

# INFLUENCIA DE PROHEXADIONA-CA SOBRE CRECIMIENTO VEGETATIVO, PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE FRUTO EN MANZANO

H. Ramírez-Rodríguez<sup>1</sup>; J. C. Gómez-Castañeda<sup>2</sup>; A. Benavides-Mendoza<sup>1</sup>;  
V. Robledo-Torres<sup>1</sup>; L. I. Encina-Rodríguez<sup>1</sup>; C. A. Coello-Coutiño<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Horticultura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista Saltillo, Coahuila, México. Correo-e: homeror@terra.com.mx (<sup>1</sup>Autor responsable).

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V. Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas, México. Apartado Postal 78. C. P. 30470.

## RESUMEN

Se realizó una investigación en Arteaga, Coahuila, México en el 2002, con el propósito de evaluar el efecto del retardante prohexadiona-Ca sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo en manzano. Se realizaron aplicaciones de este compuesto en la primavera del 2002 cuando el nuevo brote alcanzó 5 cm de longitud con 0, 125, 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> en los cultivares Royal Gala y Golden Delicious. Se hizo una segunda aplicación de las mismas concentraciones quince días después de la primera aspersión. Los resultados mostraron que las concentraciones utilizadas de este retardante provocaron una notable reducción en el crecimiento de la rama y longitud de entrenudo en ambos cultivares. El número de hojas por rama se redujo en ambos cultivares con cualquier concentración; sin embargo, la longitud del pecíolo tendió a reducirse sin efecto significativo. El cuajado de fruta fue mayor en las concentraciones de 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> en 'Royal Gala' mientras que en 'Golden Delicious' esto se observó solamente con 250 mg·litro<sup>-1</sup>. Las diferentes concentraciones del retardante causaron una mayor producción por árbol en ambos cultivares. En cosecha, el peso y radio de fruto tuvieron una tendencia a ser mayores en el testigo; mientras que los tratados con prohexadiona-Ca presentaron menor contenido de sólidos solubles totales y mayor firmeza en ambos cultivares. Se concluye que prohexadiona-Ca en las diferentes concentraciones estudiadas en los manzanos 'Royal Gala' y 'Golden Delicious' reduce el crecimiento vegetativo, aumenta la producción de fruta por árbol, reduce el contenido de sólidos solubles totales y aumenta la firmeza de frutos cosechados.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** *Malus domestica* Borkh., retardante de crecimiento, regulador de crecimiento, frutal templado, antigiberelinas.

## INFLUENCE OF PROHEXADIONE-CA ON VEGETATIVE GROWTH, PRODUCTION, AND FRUIT QUALITY OF APPLE TREES

### SUMMARY

A research was conducted in Arteaga, Coahuila, Mexico in 2002 with the purpose of evaluating the effect of the retardant prohexadione-Ca on vegetative and reproductive growth of apple trees. Applications of this compound were done in the spring of 2002, when new buds reached a length of 5 cm, with 0, 125, 175, and 250 mg·liter<sup>-1</sup> on cultivars Royal Gala and Golden Delicious. A second application with the same concentrations was carried out 15 days after the first spraying. Results showed that the three concentrations used for this retardant had a noticeable reduction in branch growth and internode length for both cultivars. The number of leaves per branch decreased for both cultivars at all concentrations; however, petiole length tended to decrease without significant effect. Fruit setting was higher at concentrations of 175 and 250 mg·liter<sup>-1</sup> in 'Royal Gala' while this was observed for 'Golden Delicious' only at 250 mg·liter<sup>-1</sup>. Different concentrations of the retardant caused a higher production per tree in both cultivars. At harvest, fruit weight and radius tended to be higher for the control; while fruits treated with prohexadione-Ca showed a lower content of total soluble solids and higher firmness in both cultivars. We concluded that prohexadione-Ca, at different concentrations studied in apple cultivars Royal Gala and Golden Delicious, reduces vegetative growth, increases fruit production per tree, reduces total soluble solids content, and increases firmness of harvested fruits.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** *Malus domestica* Borkh., growth retardant, growth regulator, temperate fruit tree, anti-gibberellins.

## INTRODUCCIÓN

El manejo apropiado del crecimiento vegetativo en los árboles de manzano es una preocupación mayor en la producción de frutos en la región frutícola de Arteaga, Coahuila, México (Ramírez, 2000). Evitar un crecimiento excesivo de ramas contribuirá a una mejor penetración de la luz y un incremento de asimilados para la formación y desarrollo de frutos (Basak y Rademacher, 2000; Unrath, 1999). La poda oportuna juega un papel importante en el manejo de manzano. Lo anterior, cuando es adecuado, se refleja en un buen balance entre la fase vegetativa y reproductiva y contribuye a una producción consistente durante la vida productiva del frutal (Bengarth, 1997; Fallahi, 1999). Alternativamente, un equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo en manzano puede también lograrse empleando retardantes de crecimiento (Greene, 1991; Evans *et al.*, 1997; Evans *et al.*, 1999).

Se han utilizado inhibidores de la biosíntesis de giberelinas para restringir el crecimiento vegetativo y cambiar el balance de crecimiento vegetativo a reproductivo como: cloromequat, daminozida y paclobutrazol (Rademacher *et al.*, 1998). Se ha demostrado que estos compuestos inhiben el alargamiento del tallo y promueven la floración en manzano (Edgerton, 1986; Ramírez, 2000). Sin embargo, tienen la desventaja de su persistencia en el árbol y la presencia de propiedades toxicológicas en humanos. Condiciones que no permiten en la actualidad su uso en frutales y otros cultivos hortícolas (Owens y Stover, 1999). Esta situación ha originado en la actualidad la falta de opciones químicas para el manejo del manzano.

El retardante de crecimiento prohexadiona-Ca (calcio 3-oxido-4-propionil-5-oxo-3-ciclohexano-carboxilato) ha sido reportado como una alternativa para el control adecuado del crecimiento vegetativo en árboles de manzano (Unrath, 1999). Este compuesto se caracteriza por bloquear la biosíntesis de giberelinas en el meristemo apical con baja toxicidad en plantas y persistencia limitada en tejidos vegetales (Rademacher *et al.*, 1998). El prohexadiona-Ca (Apogee), además de reducir el crecimiento vegetativo en manzano, incrementa el cuajado de fruto e induce la formación de yemas florales (Basak y Rademacher, 2000). Estas experiencias se han obtenido en Estados Unidos y países europeos.

Con base en lo anterior el objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad del retardante de crecimiento prohexadiona-Ca (P-Ca) en el crecimiento vegetativo, producción y calidad del fruto en los cultivos de manzano 'Royal Gala' y 'Golden Delicious' bajo condiciones de Arteaga, Coahuila, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante el periodo primavera-verano 2002 en la huerta Guadalupe en

Huachichil, municipio de Arteaga, Coahuila, México, ubicada a los 25°13' latitud N, 10°46' de longitud W y altitud de 1980 m, temperatura media anual de 14.4 °C, con una máxima de 36 °C y una mínima de -8.5 °C. La precipitación media anual es de 240 mm. La presencia de heladas tardías en abril y granizo en julio son frecuentes. La huerta utiliza el sistema de riego por goteo, mallas antigranizo y el sistema de diesel presurizado como protección contra heladas tardías.

Se utilizaron los cultivares de manzano 'Royal Gala'/MM-106 y 'Golden Delicious'/MM-106 establecidos en lotes separados con distancia de plantación de 2 x 3 m (1500 árboles-ha<sup>-1</sup>), de 10 años de edad, manejados con el sistema de líder central. La máxima floración se observó en 'Royal Gala' los días 3 y 4 de abril, en tanto que en el 'Golden Delicious' la máxima floración ocurrió en los días 7 y 8 del mismo mes. Durante la floración y posterior a ello no se presentaron heladas. La sección de huerta en donde se estableció el presente trabajo no recibió raleo de fruta.

El retardante de crecimiento prohexadiona-Ca fue utilizado para su evaluación en cada cultivar en concentraciones de 0, 125, 175 y 250 mg-litro<sup>-1</sup>. En cada aplicación de este producto se agregó el surfactante líquido polioxietilenopolipropoxipropanol (Bionex) a razón de (1 ml-litro<sup>-1</sup>) de agua. Cuando los nuevos brotes alcanzaron un crecimiento promedio de 5 cm de longitud (17 abril), correspondiendo aproximadamente a 6 días después de la brotación total, se realizó la primera aplicación de los tratamientos considerados. Una segunda aplicación con las mismas concentraciones se llevó a cabo el 2 de mayo.

Con base en que los cultivares estudiados en este trabajo se encontraban establecidos en lotes diferentes, se utilizó en cada uno y en forma independiente un diseño experimental completamente al azar distribuidos los tratamientos aleatoriamente con cuatro repeticiones utilizando tres árboles por repetición. El modelo utilizado fue el siguiente:  $Y_{ij} = \mu + T_i + E_{ij}$  ( $Y$  = variable de interés;  $\mu$  = media;  $T_i$  = efecto de tratamiento;  $E_{ij}$  = error experimental). La prueba de comparación de medias se realizó utilizando la prueba de Duncan con un nivel de probabilidad de 1 y 5 %. En cada árbol se seleccionaron cuatro ramas de su parte media ubicadas en cada punto cardinal. En ellas fueron evaluados desde la fecha de aplicación de los tratamientos hasta cosecha los siguientes caracteres: crecimiento de rama, longitud de entrenudo, número de hojas por rama y longitud de peciolo. En cosecha se evaluó: cuajado de fruto, radio de fruto, peso de fruto, firmeza de fruto y contenido de sólidos solubles totales; además se evaluó la producción total por árbol. La evaluación en campo de las variables vegetativas referidas se realizó con una regla Baco escala 0 a 50 cm y un vernier modelo Effegi escala 0 a 12 cm. El radio de fruto (longitud/diámetro) se midió con el mismo vernier; el peso del fruto se efectuó empleando una balanza digital Sartorius Electronic Toploader (1006 MP9); mientras que la producción total por árbol fue obtenida utilizando

una báscula Roca. La firmeza del fruto se determinó con un penetrómetro "Fruit pressure tester" Modelo FT327. Los sólidos solubles totales (SST, °Brix) se midieron con un refractómetro óptico manual Modelo ATC-1, escala 0 a 32 % °Brix. Los caracteres de frutos evaluados se efectuaron en 50 frutos al azar por tratamiento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento vegetativo

En la Figura 1, se presentan los efectos de P-Ca sobre el crecimiento de la rama en 'Royal Gala'. Se observó que las concentraciones utilizadas de este retardante, provocaron una reducción significativa de la misma ( $P \leq 0.05$ ). El efecto fue mayor con las concentraciones de 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup>. Al comparar estos tratamientos con el testigo, se observó una diferencia aproximada de 30 cm en longitud. La reducción en el crecimiento de la rama fue notable en cualquier tratamiento con P-Ca a partir del día 2 de mayo, fecha que correspondió a 15 días después de la primera aplicación. El efecto en la reducción del crecimiento se mantuvo con la segunda aplicación del retardante en cada concentración. La influencia de P-Ca en 'Golden Delicious' presentó un patrón de reducción de crecimiento de la rama en las diferentes concentraciones del retardante al compararse con el testigo (Figura 2). En esta ocasión, las diferencias entre el testigo y la máxima reducción con 250 mg·litro<sup>-1</sup> de P-Ca fue de aproximadamente 20 cm ( $P \leq 0.01$ ). El efecto del P-Ca en sus diferentes concentraciones, también estuvo asociado con una notable reducción en la longitud de entrenudos ( $P \leq 0.01$ ) en 'Royal Gala' (Cuadro 1). En 'Golden Delicious' la diferencia se presentó con mayor intensidad a 250 mg·litro<sup>-1</sup> (Cuadro 2). El número de hojas por rama se redujo en ambos cultivares con cualquier concentración del retardante. Con referencia a la longitud del peciolo, aunque hubo una tendencia a reducirse en los dos cultivares estudiados, no se observó un efecto significativo en ninguna de las concentraciones de P-Ca (Cuadros 1 y 2).

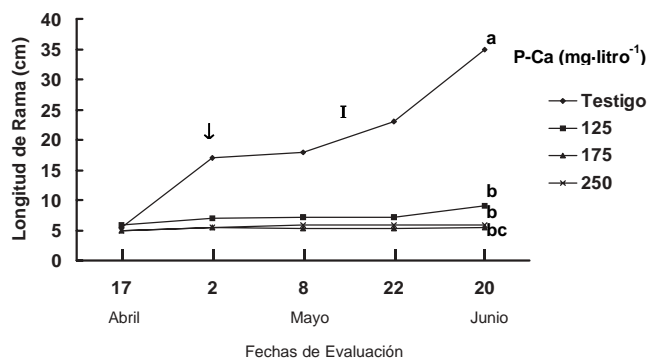


Figura 1. Efecto de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre el crecimiento de rama de manzano 'Royal Gala'. Cada punto representa la media de 12 árboles. Mismas letras son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.05$ . ↓ Segunda aplicación.

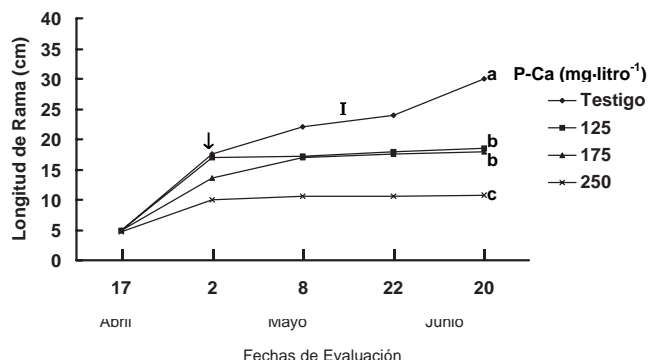


Figura 2. Efecto de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre el crecimiento de rama de manzano 'Golden Delicious'. Cada punto representa la media de 12 árboles. Mismas letras son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.01$ . ↓ Segunda aplicación.

CUADRO 1. Efectos de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre variables vegetativas de manzano 'Royal Gala' en Arteaga, Coahuila, México. 2002. Cada valor representa la media de 12 árboles.

Tratamiento (mg·litro <sup>-1</sup> )	Longitud del Entrenudo (mm)	Número de Hojas por Rama	Longitud del Peciolo (mm)
Testigo	27.0 a <sup>2</sup>	12 a	34.2 a
125	19.6 b	9 b	33.7 a
175	18.2 b	8 b	33.3 a
250	14.5 c	9 b	36.0 a

<sup>2</sup>Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.01$ .

CUADRO 2. Efectos de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre variables vegetativas de manzano 'Golden Delicious' en Arteaga, Coahuila, México. 2002. Cada valor representa la media de 12 árboles.

Tratamiento (mg·litro <sup>-1</sup> )	Longitud del Entrenudo (mm)	Número de hojas por rama	Longitud del peciolo (mm)
Testigo	30.9 a <sup>2</sup>	12 a	33.4a
125	28.6 b	10 b	32.0 a
175	27.5 b	10 b	31.9 a
250	19.7 c	9 b	31.0 a

<sup>2</sup>Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.01$ .

Los efectos de P-Ca observados en la presente investigación sobre la reducción del crecimiento en la rama, longitud del entrenudo y número de hojas en los cultivares Royal Gala y Golden Delicious coinciden con estudios previos en diferentes cultivares de este frutal. Basak y Rademacher (2000) al trabajar en Polonia con P-Ca en

manzano 'Lobo' y 'Gloster' en condiciones de alta humedad y temperatura promedio de 18 °C durante la estación de crecimiento encontraron una reducción del 50 % en el crecimiento de la rama con una concentración de 200 mg-litro<sup>-1</sup> del retardante. Este efecto también se reflejó en la reducción del número de hojas por rama y longitud del entrenudo. En Massachussets, USA., Greene (1996) observó en 'Mc Intosh' y 'Macoun' los mismos efectos cuando se aplicó P-Ca a una concentración de 180 a 270 mg-litro<sup>-1</sup>. Byers y Yoder (1999) encontraron en Winchester Virginia, una reducción del 40 % de crecimiento vegetativo en ramas de manzano 'Starkrimson' cuando aplicaron 250 mg-litro<sup>-1</sup> de P-Ca con la presencia de una temperatura promedio de 20 °C durante los 10 días posteriores al tratamiento. La influencia de temperaturas entre 20 a 22 °C en los días posteriores a la aplicación de P-Ca a concentración de 180 mg-litro<sup>-1</sup> también ha sido reportada como un factor importante que contribuye a que el retardante cause una reducción del 50 % de crecimiento vegetativo en pera 'Williams' en la región de Emilia-Romagna (Costa *et al.*, 2001). La concentración de P-Ca a 200 mg-litro<sup>-1</sup> ha mostrado una mayor reducción de crecimiento vegetativo en los cultivares de manzana 'Fuji', 'Elstar', 'Golden Delicious' y 'Cox' cuando la temperatura posterior a la aplicación del retardante fluctúa entre 20 a 24 °C (Rademacher, 2001). Con base en esas experiencias, se refleja la importancia de las condiciones ambientales en la influencia del retardante (Rademacher *et al.*, 1998). En Arteaga, Coahuila, las condiciones de clima bajo las cuales se desarrollan los manzanos de este estudio se caracterizan por ser del tipo seco (Ramírez, 2000), con invierno benigno y temperaturas máximas de 28 °C, durante las aplicaciones de P-Ca. Estas condiciones pudieron contribuir al efecto dramático observado en 'Royal Gala' sobre la reducción del crecimiento de la rama con 175 y 250 mg-litro<sup>-1</sup> del retardante (Figura 1). Este efecto, quizás permite reconsiderar a esas concentraciones para futuras aplicaciones. En 'Golden Delicious' (Figura 2) la reducción en el crecimiento de la rama no fue tan impactante como en 'Royal Gala', sin embargo, la concentración de P-Ca a 250 mg-litro<sup>-1</sup> marcó también una notable diferencia con el testigo. En el manejo del manzano, la poda es una práctica clave en su producción y calidad (Ramírez, 2000), por lo

tanto, la reducción en el crecimiento vegetativo observado en el presente trabajo puede contribuir a establecer una concentración de P-Ca que ayude a manipular el crecimiento de este frutal.

### Producción y calidad de fruto

Las diferentes concentraciones de P-Ca al compararse con el testigo, mostraron una mayor producción por árbol en 'Royal Gala' (Cuadro 3) y 'Golden Delicious' (Cuadro 4). En ambos cultivares la diferencia fue mayor con el tratamiento del retardante a la concentración de 250 mg-litro<sup>-1</sup>; aunque la concentración de 175 mg-litro<sup>-1</sup> también provocó un aumento substancial en kg de fruta por árbol. Al evaluar el efecto del retardante a nivel rama se observó en 'Royal Gala' un cuajado de fruta mayor ( $P \leq 0.01$ ) en todos los tratamientos con P-Ca (Cuadro 3). En 'Golden Delicious', este carácter mostró mayor porcentaje solamente en la concentración de P-Ca a 250 mg-litro<sup>-1</sup> (Cuadro 4). En las variables peso y radio del fruto, aunque sin efecto significativo, se observó en ambos cultivares una tendencia a ser mayores en las ramas evaluadas de los árboles testigo. Las diferentes concentraciones de P-Ca siempre provocaron menor contenido de sólidos solubles totales y una mayor firmeza en los frutos evaluados en 'Royal Gala' (Cuadro 3) y 'Golden Delicious' (Cuadro 4).

En el presente trabajo se observó un aumento en la producción de fruta por árbol con el tratamiento de P-Ca a concentraciones de 125, 175 y 250 mg-litro<sup>-1</sup> en los cultivares 'Royal Gala' (Cuadro 3) y 'Golden Delicious' (Cuadro 4). Este efecto se liga al aumento en el cuajado de fruto en árboles tratados con el retardante en el cultivar Royal Gala (Cuadro 3) y en el tratamiento con P-Ca a 250 mg-litro<sup>-1</sup> en 'Golden Delicious' en donde las concentraciones del retardante 125 y 175 mg-litro<sup>-1</sup> solamente proyectaron una tendencia a mayor cuajado (Cuadro 4). El incremento en la producción total por árbol observado en los tratamientos con P-Ca, es consistente con los reportes de Greene (1996) en el cultivar Mc Intosh, Unrath (1999) en 'Red Delicious' y, Basak y Rademacher (2000) en el cv. Jonagold. En manzano 'Golden Delicious', Owens y Stover (1999) y Yoder *et al.* (1999) observaron solamente una

**CUADRO 3. Efectos de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre variables de frutos de manzano 'Royal Gala' en Arteaga, Coahuila, México. 2002.**

Tratamiento (mg-litro <sup>-1</sup> )	Fruto <sup>a</sup>					Producción Total por Árbol (kg) <sup>x</sup>
	Cuajado (%)	Peso (g)	Radio (longitud/diámetro)	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Firmeza (kg·cm <sup>-2</sup> )	
Testigo	23 b <sup>z</sup>	150 a	0.93 a	13.24 a	6.28 b	54.46 c
125	29 a	147 a	0.87 a	10.46 b	8.16 a	61.02 b
175	34 a	145 a	0.92 a	9.98 b	7.66 a	63.02 b
250	40 a	146 a	0.88 a	9.66 b	8.04 a	69.70 ab

<sup>a</sup>Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.01$ .

<sup>x</sup>Cada valor representa la media de 50 frutos.

<sup>z</sup>Cada valor representa la media de 12 árboles.



**CUADRO 4. Efectos de prohexadiona-Ca (Apogee) sobre parámetros de frutos de manzano 'Golden Delicious' en Arteaga, Coahuila, México. 2002.**

Tratamiento (mg·litro <sup>-1</sup> )	Fruto <sup>y</sup>					Producción Total por Árbol (kg) <sup>x</sup>
	Cuajado (%)	Peso (g)	Radio (Longitud/Diámetro)	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Firmeza (kg·cm <sup>-2</sup> )	
Testigo	25 b <sup>z</sup>	163 a	0.87 a	11.2 a	9.00 b	39 c
125	26 b	161 a	0.86 a	10.5 b	9.30 b	48 b
175	28 b	159 a	0.85 a	10.8 b	9.60 b	54 b
250	40 a	157 a	0.86 a	10.0 b	10.50 a	57 ab

<sup>z</sup> Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan a una  $P \leq 0.01$ .

<sup>y</sup> Cada valor representa la media de 50 frutos.

<sup>x</sup> Cada valor representa la media de 12 árboles.

tendencia a mayor cuajado de fruta por rama a pesar de que la producción total por árbol fue mayor cuando se aplicó P-Ca a concentraciones de 125-200 mg·litro<sup>-1</sup>. Este efecto de prohexadiona-Ca se interpreta como resultado primeramente de una reducción en el crecimiento vegetativo (Figuras 1 y 2), condición esta que origina posteriormente una redistribución de los asimilados disponibles hacia frutos recientemente formados (Evans *et al.*, 1997). Cuando esto sucede, presumiblemente el árbol aumenta su capacidad para retener más frutos como se observó en 'Royal Gala' con las diferentes concentraciones del retardante (Cuadro 3). El mayor cuajado de fruto en 'Golden Delicious' observado en la concentración 250 mg·litro<sup>-1</sup> de P-Ca ( $P \leq 0.01$ ) a nivel de rama (Cuadro 4), pudiera reflejar en este cultivar una respuesta variable con las diferentes concentraciones de P-Ca que se han evaluado (Unrath, 1999). 'Golden Delicious' ha mostrado en diferentes regiones inconsistencia a respuesta de P-Ca en cuajado de fruto (Rademacher *et al.*, 1998). En la actualidad, las concentraciones de P-Ca ha sido modificado para ser evaluado en 'Golden Delicious' con el fin de establecer concentraciones más adecuadas (Rademacher, 2002). El tamaño y radio del fruto en árboles de ambos cultivares mostraron una tendencia a ser iguales que el testigo. El productor de manzana busca al momento de la cosecha que su fruto tenga un bajo contenido de sólidos solubles totales y una buena firmeza (Ramírez, 2000). Lo anterior, en particular se aplica cuando se requiere almacenar la fruta en frío o en atmósfera controlada por periodos prolongados. Por lo tanto, el retrasar el proceso de maduración del fruto juega también un papel importante en el manejo del manzano. En este trabajo se observó en 'Royal Gala' (Cuadro 3) y 'Golden Delicious' (Cuadro 4), que P-Ca en todas las concentraciones utilizadas produjo frutos con menor contenido de sólidos solubles totales ( $P \leq 0.01$ ) y mayor firmeza ( $P \leq 0.01$ ). Este efecto ha sido observado en diversos cultivares de manzano tratados con P-Ca al inicio del crecimiento vegetativo cuando el cuajado de fruto ha ocurrido (Rademacher *et al.*, 1998; Greene, 1999; Costa *et al.*, 2001). La forma en que P-Ca origina estos cambios en el fruto no ha sido establecida totalmente (Evans *et al.*, 1999). La reducción en la formación de etileno en fruto (Rademacher, 2001) y menor número de hojas

formadas (Cuadros 1 y 2) causados por P-Ca, pudieran contribuir a crear condiciones internas en el fruto para retrasar su proceso de maduración. Este concepto se encuentra actualmente bajo estudio (Rademacher, 2002; Ramírez, 2003). Los resultados obtenidos en el presente estudio con prohexadiona-Ca sobre la reducción en el crecimiento vegetativo, aumento en producción y fruta con mejor calidad en cosecha en los cultivares de manzano 'Royal Gala' y 'Golden Delicious' abren una alternativa interesante con este retardante de crecimiento en el manejo de este frutal en Arteaga, Coahuila.

## CONCLUSIONES

Prohexadiona-Ca en las concentraciones de 125, 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> aplicadas cuando el brote vegetativo alcanzó durante la primavera 5 cm de longitud y repetidas 15 días después, redujeron el crecimiento vegetativo y número de hojas por rama en los manzanos 'Royal Gala' y 'Golden Delicious'. El cuajado de fruta y la producción por árbol se incrementaron notablemente en ambos cultivares con los tratamientos de 125, 175 y 250 mg·litro<sup>-1</sup> del retardante de crecimiento.

Los frutos de árboles tratados con P-Ca a cualquier concentración en ambos cultivares mostraron una tendencia a menor tamaño y radio; sin embargo, su firmeza fue mayor y su contenido de sólidos solubles totales fue menor al momento de la cosecha.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a BASF Mexicana el financiamiento para la realización del presente trabajo a través del proyecto UAAAN-BASF 02-03-0206-2146.

## LITERATURA CITADA

BANGERTH, F. K. 1997. Can regulatory mechanism in fruit growth and development be elucidate the study of endogenous hormone concentration. *Acta Horticulturae* 63: 77-87.

- BASAK, A.; RADEMACHER, W. 2000. Growth regulation of pome and stone fruits trees by use of Prohexadione-Ca. *Acta Horticulturae* 514: 41-50.
- BYERS, R. E.; YODER, K. S. 1999. Prohexadione-calcium inhibits apple, but not peach, tree growth, but has little influence on apple fruit thinning or quality. *HortScience* 34(7): 1205-1209.
- COSTA, G.; SABATINI, E.; SPINELLI, F.; ANDREOTTI, C.; BOMBEN, C.; VIZZOTO, G. 2001. Two years of application of P-Ca on apple: Effect on vegetative and cropping performance, fruit quality, return bloom and residual effect . IX International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. Seoul, Korea. Abstract 0-4.
- COSTA, G.; SABATINI, E.; SPINELLI, F.; ANDREOTTI, C.; SPADA, G.; MAZINI, F. 2001. Prohexadione-Ca control vegetative growth and cropping performance in pear. IX International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. Seoul, Korea. Abstract 0-25.
- EDGERTON, L. J. 1996. Some effects of Paclobutrazol on growth and fruiting of apple, peach, and cherry. *Acta Horticulturae* 179: 467-472.
- EVANS, J. R.; ISHIDA, C. A.; REGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1997. Mode of action, metabolism and uptake of BAS-125W, prohexadione-calcium. *HortScience* 32: 557-558.
- EVANS, L.; EVANS, R. R.; RAGUSCI, C. L.; RADEMACHER, W. 1999. Mode of action, metabolism, and uptake of BAS-125W Prohexadione-calcium. *HortScience* 34(7): 1200-1201.
- FALLAHI, E. 1999. Metabolism, action, and use of BAS-125W in apples. *HortScience* 34(7): 1193-1193.
- GREENE, D. W. 1991. Reduced rates and multiple sprays of Paclobutrazol control growth and improve fruit quality of Delicious apples. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 116: 807-812.
- GREENE, D. W. 1996. The use of BAS 125W to control growth of apple trees. *Proceedings PGRSA* 24(1-2): 59.
- GREENE, D. W. 1999. Tree growth management and fruit quality of apple trees treated with Prohexadione-Calcium (BAS 125). *HortScience* 34(7): 1209-1212.
- OWENS, L.; STOVER, E. 1999. Vegetative growth and flowering of young apple trees in response to prohexadione - calcium. *HortScience* 34(7): 1194-1196.
- RADEMACHER, W. 2001. Chemical regulation of shoot growth in fruit trees. IX International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production. Seoul, Korea. Abstract 1.
- RADEMACHER, W. 2002. Future role of plant bioregulators in fruit production. XXVI International Horticultural Congress. Toronto, Canada. Abstract 513-0-48.
- RADEMACHER, W.; KRAUS, M.; HOEPPNER, P.; EVANS, J. R.; EVANS, R. R. 1998. Prohexadione-Ca a new bioregulators for the control of vegetative growth in apple. Data Report APE/HF 19984296RAD, BASF Agricultural Center.
- RAMÍREZ, H. 2000. Apple growing in northeastern Mexico. *Acta Horticulturae* 565: 139-140.
- RAMÍREZ, H. 2003. Effect of prohexadione-Ca in endogenous plant hormones status in apple. Progress Data Report 020302062146, BASF Agricultural Center.
- UNRATH, C. R. 1999. Prohexadione-Ca: A promising chemical for controlling vegetative growth of apple. *HortScience* 34(7): 1191-1200.