniciación de los procesos de maduración en este tipo de frutos, puede ser retrasada mediante el uso de inhibidores de la síntesis del etileno como la AVG (Silverman *et al.*, 2004; Yuan y Carbaugh, 2007), el ácido salicílico, AS (Srivastava y Dwivedi, 2000; Zhang *et al.*, 2003), el ión  $\text{Co}^{++}$  (Serek y Reid, 2000) y el ácido cítrico, AC (Ducamp-Collin *et al.*, 2008). Leslie y Romani (1988) demostraron que la aplicación de AS a dosis de 25 a 250  $\mu\text{M}$  en células de pera, inhibieron la síntesis de etileno al reducir la actividad de la enzima ACC-oxidasa, logrando un efecto similar con la aplicación de soluciones de 20 a 80  $\mu\text{M}$  de  $\text{Co}^{++}$ . En discos de tejido de manzana tratados con AS (100  $\mu\text{M}$ ), otros autores han demostrado una reducción en la síntesis de etileno cuando el pH se encuentra entre 3.5 y 4.5 (Romani *et al.*, 1989). Por otra parte, se ha encontrado que una solución 2 mM de AS promueve la producción de ésteres

volátiles en manzanas, que son sus principales componentes aromáticos, que habían sido inhibidos por el tratamiento con el producto 1-metilciclopropeno (1-MCP), actuando el AS como un inductor de metabolitos secundarios de manera independiente de su efecto en la maduración del fruto (Li *et al.*, 2006). De la misma manera, se ha reportado una inhibición en la síntesis del etileno y una mayor retención de la firmeza en pulpa de kiwis tratados por inmersión en poscosecha en una solución 1mM de ácido acetilsalicílico (Zhang *et al.*, 2003). Srivastava y Dwivedi (2000), reportaron que la inmersión de frutos de plátano en soluciones de 500 y 1000  $\mu\text{M}$  de AS, redujo la velocidad respiratoria y el ablandamiento de la pulpa al inhibir la actividad de las enzimas poligalacturonasa y celulasa, además de retardar el cambio a color amarillo de la cáscara y la acumulación de azúcares reductores en la pulpa. Por otra parte, se ha demostrado en tejido de manzana 'Golden Delicious', que el ión  $\text{Co}^{++}$  inhibe la actividad de la enzima ACC-sintetasa, la cual es la responsable de la síntesis del precursor del etileno, el ácido aminociclopropano carboxílico (Morin y Hartmann, 1986). También se ha encontrado que el ión  $\text{Co}^{++}$  inhibe la actividad de la enzima ACC-oxidasa, misma que regula la conversión de ácido aminociclopropano carboxílico a etileno, compitiendo con el hierro, que es un cofactor de esta enzima (Bouzayen *et al.*, 1991), con lo que se extiende la vida poscosecha de rosas y otras flores (Serek y Reid, 2000).

Bajo las condiciones de la región manzanera del estado de Chihuahua aún se desconoce la efectividad de los inhibidores de la síntesis de etileno, alternativos al AVG. Es por ello que el objetivo de la presente investigación fue comparar, con el AVG, la eficacia de los tratamientos con AS, Co<sup>++</sup> y AC para inhibir la síntesis de etileno y retrasar la maduración en manzanas 'Golden Delicious'.

## Materiales y métodos

El trabajo experimental se llevó a cabo en un huerto comercial de la región de Cuauhtémoc, Chihuahua, México (28° 24' LN, 106° 52' LO, 2060 msnm) durante el ciclo 2008. Se seleccionaron árboles de 16 años de edad del cv. 'Golden Delicious' injertado sobre MM-111 con distancias de plantación de 3.25 m entre hileras y 2.75 m entre árboles con un diseño de plantación marco real. Se seleccionaron y marcaron cinco árboles distribuidos aleatoriamente para cada uno de los tratamientos, con árboles sin tratar entre ellos para evitar contaminación entre tratamientos.

Los tratamientos se aplicaron por aspersión, tanto en hojas como frutos, el 12 de agosto, aproximadamente cuatro semanas previas a la fecha de inicio de la cosecha. Los tratamientos asperjados fueron: AS (ácido salicílico, Sigma-Aldrich; dosis 1, 0.1 y 0.01  $\mu\text{M}$ ), sales de cobalto (producto comercial CoMo<sup>MR</sup>, Stoller de México; dosis 40, 60 y 80 mg Co<sup>++</sup>·L<sup>-1</sup>), AC (ácido cítrico, Sigma-Aldrich; dosis 533 mg·L<sup>-1</sup>), AVG (aminoetoxivinilglicina, producto comercial ReTain<sup>MR</sup>, Valent de México; a dosis de 123 mg·L<sup>-1</sup>) y agua como testigo. En las soluciones asperjadas no se utilizó ningún coadyuvante. Las aspersiones se hicieron de 9 a 11 a.m., a una temperatura entre 15 y 18 °C, utilizando una aspersora motorizada de mochila equipada con ráfaga de aire y con un gasto de 1500 litros de agua por hectárea.

Con el fin de monitorear la producción de etileno y ver la evolución de los índices de madurez, se realizaron 10 muestreos de los frutos, iniciando el día de la aplicación y a

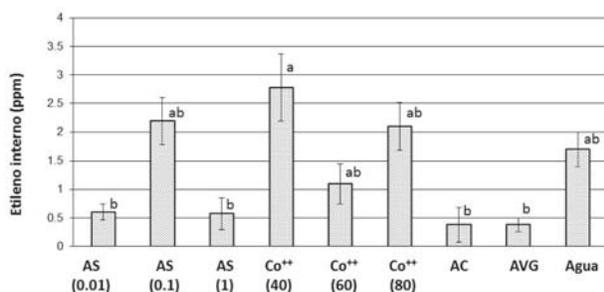
intervalos de siete días. Se recolectaron dos frutos de cada uno de los árboles de cada tratamiento en cada muestreo. Los frutos seleccionados se encontraban a una altura aproximada de dos metros, de la parte media a externa de la copa del árbol, y de un tamaño promedio. Las frutas se trasladaron al laboratorio para determinar los parámetros de madurez: peso del fruto mediante una balanza digital marca Ohaus, modelo Scout Pro, diámetros polar y ecuatorial con un calibrador de cinta Cranston, concentración de sólidos solubles totales (°Brix) usando un refractómetro manual marca Atago, firmeza de la pulpa, determinada en un texturómetro universal modelo TA-XT2i, (Texture Technologies Corp. Inglaterra), color de la cáscara, mediante los componentes del color en el sistema CieLab, con un colorímetro marca Minolta, modelo CR-300 (Minolta Ltd. Japón). Los valores a\* y b\* se transformaron a saturación de color (croma) y ángulo de matiz (°hue). El índice de almidón se determinó en una rodaja de cada fruta teñida con solución lugol (Bartram *et al.*, 1993). Se determinó la concentración interna de etileno en los frutos muestreados, tomando una muestra de 0.2 mL de aire a través del orificio del cáliz con una jeringa hipodérmica de 1 mL y aguja de 25 mm (Báez *et al.*, 1997; Silverman *et al.*, 2004), evitando la contaminación de la muestra con el aire del exterior de la fruta al tomar la muestra con la manzana sumergida en agua. La muestra se inyectó en un cromatógrafo de gases (VARIAN 3800, EUA) equipado con un detector de ionización de flama (FID) y columna empacada Haysep Q de 1.8 m de longitud, 2 mm de diámetro interno y 1/8" de diámetro externo, utilizando helio como gas de arrastre.

El diseño experimental fue bloques al azar, utilizando a cada árbol como unidad experimental, y con cinco repeticiones en cada tratamiento. Se realizó el análisis de varianza mediante el programa computacional SAS versión 9.0 (SAS, 2002). Las comparaciones de medias se hicieron mediante la prueba de Duncan ( $P \leq 0.05$ ).

## Resultados y discusión

En la Figura 1 se muestran los valores promedio de las concentraciones internas de etileno en los frutos en los 10 muestreos evaluados para cada uno de los tratamientos. Los frutos con la menor producción de etileno fueron los tratados con las dosis alta y baja de AS, y los tratados con AC, con concentraciones internas de etileno de 0.6, 0.6 y 0.4 ppm, respectivamente. Estas concentraciones son similares a las encontradas en los frutos tratados con AVG, lo cual indica el potencial que poseen estos productos para ser utilizados como alternativas el AVG.

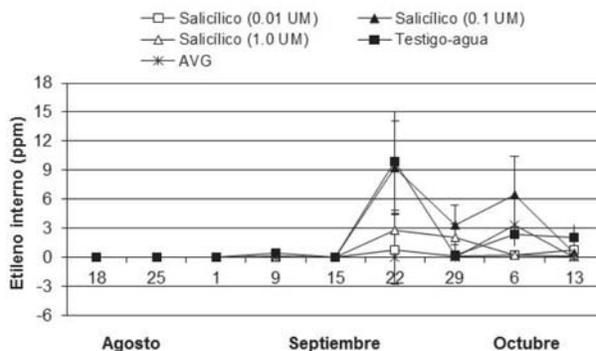
**Figura 1.** Producción interna, promedio de 10 muestreos semanales a partir del 12 de agosto, de etileno en manzanas 'Golden Delicious' con la aplicación de retardantes de la maduración.



Las líneas indican el error estándar. Las barras con letra diferente corresponden a medias estadísticamente diferentes de acuerdo a Duncan ( $P \leq 0.05$ ). AS, ácido salicílico ( $\mu\text{M}$ );  $\text{Co}^{++}$ , Cobalto ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ); AC, ácido cítrico ( $533 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ ); AVG, ácido aminoetoxivinilglicina.

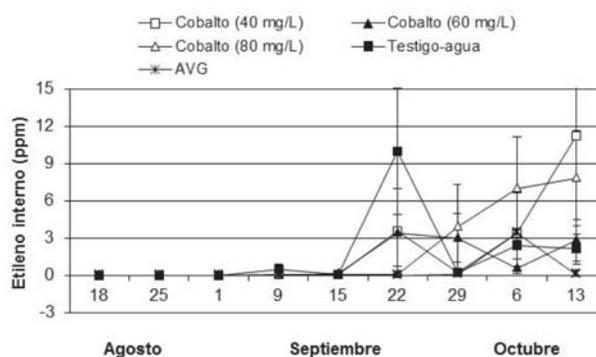
En prácticamente todos los frutos evaluados, el incremento en la producción de etileno inició el 22 de septiembre. En los tratados con AS (Figura 2), los picos más pequeños se observaron con las dosis de 0.01 y 1.0  $\mu\text{M}$ , con concentraciones de etileno de 0.8 y 2.8 ppm, respectivamente, ligeramente superiores al AVG, cuyo pico climatérico se presentó hasta el 6 de octubre, con una producción de 3.3 ppm de etileno.

**Figura 2.** Producción interna de etileno en manzanas 'Golden Delicious' tratadas con tres dosis de ácido salicílico y AVG. Las líneas verticales indican el error estándar.



Los frutos tratados con 40 y 80  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Co}^{++}$ , aunque no presentaron una disminución de la producción de etileno en el máximo climatérico, mostraron un retraso de tres semanas del pico climatérico, con respecto al testigo-agua (Figura 3). Sin embargo, la dosis de 60  $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$  de  $\text{Co}^{++}$ , mostró la concentración máxima de etileno en similar magnitud que el tratamiento con AVG, pero dos semanas antes. Los resultados indican una reducción o un retraso en la síntesis de etileno, lo cual coincide con Morin y Hartmann (1986), quienes establecen un efecto similar en manzanas 'Golden Delicious' mediante la aplicación de  $\text{Co}^{++}$ .

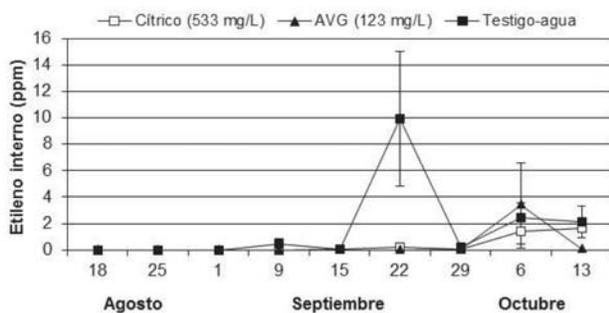
**Figura 3.** Producción interna de etileno en manzanas 'Golden Delicious' tratadas con tres dosis de  $\text{Co}^{++}$  y AVG. Las líneas verticales indican el error estándar.



Los tratamientos con 40 y 60 mg·L<sup>-1</sup> de Co<sup>++</sup>, al igual que el tratamiento con AVG, mantuvieron a los frutos en un estado de maduración menos avanzado con relación al testigo-agua en cuanto al contenido de sólidos solubles y el color de la cáscara (Cuadro 1).

Los frutos tratados con AC mostraron concentraciones internas de etileno similares a las observadas en los frutos tratados con AVG (Figura 4) e inferiores a los frutos testigo-agua, sin embargo, esta reducción en el nivel de etileno no se reflejó en el resto de los índices de maduración evaluados (Cuadro 1); probablemente debido a que, al ser utilizado el ácido cítrico como sustrato en el ciclo de Krebs, puede estimular la respiración en el tejido del fruto y por lo tanto los procesos de maduración (Urlich, 1970).

**Figura 4.** Producción interna de etileno en manzanas 'Golden Delicious' tratadas con ácido cítrico y AVG. Las líneas verticales indican el error estándar.



Aun cuando las dosis de AS evaluadas fueron bajas, en comparación con otros trabajos (Leslie y Romani, 1988), redujeron la síntesis de etileno. Los frutos tratados con AS mostraron una concentración de sólidos solubles significativamente más baja que el testigo-agua, y similar a los tratados con AVG (Cuadro 1), lo que indica un retraso en la maduración inducida tanto por el AS como por el AVG. Los frutos tratados con la dosis menor de AS mostraron el valor mayor en el matiz °hue, lo que indica un contenido mayor de clorofila en la epidermis, y por lo tanto un estado más inmaduro, en comparación con el testigo-agua (Cuadro 1). Sin embargo, en los parámetros de firmeza e índice

de almidón no se observó efecto de los tratamientos con AS; contrario a lo observado por Srivastava y Dwivedi (2000), quienes mostraron una firmeza mayor en frutos tratados con AS pero con concentraciones superiores a las evaluadas en el presente trabajo; resultados que indican que tanto la pérdida de firmeza como la degradación del almidón en el fruto de manzano no están relacionados con la producción de etileno.

**Cuadro 1.** Valores promedio con el error estándar de los índices de madurez en manzanas 'Golden Delicious' tratadas con retardantes de la maduración.

Tratamiento	Firmeza (N)	Sólidos solubles totales (° Brix)	Índice de almidón (1-6)	Ángulo hue (°h)
Testigo-agua	59.5±0.46ns <sup>y</sup>	13.7±0.12 a <sup>z</sup>	3.9±0.05ef	112.0±0.23 d
Ácido Salicílico (0.01µM)	59.4±0.39	11.7±0.12 g	4.8±0.02 a	114.6±0.13 a
Ácido Salicílico (0.1µM)	59.6±0.54	12.7±0.12 cd	4.2±0.06bcd	112.6±0.22cd
Ácido Salicílico (1.0µM)	60.2±0.60	12.3±0.14ef	4.3±0.06bc	112.8±0.17bc
Cobalto (40 mg·L <sup>-1</sup> )	58.4±0.39	12.0±0.10fg	4.4±0.05 b	113.4±0.19 b
Cobalto (60 mg·L <sup>-1</sup> )	58.4±0.46	13.0±0.10c	4.1±0.06cde	113.4±0.20 b
Cobalto (80 mg·L <sup>-1</sup> )	58.9±0.56	13.7±0.11 ab	3.8±0.06 f	112.8±0.18bc
Ácido Cítrico (533 mg·L <sup>-1</sup> )	59.7±0.42	13.4±0.12b	4.0±0.05 e	112.5±0.17cd
AVG (123 mg·L <sup>-1</sup> )	59.9±0.36	12.4±0.12 de	4.0±0.08 e	114.5±0.16 a

<sup>z</sup> Medias con letra diferente en la columna son estadísticamente diferentes Duncan (P≤0.05).

<sup>y</sup> n. s. = no significativo estadísticamente.

## Conclusiones

Las aspersiones tanto de ácido salicílico (0.01 y 1.0 µM) como de cobalto (40 y 80 mg·L<sup>-1</sup>) mostraron un retraso de los procesos de maduración: como concentración interna de etileno, contenido de sólidos solubles y color de la cáscara; efectos similares a los producidos por el AVG.

## Agradecimientos

A la Fundación PRODUCE Chihuahua y la Unión Agrícola de Fruticultores del Estado de Chihuahua, UNIFRUT, por el apoyo financiero para este trabajo. Se agradece también la cortesía del Grupo "La Norteña" por facilitar sus huertos para la realización de los trabajos de campo.

## Literatura Citada

- BÁEZ, M.A., J.H. Siller, J.B. Heredia, T. Portillo, E. Araiza, R.S. García y M.D. Muy. 1997. Fisiología de poscosecha de frutos de chicozapote (*Achrassapota* L.) durante condiciones de mercadeo. *Interamerican Society for Tropical Horticulture* 41: 209-214.
- BARTRAM, R.B., W. Bramlage, E.M. Kupferman, K.L. Olsen, M.E. Patterson y J. Thomposon. 1993. Apple Maturity Program Handbook. U.S.D.A.-ARS Tree Fruit Research Station, Wenatchee, Wa. 57 pp.
- BOUZAYEN, M., G. Felix, A. Latché, J.C. Pech y T. Boller. 1991. Iron: An essential cofactor for the conversion of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid to ethylene. *Planta* 184:244-247.
- CALDERÓN, A.E. 1989. Fruticultura General. Editorial LIMUSA S.A. de C.V. México D.F. 763 p.
- DUCAMP-COLLIN, M.N., H. Ramarson, M. Lebrun, G. Self y M. Reynes. 2008. Effect of citric acid and chitosan on maintaining red colouration of litchi fruit pericarp. *Postharvest Biology and Technology* 49:241-246.
- LESLIE, Ch.A. y R. J. Romani. 1988. Inhibition of ethylene biosynthesis by salicylic acid. *Plant Physiology* 88:833-837.
- LI, D.P., Y.F. Xu, L. P. Sun, L.X. Liu, X.L. Hu, D.Q. Li y H.R. Shu. 2006. Salicylic acid, ethephon, and methyl jasmonate enhance ester regeneration in 1-MCP-treated apple fruit after long-term cold storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54:3887-3895.
- MORIN, F. y C. Hartmann. 1986. Changes in free and conjugated 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid and in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase activity in the senescent Golden Delicious apple. *Journal of Plant Physiology* 125:173-178.
- PECH, J.C., M. Bouzayen, A. Latché, M. Sanmartin, A. Aggelis y A.K. Kanellis. 2003. Physiological, biochemical, and molecular aspects of ethylene biosynthesis and action; *In: J ABartz, J K Brecht* (eds.). *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. Marcel Dekker Inc. New York. USA. p: 247-285.
- ROMANI, R.J., B.M. Hess y Ch.A. Leslie. 1989. Salicylic acid inhibition of ethylene production by apple discs and other plant tissues. *Journal of Plant Growth Regulation* 8:63-69.
- SAS INSTITUTE. Statistical Analysis System. 2002. SAS/STAT<sup>MR</sup> User's guide. Version 9.0. SAS Institute Inc., Cary, NC 1028p.
- SEREK, M. y M.S. Reid. 2000. Role of growth regulators in the postharvest life of ornamentals; *In: A.S. Basra* (ed.). *Plant Growth Regulators in Agriculture and Horticulture*. Haworth Press Inc. New York, USA. p 147-174.
- SILVERMAN, F.P., P.D. Petracek, M.R. Noll y P. Warrior. 2004. Aminoethoxyvinylglycine effects on late season apple fruit maturation. *Plant Growth Regulation* 43:153-161.
- SRIVASTAVA, M.K. y U.N. Dwivedi. 2000. Delayed ripening of banana fruit by salicylic acid. *PlantScience* 158:87-96.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2009, última consulta Diciembre 2010. [www.siap.gob.mx](http://www.siap.gob.mx)
- URLICH, R. 1970. Organic acids. *In: A.C. Hulme* (ed.). *The biochemistry of fruits and their products*. Vol. 1. Academic press London and New York. p. 89-118.
- YUAN, R. y D.H. Carbaugh. 2007. Effects of NAA, AVG, and 1-MCP on ethylene biosynthesis, preharvest fruit drop, fruit maturity, and quality of 'Golden Supreme' and 'Golden Delicious' apples. *HortScience* 42:101-105.
- ZHANG, Y., K. Chen, S. Zhang y I. Ferguson. 2003. The role of salicylic acid in postharvest ripening of kiwifruit. *Postharvest Biology and Technology* 28:67-74. 

---

Este artículo es citado así:

Berlanga-Reyes, D. I., V. M. Guerrero-Prieto y J. J. Ornelas-Paz. 2011: *Productos alternativos a la aminoetoxivinilglicina para el control de la producción de etileno en manzana 'Golden Delicious'*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 5(2): 83-89.

## Resúmenes curriculares de autor y coautores

**DAVID IGNACIO BERLANGA REYES.** Terminó su licenciatura en 1992 en la Facultad de fruticultura, hoy Facultad de Ciencias Agrotecnológicas, de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Realizó un posgrado en el Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, Estado de México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias especialista en fruticultura en el año de 1996. De 1996 a 2003 se desempeñó como asesor de producción en huertos comerciales de manzana. Del 2003 a la fecha labora en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. con el puesto de Técnico Titular "A". Es catedrático en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas. Es especialista en Fisiología y Nutrición Vegetal y Fisiología Poscosecha. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura. Es autor de 5 artículos científicos. Ha participado en 12 Congresos Nacionales e Internacionales. Ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes externas.

**JOSÉ DE JESÚS ORNELAS PAZ.** Terminó su licenciatura en el 2000, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Bioquímico por el Instituto Tecnológico de Morelia. Realizó su posgrado en la Universidad Autónoma de Querétaro, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en el área de manejo poscosecha de frutas en 2002 y el grado de Doctor en Ciencias en el área de Química de Alimentos en 2007 por el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C., en colaboración con la Universidad Autónoma de Querétaro. Desde 2007 labora en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (Unidad Cuauhtémoc) y posee la categoría de Investigador titular A. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 2009 (Nivel 1 de 2009 a 2015). Su área de especialización es el la bioquímica y tecnología de frutas y hortalizas. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura, 4 de maestría y 1 de doctorado. Es autor de 22 artículos científicos, más de 30 ponencias en congresos y 6 capítulos de libros científicos; además ha impartido 4 conferencias por invitación y ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales) y Fundación Produce Chihuahua, es revisor del seguimiento de los Fondos sectoriales Sagarpa-CONACYT, y es árbitro de 9 revistas científicas de circulación internacional.

**DR. VÍCTOR MANUEL GUERRERO PRIETO.** Terminó su licenciatura en 1975, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Fruticultor por la ahora Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la UACH. Realizó su posgrado en la Oregon State University en Corvallis, OR. EUA, donde obtuvo el grado de Master of Science en Horticultura en 1984 y el grado de Doctor en Ciencias en Agronomía por la New Mexico State University en la Cruces, N. M. EUA, en 1995. Desde este año 2011, se reincorporó a la FACIATEC en el Campus Cuauhtémoc, Chihuahua y posee la categoría de Profesor-Investigador ATA. Ha sido miembro del Sistema Nacional de Investigadores desde 1986 a 1990 (Candidato a Investigador Nacional) y actualmente es Investigador Nacional Nivel I, desde el 2002. Su área de especialización es la fisiología vegetal y de poscosecha, así como el control biológico de enfermedades poscosecha utilizando microorganismos. Ha dirigido 14 tesis de licenciatura, 8 de maestría y 6 de doctorado. Es autor de 37 artículos científicos, más de 60 ponencias en congresos, 1 libro y 2 capítulos de libro científicos; además ha impartido 9 conferencias por invitación y ha dirigido 7 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Es evaluador RCEA de proyectos de investigación del CONACYT (Fondos institucionales, mixtos y sectoriales), Fundación Produce Chihuahua, es revisor del seguimiento de los Fondos sectoriales SAGARPA-CONACYT Y DEL CyTED, Madrid, España y es árbitro de 9 revistas científicas de circulación nacional e internacional.