

EFFECTOS DEL ENCALADO COMPLETO Y APLICACIÓN DE TDZ SOBRE LA BROTAÇÃO, RENDIMIENTO Y CALIDAD DE FRUTOS DEL MANZANO CV. GOLDEN DELICIOUS

Alejandro Zermeño¹, José Alexander Gil², Alejandro Hernández¹, Raúl Rodríguez¹, Homero Ramírez¹, Adalberto Benavides¹, Diana Jasso¹, Juan Munguia³ y Luis Ibarra³

RESUMEN

La producción de manzanas en el norte de México presenta problemas asociados a la ocurrencia de días muy soleados y cálidos seguidos por noches frías durante el invierno; estas fluctuaciones de temperatura tienen un efecto negativo en el letargo de las yemas, que resulta en una brotación retardada con falta de uniformidad, desprendimiento de yemas y abortos de embriones. El objetivo de esta investigación fue analizar el efecto del encalado completo del follaje de árboles de manzano (*Malus domestica* Borkh) al inicio del invierno sobre la brotación vegetativa y floral, rendimiento y calidad del fruto, y su relación con la aplicación de thidiazuron (TDZ) como promotor de brotación. El estudio se desarrolló durante el invierno 2005-2006 en una huerta de manzano (cultivar Golden Delicious) de nueve años de edad en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila. La brotación vegetativa en el tratamiento de encalado completo superó en 25 % al tratamiento testigo (sin aplicaciones) y en 21 % a la aplicación de TDZ. La combinación de encalado y aplicación de TDZ retrasó la brotación floral, en relación con los árboles sin encalado y sin la aplicación de TDZ. Asimismo, la combinación no mejoró la brotación de yemas florales. El encalado completo incrementó cerca del 27 % el rendimiento de frutos por árbol con respecto a la aplicación de TDZ. No hubo diferencias en las variables de calidad de frutos entre el encalado y la aplicación del promotor de brotación.

Palabras clave adicionales: *Malus domestica*, unidades frío, cal, reguladores de crecimiento

ABSTRACT

Effect of the entire whitewashing and TDZ application on budbreak, yield and quality of apple cv. Golden Delicious

The apple production in northern Mexico shows problems related to the occurrence during the winter time of sunny and warm days followed by cold nights; those temperature fluctuations have a negative effect in the bud dormancy that results in a late bud break, lack of uniformity, bud detachment, and abort of embryos. The objective of this research was to analyze the effect of whitewashing (with calcium hydroxide) of entire apple trees (*Malus domestica* Borkh), at the beginning of the winter season, on vegetative and floral bud break, fruit yield and quality, and its relationship to the use of thidiazuron (TDZ) as bud break promoter. The study was conducted during the winter of 2005-2006, in an apple orchard cv. Golden delicious of nine year-old at Jame, Arteaga County, Coahuila State, Mexico. The vegetative budbreak of the whitewashed trees was 25 % higher than those of the control treatment and 21 % more than the trees receiving TDZ. The combined use of whitewash and TDZ retarded floral bud break as compared to the control trees (no whitewashing, no TDZ). Likewise, such a combination did not improve floral budbreak. The whitewashing increased up to 27 % the fruit yield per tree as compared to the application of TDZ. No statistical differences in the variables of fruit quality were observed between whitewashing and the application of TDZ.

Additional key words: *Malus domestica*, chill units, lime, plant growth regulators

INTRODUCCIÓN

En México, el manzano es uno de los frutales de clima templado de mayor importancia. En los últimos años la producción de esta fruta ha aumentado notablemente debido a su alta demanda. Es un árbol caducifolio que requiere

durante el invierno (de noviembre a febrero) de un período de exposición a bajas temperaturas para acumular suficientes unidades frío (UF) y lograr así, una adecuada y uniforme brotación de yemas vegetativas y florales (Ramírez y Cepeda, 1993; Ghariani y Stebbins, 1994).

Una deficiente acumulación de unidades frío

Recibido: Enero 13, 2009

Aceptado: Noviembre 23, 2009

¹ Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Saltillo, Coahuila, México.

² Dpto. de Riego y Drenaje, Universidad de Oriente. Maturín. Venezuela. e-mail: jalexgil@cantv.net

³ Centro de Investigaciones de Química Aplicada, CIQA, Saltillo, Coahuila, México

trae como consecuencia un período de descanso prolongado, floración irregular y deficiente, inhibición y desprendimiento de yemas florales y vegetativas, y aborto de embriones (Calderón, 1993; Ramírez y Cepeda, 1993), lo cual resulta en una producción extemporánea, con frutos de mala calidad, falta de maduración y tamaño reducido.

Durante el invierno, en las zonas productoras de manzana de México, generalmente no se presentan las horas frío requeridas para que el árbol acumule las UF necesarias para una brotación y floración aceptables. Esto se debe fundamentalmente a que en el periodo de reposo se presentan temperaturas altas durante el día (mayores de 20° C), lo cual reduce las UF acumuladas durante la noche. Esta variación de temperatura ocasiona que se acumule sólo entre 60 y 80 % de las UF requeridas, por lo que el árbol brota y florece en forma deficiente, causando con esto que el rendimiento final se reduzca significativamente (Paz et al., 2003; Ramírez y Cepeda, 1993).

Para enfrentar este problema se utilizan reguladores de crecimiento como promotores de brotación y floración, tales como el thidiazuron (TDZ), los cuales se aplican en promedio unos 20 días antes de la brotación. Sin embargo, los resultados de estas aplicaciones no siempre son favorables, ya que dependen de la cantidad de UF acumuladas durante el invierno, fecha de aplicación y concentración utilizada (Steffens y Stutte, 1989; Siller-Cepeda et al., 1992).

Otra alternativa para reducir el calentamiento de las ramas y troncos durante las horas de máxima radiación solar es el cubrimiento total de los árboles con películas, como pintura blanca, caolín o hidróxido de calcio (cal). Hernández-Herrera et al. (2006) observaron que la reducción de la temperatura de los árboles por efecto del encalado aumenta la acumulación de unidades frío, calculadas con la temperatura interna de las ramas.

Con base a lo anterior, los objetivos de esta investigación fueron evaluar el efecto del encalado completo sobre la brotación vegetativa y floral, rendimiento y calidad de frutos de manzano y su relación con la aplicación de TDZ como promotor de brotación.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante el ciclo

productivo 2005-2006 en una huerta ubicada en la localidad de Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México, a una altitud de 2280 msnm y latitud de 25° 22' N. La localidad presenta un clima semidesértico, con lluvias en verano de 400 a 500 mm y temperaturas máximas y mínimas promedio de 31 y 10 °C, respectivamente.

Se utilizaron árboles del cultivar Golden Delicious de nueve años de edad y 3,5 m de altura, injertados sobre patrones MM 111. El marco de plantación es de 3 m entre árboles y 4 m entre hileras. El huerto se regó por goteo aplicando en promedio 48 L por árbol cada dos días, para mantener el suelo en un nivel de humedad cercano a la capacidad de campo. El control fitosanitario se realizó de acuerdo con las recomendaciones para la región, y no se presentaron problemas mayores de plagas o enfermedades.

El experimento se condujo bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y un testigo, seis repeticiones, y un árbol como unidad experimental. Los árboles seleccionados fueron de tamaño homogéneo; los diámetros del tronco fueron iguales estadísticamente ($P > 0,05$), de tal forma que el rendimiento de frutos se expresó en función de cada árbol. Los tratamientos fueron: sin encalado ni promotor de brotación (T1, testigo), encalado completo al inicio del invierno (T2), aplicación de TDZ como promotor de brotación al final del invierno, que corresponde a la práctica común de los productores de la región (T3), encalado completo al inicio del invierno y aplicación de TDZ al final del mismo (T4), y aplicación al inicio del invierno de TDZ y encalado completo (T5).

El encalado se aplicó en la primera semana de diciembre de 2005 mediante una asperjadora portátil, cuando los árboles estaban defoliados, utilizando 1,5 kg de hidróxido de calcio (95 % de pureza) con 15 mL de adherente (Bionex) en 10 litros de agua, para cubrir los seis árboles de cada tratamiento. Una segunda dosis se aplicó en la primera semana de enero de 2006.

La solución del TDZ se preparó disolviendo 3 g del producto y 15 mL del adherente en 10 litros de agua para cubrir los árboles del tratamiento correspondiente. La aplicación de TDZ como promotor de brotación se efectuó en la primera semana de marzo de 2006, mientras que su empleo como pulsador (denominado así porque el producto se aplicó al inicio del invierno) coincidió con la misma fecha de aplicación del encalado.

La brotación vegetativa se evaluó en cuatro ramas de aproximadamente 75 cm de longitud y dos años de crecimiento, seleccionadas al azar. En cada rama se contabilizó el total de yemas vegetativas presentes antes de la brotación (primera semana de marzo de 2006). Posteriormente, se obtuvo el número de yemas brotadas en la tercera semana de abril. El índice de yemas vegetativas brotadas se obtuvo dividiendo el número de yemas vegetativas brotadas entre el total de yemas contabilizadas.

La brotación floral se determinó en las mismas ramas seleccionadas previamente para la brotación vegetativas. Para esto, se cuantificó el total de yemas florales (yemas más redondas y más pubescentes que las vegetativas) antes de la brotación; posteriormente se realizó otro conteo de flores abiertas, cuando el árbol se encontraba en el estadio de floración completa. El índice de yemas florales abiertas se evaluó dividiendo el número de flores abiertas entre el total de yemas florales cuantificadas.

La dinámica de la brotación floral también se evaluó en las mismas ramas donde se obtuvo la brotación de yemas vegetativas y florales, realizando evaluaciones semanales y determinando el número de yemas florales que habían alcanzado alguno de los nueve estadios de la brotación floral de este frutal (Enz y Dachler, 1998; Gil-Albert, 1995). En cada fecha de muestreo, a cada yema de las cuatro ramas seleccionadas de cada tratamiento se le asignó un número del 1 al 9 correspondiente al estadio floral que había alcanzado. La rapidez con la que las yemas florales avanzaban a los estadios superiores en los diferentes tratamientos, se determinó obteniendo el valor medio de los números asignados a cada yema en las diferentes fechas. Para cada fecha de muestreo se realizó un análisis de varianza para detectar las posibles diferencias en la rapidez del avance de las yemas florales.

La cosecha se realizó en la primera semana de agosto y se determinó el rendimiento de frutos por árbol, los sólidos solubles totales (refractómetro manual), la firmeza (penetrómetro manual con puntilla de 11,3 mm Ø), y los índices de frutos de primera y segunda calidad. Los sólidos solubles totales y la firmeza se evaluaron utilizando cuatro frutos por unidad experimental. El índice de frutos de primera se obtuvo dividiendo el número de frutos de diámetro

ecuatorial mayor de 70 mm entre el total de frutos, mientras que el índice de frutos de segunda se obtuvo al dividir el número de frutos con diámetro ecuatorial de 66-70 mm entre el total de frutos. No se tomó en consideración el número de frutos menores a 66 mm debido a que no son aceptados por el mercado internacional y las cadenas comerciales de los mercados mexicanos.

Los resultados se evaluaron mediante análisis de varianza y prueba de medias de Tukey utilizando el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Brotación de yemas vegetativas. El encalado de los árboles al inicio del invierno, favoreció la brotación vegetativa en brotes de dos años de edad (Cuadro 1). El tratamiento de sólo encalado (T2) resultó superior a los demás tratamientos, ya que hubo 25 % más brotación que en el tratamiento testigo (T1), y 21 % más que con la aplicación de TDZ al final de invierno (T3) (el utilizado por los productores de la región). La brotación obtenida con el encalado completo al inicio del invierno fue semejante a la encontrada por Reyes et al. (1995) en el mismo cultivar de manzana utilizando un promotor de brotación (cianamida hidrogenada al 1 %). Por otra parte, Steffens y Stutte (1989) señalan que el TDZ promovió el rompimiento del letargo de yemas, solamente en maderas de dos años.

Cuadro 1. Brotación vegetativa y floral en manzano cv. Golden Delicious con aplicación de cal y/o TDZ, en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México

Tratamiento	Brotación (%)	
	Vegetativa	Floral
T1: Testigo	35,27 b	73,33 a
T2: Encalado	60,75 a	85,00 a
T3: Aplicación de TDZ	39,10 b	83,33 a
T4: Encalado y aplicación de TDZ	34,85 b	88,89 a
T5: Encalado y aplicación de TDZ como pulsador	25,26 c	75,00 a

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

La brotación en T1, T3, T4 y T5 fue relativamente baja (menos de 40 %) si se considera que el mínimo comercial es del orden de

60 %. Esto puede atribuirse a que las unidades frío acumuladas (UFA) calculadas según el modelo Utah (Richardson et al., 1974) para el invierno 2005-2006 escasamente alcanzaron 505,75 horas, muy por debajo de las 850 horas requeridas para una buena brotación (Ramírez y Saavedra, 1990). Richardson et al. (1974) establecieron que temperaturas superiores a 16 °C reducen las horas de frío acumuladas, lo cual es un factor que afecta la brotación del manzano en esta localidad en donde se pueden presentar temperaturas diurnas superiores a 20 °C en el período de invierno (Hernández-Herrera et al., 2006).

La mayor brotación de los árboles con encalado (T2) puede atribuirse a la mayor reflexión de la radiación solar y la consiguiente disminución de temperatura de las ramas y yemas que debió producirse con relación a los árboles de los tratamientos sin encalado, lo cual pudo resultar en una menor pérdida de las UFA durante los meses de invierno. Las yemas vegetativas requieren mayor acumulación de horas frío para brotar en comparación con los florales (Calderón, 1993), por lo que el efecto del encalado completo de los árboles pudo ser más significativo en estas yemas.

La combinación de encalado completo y aplicación de TDZ no produjo los mismos efectos que el encalado solo, y en la mayoría de las variables estudiadas produjo resultados similares al testigo. La razón de este comportamiento no es clara y merece mayor investigación.

Brotación de yemas florales. La brotación de yemas florales fue uniforme, con valores de brotación mayores a un 75 %, y no hubo diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1). Del-Real-Laborde et al. (1990), al aplicar cianamida hidrogenada al manzano 'Red Delicious', reportaron porcentajes similares de brotación floral.

A pesar de que las UFA, como ya se señaló, fueron bajas, la brotación en todos los tratamientos fue muy uniforme, lo cual probablemente refleja un menor requerimiento de unidades frío de las yemas florales (Calderón, 1993; Díaz, 2002). Adicionalmente, es necesario considerar que en la brotación floral existen otros factores involucrados (Erez, 1987).

Dinámica de la brotación de yemas florales. En

la primera semana de marzo, las yemas florales de todos los tratamientos se encontraban en el estadio 1 (punta plateada), pero una semana después (Figura 1) las yemas de todos los tratamientos se encontraban en promedio entre los estadios 1 y 2 (punta verde). La mayoría de las yemas en T1 habían pasado al estadio 2, mientras que la del resto de los tratamientos aún se encontraban en el estadio anterior ($P \leq 0,05$). A la semana siguiente, las yemas en T3 y T4 estaban más retrasadas que las del T1, ya que en promedio permanecían en el estadio 3 (media pulgada verde) mientras que las de T1 ya habían alcanzado el estadio 4 (racimo estrecho) ($P \leq 0,05$). En la secuencia cronológica posterior, las yemas en T4 estaban más retrasadas con respecto a las del T1, encontrándose en promedio en el estadio 4, mientras que las del T1 estaban en promedio en el estadio 6 (rosa completa). Luego se observó el mismo patrón, ya que las yemas en T4 seguían siendo las más retrasadas con relación a las del T1, ya que en promedio estaban en el estadio 6 mientras que las del T1 estaban en promedio en el estadio 8 (plena floración). Posteriormente, la brotación floral en los árboles de los cinco tratamientos se observó más uniforme. Las yemas en T1, T2 y T3 en promedio habían llegado al estadio 9 (caída de pétalos), mientras que las del T5, en promedio, estaban en el estadio 8 (Figura 1), es decir la combinación de encalado y aplicación de TDZ, retrasaron los estadios de la brotación floral.

Estos resultados indican que el encalado completo al inicio del invierno tiene el mismo efecto en el avance de los estadios de las yemas florales que la aplicación de TDZ al final del invierno. Esto probablemente se debe a que con el encalado las yemas pueden acumular más unidades frío durante el invierno para una mejor dinámica de la brotación en la primavera.

Rendimiento y calidad de frutos. El rendimiento de frutos fue superior ($P \leq 0,05$) en el tratamiento de encalado total al inicio del invierno (Cuadro 2). Este tratamiento superó no sólo al testigo sino también al T3. Esto indica que con el encalado total se podría obtener un rendimiento de cerca del 27 % más por árbol que con la aplicación de TDZ. En forma similar, Hernández-Herrera et al. (2006) también encontraron diferencias en el rendimiento de frutos en un estudio realizado en la Sierra

de Arteaga, y reportaron que los árboles con encalado completo tuvieron rendimientos mayores que el de los árboles sin encalar o aquellos a los que se les aplicó promotores de brotación. Por su

parte, Glenn et al. (2003) reportaron incrementos en el rendimiento del manzano al usar aspersiones con caolín (arcilla blanca) para tratar de reducir la temperatura de los árboles.

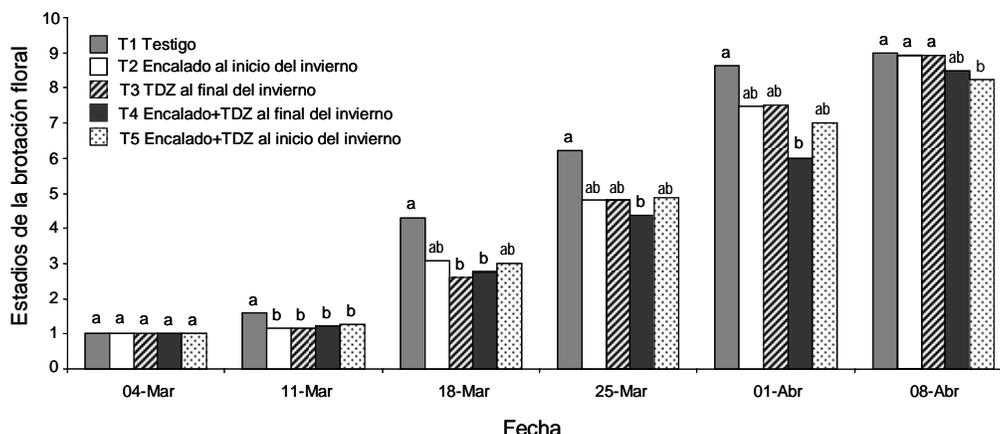


Figura 1. Dinámica de la brotación floral del manzano con aplicación de cal y/o TDZ en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México. Columnas con la misma letra en cada fecha son iguales estadísticamente (Tukey, $P \leq 0,05$)

Cuadro 2. Rendimiento del manzano cv. Golden Delicious con aplicación de cal y/o TDZ, en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México

Tratamiento	Rendimiento (kg·árbol ⁻¹)
T1: Testigo	43,84 b
T2: Encalado	55,05 a
T3: Aplicación de TDZ	43,43 b
T4: Encalado y aplicación de TDZ	51,16 ab
T5: Encalado y aplicación de TDZ como pulsador	45,31 ab

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

En cuanto al contenido de sólidos solubles totales T3 superó al testigo ($P \leq 0,05$) pero sin diferencias con el T2 (Cuadro 3). El resto de las variables de calidad (firmeza e índice de frutos de primera y segunda) no fueron afectadas por los

tratamientos. Esto sugiere que el efecto principal del encalado se manifiesta en el rendimiento de frutos, sin afectar los parámetros de calidad, concordando con los resultados reportados por Glenn et al. (2003).

Cuadro 3. Calidad en frutos de manzano cv. Golden Delicious con aplicación de cal y/o TDZ en Jame, municipio de Arteaga, Coahuila, México

Tratamiento	Variables de calidad			
	Sólidos solubles totales (°Brix)	Firmeza (kg·cm ⁻²)	Índice de frutos de primera	Índice de frutos de segunda
T1: Testigo	14,40 b	7,21 a	0,2279 a	0,2588 a
T2: Encalado	14,54 ab	7,31 a	0,4026 a	0,2773 a
T3: Aplicación de TDZ	15,08 a	7,13 a	0,3308 a	0,2736 a
T4: Encalado y aplicación de TDZ	14,90 ab	7,14 a	0,3259 a	0,3443 a
T5: Encalado y aplicación de TDZ como pulsador	14,79 ab	7,10 a	0,3243 a	0,2514 a

Valores con la misma letra son estadísticamente iguales entre sí según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

El encalado completo del árbol incrementó la brotación de yemas vegetativas y el rendimiento de frutos con respecto al uso de promotores de brotación. El encalado completo y la aplicación de TDZ no incrementaron el porcentaje de brotación de yemas florales ni afectaron la calidad del fruto. La combinación de encalado y aplicación de TDZ en la mayoría de las variables estudiadas produjo resultados similares al testigo, pero retrasaron los estadíos de la brotación floral.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Caleras de La Laguna por suministrar el producto Quimex 95, y el apoyo económico otorgado. También a la UAAAN por las facilidades prestadas para realizar el estudio.

LITERATURA CITADA

- Calderón, A.E. 1993. Fruticultura General. El Esfuerzo del Hombre. Limusa. México.
- Del-Real-Laborde, J.I., J.L. Anderson y S.D. Seeley. 1990. An apple tree dormancy model for subtropical conditions. *Acta Horticulturae* 276: 183-191.
- Díaz, D.H. 2002. Fisiología de árboles frutales. Edit. AGT. México.
- Enz, M. y C. Dachler. 1998. Escala BBCH para la identificación de los estadíos fisiológicos de las especies mono y dicotiledóneas cultivadas. Basf, Postfach 120, D-67114. Limburgerhof. Germany. pp. 48-50.
- Erez, A. 1987. Chemical control of bud break. *HortScience* 22: 1240-1243.
- Ghariani, K. y R.L. Stebbins. 1994. Chilling requirements of apple and pear cultivars. *Fruit-Varieties-Journal* 48: 215-222.
- Gil-Albert, F. 1995. Tratado de arboricultura frutal. Vol I. Morfología y fisiología del árbol frutal. Mundi-Prensa, Madrid. 102 p.
- Glenn, D.M., A. Erez, G.L. Puterka y P. Gundrum. 2003. Particle film affect carbon assimilation and yield in 'Empire' apple. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 128: 356-362.
- Hernández-Herrera, A., A. Zermeño-González y R. Rodríguez-García, D. Jasso-Cantú. 2006. Beneficios del encalado total del manzano (*Malus domestica* Borkh) en la Sierra de Arteaga, Coahuila, México. *Agrociencia* 40(5): 577-584.
- Paz, E.R., L.A. Reyes y A. Benavides. 2003. El cargado de yemas como alternativa para inducir el brote de manzanos bajo condiciones extremas de deficiencia de frío. *Agraria* 19: 1-14.
- Ramírez, H. y M. Cepeda-Siller. 1993. El Manzano. Trillas, UAAAN, México. 208 p.
- Ramírez, H. y L.L. Saavedra. 1990. A low chilling requirement Golden Delicious apple mutant from northeast Mexico. *Acta Horticulturae* 279: 67-73.
- Reyes, L.A., H.I. Macias, L.B. Herrera y A. Martínez. 1995. Efecto de la cianamida hidrogenada y el despunte en la brotación del manzano var. Rome Beauty Lawspur. *Agraria* 11: 1-9.
- Richardson, A.E., S.D. Seeley y D.R. Walker. 1974. A model for estimating of rest for Red Haven and Elberta peach trees. *HortScience* 9: 331-332.
- Siller-Cepeda, J.H., L.H. Fuchigami y T.H.H. Chen. 1992. Hydrogen cyanamide-induced budbreak and phytotoxicity in 'Redhaven' peach buds. *HortScience* 27: 874-876.
- Steffens, G.L. y G.W. Stutte. 1989. Thidiazuron substitution for chilling requirements in three apple cultivars. *Journal of Plant Growth Regulation* 8: 301-307.