

# Raleo químico de flores de manzano (*Malus x domestica* Borkh.) 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious'

Chemical thinning of apple (*Malus x domestica* Borkh.) flowers cvs. Golden Delicious and RedChief Delicious

DAVID IGNACIO BERLANGA-REYES<sup>1,3</sup>, CLAUDIO RIOS-VELASCO<sup>1</sup>,  
ALEJANDRO ROMO-CHACÓN<sup>1</sup> Y VÍCTOR MANUEL GUERRERO-PRIETO<sup>2</sup>

Recibido: Abril 26, 2012

Aceptado: Agosto 5, 2012

## Resumen

Aunque el raleo es una práctica común en la región productora de manzana (*Malus x domestica* Borkh.) del estado de Chihuahua, aún es frecuente que se lleve a cabo de manera manual, tardía, poco eficiente y costosa. El raleo químico es una práctica cada vez más común. En manzano, el raleo de flores o frutos incrementa la calidad de los frutos y reduce la alternancia en la producción. Para maximizar los beneficios de esta práctica, se evaluó la eficiencia de los siguientes compuestos asperjados durante la floración: ácido naftalenacético, cianamida hidrogenada, tiosulfato de amonio, bencil adenina, ácido giberélico y una mezcla de cal-azufre y aceite de pescado como raleadores químicos de flores en los cultivares Golden Delicious y RedChief Delicious. Otro tratamiento consistió en las aplicaciones de la mezcla de cal-azufre y aceite de pescado en floración, además de una aspersión con ácido naftalenacético en post-floración. Los resultados se compararon con un testigo con un raleo manual tardío y un tratamiento con raleo manual en floración. En ambos cultivares, el tratamiento de cal-azufre en floración y ácido naftalenacético en post-floración, redujo significativamente el cuajado de frutos sin reducir el rendimiento a cosecha. Además, con este mismo tratamiento se obtuvieron los frutos de mayor tamaño a la cosecha. Los tratamientos con cal-azufre y aceite de pescado provocaron roseteado en los frutos 'Golden Delicious'. El tratamiento con ácido naftalenacético en floración redujo significativamente la alternancia de la producción observada en 'Golden Delicious'.

**Palabras clave:** *Malus x domestica* Borkh., cuajado de frutos, retorno de floración, roseteado.

## Abstract

Although thinning is a common practice in the productive apple (*Malus x domestica* Borkh.) region in the state of Chihuahua, it is still often performed manually, belated, inefficient and costly. Chemical thinning is an increasingly common practice. In apple trees, flower or fruit thinning increases the fruit quality and reduces alternate bearing in the apple production. To maximize the benefits of this practice, it was assessed efficiency of the following products: naphthaleneacetic acid, hydrogen cyanamide, ammonium thiosulfate, benzyladenine, gibberelic acid, and a mixture of lime-sulfur and fish oil as chemical thinners of flowers in the cultivars Golden Delicious and RedChief Delicious, sprayed during bloom was evaluated. Another treatment consisted of the application of the lime-sulfur mixture and fish oil at bloom plus a spraying with naphthaleneacetic acid at post-bloom stage. The results were compared with a late manual thinning as control, and with a treatment of manual thinning during bloom. In both cultivars, the treatment with lime-sulfur at bloom and naphthaleneacetic acid at post-bloom, significantly reduced fruit set without reducing crop yield. Furthermore, there were obtained larger fruits at harvest with this same treatment. Treatments with lime-sulfur and fish oil resulted in russetting on 'Golden Delicious' fruits. Naphthaleneacetic acid treatment during bloom significantly reduced alternate bearing observed in cv. 'Golden Delicious'.

**Keywords:** *Malus x domestica* Borkh., fruit set, return bloom, russetting.

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

<sup>2</sup> Facultad de Ciencias Agrotecnológicas. Universidad Autónoma de Chihuahua. Campus Cuauhtémoc, Chihuahua. Av. Presa de la Amistad # 2015. Cuauhtémoc, Chihuahua, México. C.P. 31510. Tel. (625)581-06-47.

<sup>3</sup> Dirección electrónica del autor de correspondencia: dberlanga@ciad.mx.

## Introducción

**P**ara cumplir con las exigencias actuales del mercado de la manzana, constantemente se están buscando maneras de producir frutas de alta calidad. El raleo es una práctica fundamental para obtener frutos grandes, con mayor valor comercial, y para mantener una cosecha satisfactoria año con año (Bertelsen y Tustin, 2002; Miranda *et al.*, 2005).

Aunque se reconoce el beneficio de esta práctica, en las regiones productoras de manzana de México frecuentemente se lleva a cabo de manera manual y tardía, lo cual implica un alto costo económico, limita su efectividad y, por lo tanto, afecta la productividad de los huertos. Entonces, mediante el raleo químico se busca reducir a un mínimo la necesidad de un raleo manual.

Para obtener una cosecha con calidad comercial, se requiere que el manzano (*Malus x domestica* Borkh.) tenga un cuajado de entre 5 y 30% del total de sus flores (Jackson, 2003). Por lo que es necesario eliminar una porción de la carga de flores o frutos mediante el raleo, para promover el desarrollo de frutos de alta calidad y reducir la alternancia en la producción de años consecutivos (Miranda *et al.*, 2005; Fallahi *et al.*, 2006).

La carga de frutos depende esencialmente de la formación de flores. En manzano, el desarrollo de una gran cantidad de frutos suele conducir a una escasa formación de flores para el siguiente ciclo de producción, lo que ocasiona un comportamiento de producción alternante año con año. La producción alternante es frecuente en la mayoría de los cultivares de manzana cuando no se controla la carga de fruta al inicio de su desarrollo (Bertelsen y Tustin, 2002). La mayoría de los raleadores químicos disponibles en el mercado son reguladores del crecimiento o insecticidas que se aplican después de floración (Dennis, 2000), con los cuales se obtienen resultados inconsistentes (Wertheim, 2000). Por ejemplo, el ácido naftalenacético, que se utiliza como raleador post-floración, es eficiente en promover la caída de frutos cuando se aplica inmediatamente después de la floración (Waldner y Knoll, 1998),

y además evita la alternancia en la producción (Wismer *et al.*, 1995). Se ha encontrado que el uso de 6-bencil adenina como raleador químico estimula la división celular en el fruto y reduce la alternancia en la producción al promover el retorno de la floración (Wismer *et al.*, 1995). Se ha reportado que al aplicar ácido giberélico en manzano en un año de baja producción, se inhibe la diferenciación floral y se evita una sobre-producción al siguiente año, reduciendo de esta manera la alternancia en la producción (Bertelsen y Tustin, 2002). Por otro lado, Ferree *et al.* (2004) encontraron una reducción significativa en el cuajado de frutos de vid al asperjar ácido giberélico en la etapa de floración.

Los beneficios del raleo son mayores en tanto más temprano sea llevado a cabo durante el desarrollo del fruto (Miranda *et al.*, 2005). Entonces, un raleo en floración puede ofrecer mayores beneficios en comparación con uno llevado a cabo en postfloración. El raleo de flores ha tomado importancia en regiones manzaneras donde las heladas tardías no son frecuentes, pues si este fenómeno meteorológico se presenta, daña las flores que el tratamiento químico no eliminó. Los productos utilizados en el raleo químico de flores son generalmente compuestos cáusticos que dañan órganos florales (pétalos, anteras, estigmas, estilos y granos de polen), impidiendo de esta manera la fecundación y el cuajado del fruto (Fallahi y Willemsen, 2002), por lo tanto, el momento óptimo para la aplicación de este tipo de raleadores es cuando solamente la flor reina de la inflorescencia se ha fecundado, es decir, cuando entre el 20 y el 40% de las flores del árbol han abierto. Algunos de los productos utilizados con resultados satisfactorios son cianamida hidrogenada (Fallahi *et al.*, 1997; Fallahi *et al.*,

2006), tiosulfato de amonio (Janoudi y Flore, 2005; Fallahi *et al.*, 2006), cal-azufre y aceite de pescado (Schupp *et al.*, 2005; McCartney *et al.*, 2006). Además de presentar un efecto cáustico, la mezcla de cal-azufre y aceite de pescado puede inhibir la fotosíntesis y por lo tanto limitar la disponibilidad de carbohidratos para el cuajado del fruto, como ocurre en cerezo dulce (Lenahan y Whiting, 2006). Sin embargo, la mezcla mencionada puede ocasionar roseteado en la superficie de frutos de manzano (Schupp *et al.*, 2005). El roseteado se debe a la proliferación de células altamente suberizadas en la epidermis del fruto como resultado de un daño celular ocasionado por el tratamiento de compuestos cáusticos en cultivares susceptibles como Golden Delicious. La eficiencia de los raleadores tipo cáustico puede variar dependiendo de las condiciones de secado de la solución sobre el tejido vegetal y de la presencia de flores en diferente estado de desarrollo (Janoudi y Flore, 2005).

El objetivo de la presente investigación fue determinar la eficiencia de diferentes raleadores químicos de flores en la reducción del cuajado de frutos, incremento del tamaño de los frutos a cosecha y reducción de la alternancia en la producción en manzanos cvs. Golden Delicious y RedChief Delicious con relación a un raleo manual tardío (como frecuentemente se lleva a cabo en la región).

## Materiales y métodos

*Sitio experimental y material vegetativo.* El experimento se llevó a cabo en un huerto comercial en el municipio de Cuauhtémoc, Chihuahua, localizado a 28° 33' 49.21" LN y 106° 54' 28.95" LO, a 1995 msnm; el clima es semiseco templado, la precipitación varía de 400 a 600 mm anuales, y la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C (INEGI, 2007). Se utilizaron árboles de 18 años de edad de los cultivares Golden Delicious/MM106 y RedChief Delicious/MM111, durante 2006 y 2007. Se utilizó un sistema de poda de líder central y una distancia de plantación de 3.0 x 4.3 m. Para estandarizar la parcela experimental se seleccionaron para cada tratamiento cinco

árboles, con una altura promedio de 5.5 m, y una densidad de flores promedio de 3.3 y 5.7 inflorescencias por centímetro cuadrado de área seccional de la base de la rama para el 2006 y 2007, respectivamente, cada árbol se consideró como una unidad experimental. Se seleccionaron árboles diferentes para cada ciclo con el fin de llevar a cabo los tratamientos en árboles con una densidad de flores similar, ya que la efectividad de los raleadores químicos está influenciada por la carga de flores en el árbol.

*Tratamientos y diseño experimental.* Éstos se aplicaron en árboles completos. Los raleadores químicos se asperjaron en dos ocasiones durante la floración, con un intervalo de cuatro días (d) entre ellas, iniciando en 20% de floración completa. Las aspersiones se hicieron hasta el punto de goteo con los siguientes tratamientos: 1) Ácido naftalenacético (ANA) a 12.4 mg L<sup>-1</sup> con el producto comercial Fruitone N<sup>MR</sup> (AMVAC Chem. Corp.), 2) Cianamida hidrogenada (CNH) a 1.3 g L<sup>-1</sup> con el producto comercial Dormex<sup>MR</sup> (BASF, Alemania), 3) Tiosulfato de amonio (TSA) a 15 g L<sup>-1</sup> (Sigma-Aldrich Inc. St. Louis MO, USA), 4) Bencil adenina (6-BA) a 95 mg L<sup>-1</sup> con el producto comercial Maxcel<sup>MR</sup> (Valent BioSciences), 5) Ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) a 60 mg L<sup>-1</sup> con el producto comercial Biogib<sup>MR</sup> (evaluado solamente durante el ciclo 2007; GBM, México), 6) La mezcla de cal-azufre y aceite de pescado formulado localmente (Caz-Ap), 30 y 20 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente; la cal-azufre se preparó calentando a ebullición durante 45 min una suspensión acuosa de la mezcla de óxido de calcio (J. T. Baker, México) 110 g L<sup>-1</sup> y azufre sublimado (J. T. Baker, México) 220 g L<sup>-1</sup>, y 7) tres aspersiones, que fueron dos con la mezcla de cal-azufre y aceite de pescado en floración 30 y 20 mL L<sup>-1</sup>, respectivamente, y otra con ANA 12.4 mg L<sup>-1</sup> cuando el fruto más grande de la inflorescencia medía 10 mm de diámetro ecuatorial (Caz-Ap + ANA). Se evaluó también un tratamiento de raleo manual en floración (temprano), eliminando todas las flores excepto la flor central de cada inflorescencia (tratamiento

8), y un testigo con raleo manual tardío, a los 55 días después de floración completa (ddfc, tratamiento 9). No se incluyó un testigo sin raleo debido a que lo que se pretende demostrar en esta investigación es el mayor beneficio de un raleo temprano en comparación con uno tardío (como frecuentemente se lleva a cabo en la región). Las aspersiones se realizaron por la mañana con una aspersora motorizada de mochila de 15 L de capacidad marca STIHL con ráfaga de aire, cuando las temperaturas se encontraban entre 20 y 25 °C y la humedad relativa entre 10 y 15%. No se adicionó coadyuvante a las soluciones asperjadas.

Se utilizó un diseño experimental de bloques aleatorizados con cinco repeticiones y tomando un árbol completo como unidad experimental. Los datos fueron normalizados para su análisis estadístico, sin embargo, se discute con base en los datos reales. Se llevó a cabo el análisis de varianza y la separación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) con la ayuda del programa computacional SAS (Anónimo, 2004). La comparación de medias se hizo en cada cultivar por separado y ambos años de evaluación juntos.

*Unidades frío.* Las unidades frío acumuladas (UFA) en los años de evaluación se cuantificaron de acuerdo con el método de Richardson *et al.* (1974). Para ello se utilizó la información proporcionada por la Unión Agrícola Regional de Fruticultores del Estado de Chihuahua (UNIFRUT, 2007). En 2006, las UFA fueron de 660 y 889 para 2007.

*Variabes de respuesta.*

*Floración y densidad de flores.* En cada árbol se marcaron dos ramas, orientadas al Este y Oeste, y con aproximadamente 50 inflorescencias cada una y en condiciones similares de iluminación y ubicación en la copa. En la base de cada rama marcada se midió el área de la sección transversal para determinar la densidad de flores, que se expresó como número de inflorescencias por  $\text{cm}^2$  de área seccional de la base de la rama (inflorescencias  $\cdot \text{cm}^{-2}$  ASR).

Con el fin de determinar la duración del

periodo de floración, se determinó la curva de floración mediante la cuantificación de flores abiertas cada tercer día, durante todo el periodo de floración, en diez ramas completas y orientadas al Este u Oeste en cada cultivar.

*Cuajado de frutos.* Se determinó mediante el conteo de frutos cuajados a los 45 ddfc en las ramas marcadas que previamente se utilizaron para determinar la densidad de flores. Aunque se marcaron ramas con aproximadamente 50 inflorescencias, los resultados se expresaron como frutos cuajados por cada 100 inflorescencias (Lombard *et al.*, 1988).

*Diámetro ecuatorial.* Al momento de la cosecha se registró el diámetro ecuatorial de 20 frutos de cada una de las dos ramas utilizadas para las determinaciones de densidad de flores y cuajado de frutos.

*Roseteado en frutos.* En 20 frutos de cada una de las dos ramas marcadas en cada árbol tratado con cal-azufre del cultivar Golden Delicious, se determinó visualmente la severidad de roseteado en la epidermis de los frutos al momento de la cosecha, utilizando una escala subjetiva con valores de 1 a 5, donde: 1= sin epidermis roseteada, 2= 5% de epidermis roseteada, 3= 15% epidermis roseteada, 4= 30% epidermis roseteada y 5= 40% o más de la superficie de la epidermis del fruto afectada.

*Eficiencia productiva.* Se cuantificó la producción de fruta por árbol y se determinó la eficiencia en la producción, expresada como kg de fruta por  $\text{cm}^2$  de AST (área seccional del tronco, a una altura de 30 cm del suelo (Lombard *et al.*, 1988).

*Retorno de floración.* Este parámetro indica el efecto del tratamiento sobre la densidad de floración del siguiente año; y es un indicativo de alternancia en la producción. Se determinó mediante la comparación de la densidad de floración de todos los árboles evaluados en dos años consecutivos (Lombard *et al.*, 1988). En este parámetro, los tratamientos del 2006 se evaluaron con la densidad de flores del 2007, y los tratamientos del 2007 se evaluaron con la densidad de flores del 2008.

## Resultados

### 'Golden Delicious'

**Cuajado de frutos.** En 2006, el tratamiento Caz-Ap + ANA redujo en un 31.2% el cuajado de frutos con relación al testigo, mostrando un valor promedio de 137 frutos por cada 100 inflorescencias. Sin embargo, la reducción no fue similar al tratamiento de raleo manual, con el que se obtuvo un cuajado de 76 frutos por cada 100 inflorescencias. Con base en la respuesta observada en el tratamiento Caz-Ap (Cuadro 1), se puede deducir que la eficiencia del tratamiento Caz-Ap + ANA está dada por la aspersión con ANA en post-floración. Por otra parte, en 2007, ninguno de los raleadores químicos redujo significativamente el cuajado de frutos en comparación con el testigo. El raleo manual mostró un cuajado de 58 frutos por cada 100 inflorescencias (Cuadro 1).

**Diámetro de frutos.** En 2006, aunque no tan notablemente como en el correspondiente al raleo manual, el tratamiento Caz-Ap + ANA incrementó significativamente, en 1.5 mm, el diámetro de los frutos con relación al testigo. Mientras que el resto de los tratamientos no mostraron efecto sobre esta variable. Por otra parte, en 2007, mediante los tratamientos: Caz-Ap + ANA y ANA, se incrementó el diámetro de frutos con relación al testigo en 2.8 y 1.5 mm, respectivamente, incrementos similares al obtenido con el raleo manual en floración de 2 mm (Cuadro 2). Además, se observa de manera general que en 2007 los frutos fueron significativamente más pequeños, posiblemente a causa de una carga mayor de fruta (Cuadro 2).

**Roseteado en frutos.** Los tratamientos con cal-azufre promovieron la presencia de roseteado sobre la superficie de los frutos, se observaron valores de severidad estadísticamente superiores a los encontrados en el testigo (Cuadro 3).

**Eficiencia de producción.** En ambos años de evaluación ninguno de los raleadores químicos disminuyó la producción a cosecha, en comparación con el testigo (Cuadro 2), ni en el tratamiento con raleo manual en floración, en

el que se observaron los valores más bajos en el cuajado de frutos. A pesar de ello, el raleo manual en floración incrementó significativamente la producción en el 2006, con 234 g de fruta por cm<sup>2</sup> de AST, con relación al testigo. Esto indica que el mayor tamaño y peso de los frutos compensa al menor número de los mismos.

**Cuadro 1.** Efecto del raleo químico de flores sobre el cuajado de frutos a los 45 días después de floración completa en manzanos 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious'.

Tratamiento	Frutos por 100 inflorescencias	
	2006	2007
<b>'Golden Delicious'</b>		
Testigo	199 ab††	172 abc
Raleo manual en floración	76 de	58 e
ANA†	170 abc	173 abc
CNH	198 ab	128 cd
Caz-Ap	167 abc	140 c
TSA	177 abc	128 cd
6-BA	218 a	154 bc
Caz-Ap + ANA	137 c	130 c
AG3		114 cd
DMS	53.04	53.04
CV	24.7	24.7
<b>'RedChief Delicious'</b>		
Testigo	133 a	104 abcd
Raleo manual en floración	69 cdef	35 f
ANA	110 ab	109 abc
CNH	119 ab	109 abc
Caz-Ap	103 abcde	82 bcde
TSA	112 ab	63 def
6-BA	119 ab	102 abcde
Caz-Ap + ANA	85 bcde	61 ef
AG3		110 ab
DMS	41.7	41.7
CV	30.99	30.99

†.-ANA=ácido naftalenacético, CNH=cianamida hidrogenada, Caz-Ap=cal-azufre y aceite de pescado, TSA=Tiosulfato de amonio, 6-BA=6-Bencil adenina, Caz-Ap + ANA=cal-azufre y aceite de pescado en floración además de ácido naftalenacético en postfloración, AG<sub>3</sub>=ácido giberélico-3

††.-Medias con la misma letra dentro de ambas columnas de cada cultivar son estadísticamente iguales (Tukey, P≤0.05).

**Cuadro 2.** Efecto del raleo químico de flores sobre el tamaño de frutos y eficiencia de la producción en manzanos 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious'.

Tratamiento	Diámetro ecuatorial (mm)		Eficiencia de producción (kg cm <sup>-2</sup> AST†)	
	2006	2007	2006	2007
<b>'Golden Delicious'</b>				
Testigo	66.4cd†	60.1 fg	0.220 d	0.427 abc
Raleo manual en floración	71.7 a	62.1 e	0.454 ab	0.475 ab
ANA†	65.2 d	61.6 e	0.194 d	0.437 abc
CNH	65.8 cd	58.8 g	0.224 d	0.515 a
Caz-Ap	66.3 cd	61.5 ef	0.274 bcd	0.453 ab
TSA	66.4 cd	59.2g	0.211 d	0.518 a
6-BA	66.8 bc	59.7 g	0.241 cd	0.392abcd
Caz-Ap + ANA	67.9 b	62.9 e	0.247 cd	0.326abcd
AG3		59.3 g		0.520 a
DMS	1.45	1.45	0.20	0.20
CV	7.24	7.24	28.05	28.05
<b>'RedChief Delicious'</b>				
Testigo	70.5 d	70.9 cd	0.379 ab	0.285 bc
Raleo manual en floración	73.9 b	76.8 a	0.415 ab	0.391 ab
ANA	71.2 cd	69.6 d	0.455 a	0.330 abc
CNH	70.6 d	70.9 cd	0.419 ab	0.336 abc
Caz-Ap	70.3 d	73.7 b	0.425 ab	0.287 bc
TSA	71.3 cd	72.8 bc	0.323 abc	0.225 c
6-BA	70.2 d	71.4 cd	0.393 ba	0.323 abc
Caz-Ap + ANA	71.0 cd	74.6 b	0.422 ab	0.215 c
AG3		71.1 cd		0.339 abc
DMS	1.94	1.94	0.15	0.15
CV	8.64	8.64	20.42	20.42

†.-ANA=ácido naftalenacético, CNH=cianamida hidrogenada, Caz-Ap=cal-azufre y aceite de pescado, TSA=Tiosulfato de amonio, 6-BA=6-Bencil adenina, Caz-Ap + ANA=cal-azufre y aceite de pescado en floración además de ácido naftalenacético en post-floración, AG<sub>3</sub>=ácido giberélico-3.  
 ††.- Medias con la misma letra entre columnas e hileras de ambos años, dentro del mismo cultivar y parámetro evaluado son estadísticamente iguales (Tukey, P≤ 0.05).  
 †††.- AST=Área Seccional del Tronco.

**Retorno de floración.** En el Cuadro 4 se observa la densidad de flores de los árboles durante la evaluación. La razón por la cual en 2007 se presentan dos columnas con datos diferentes, es porque se seleccionaron árboles diferentes para cada año de evaluación, y la densidad de flores de 2008 se cuantificó para

evaluar el efecto en esta variable de los tratamientos del 2007. En los valores promedio para cada año (Cuadro 4) se nota una clara alternancia en la producción de años consecutivos, donde en los árboles con una reducida densidad de flores en el 2006 se promovió la diferenciación floral de yemas que propició una alta densidad de flores para el 2007 y seguido de nuevo por una baja densidad en 2008 (que corresponden a una baja producción de fruta en 2006 y a una alta producción en 2007; Cuadro 2). El tratamiento ANA mostró la mayor densidad de flores en el 2008 y, por lo tanto, el mayor retorno de floración, lo que indica que fue el tratamiento más eficiente en impedir la alternancia en la producción de años consecutivos; sin embargo, el tratamiento Caz-Ap + ANA aunque mostró también una ligera reducción en la alternancia, no presentó diferencias estadísticas (Cuadro 4).

**Cuadro 3.** Efecto del raleo químico de flores con cal-azufre sobre el rosetado de frutos en manzano 'Golden Delicious'.

Tratamiento	Severidad en el rosetado de frutos†	
	2006	2007
Testigo	1.1 c†	1.1 c
Caz-Ap†††	2.2 a	1.6 b
Caz-Ap + ANA	2.1 a	1.7 b
DMS	0.33	0.33
CV	16.96	16.96

†.- Escala subjetiva 1-5; donde 1= libre de rosetado, 2=5%, 3=15%, 4=30% y 5=40% o más de la superficie del fruto con sintoma de rosetado.

††.- Medias con la misma letra en ambas columnas e hileras son estadísticamente iguales (Tukey, P≤ 0.05).

†††.- Caz-Ap=cal-azufre y aceite de pescado, Caz-Ap + ANA=cal-azufre y aceite de pescado en floración además de ácido naftalenacético en post-floración.

#### 'RedChief Delicious'

**Cuajado de frutos.** Tanto en 2006 como en 2007, solamente el tratamiento Caz-Ap+ANA redujo significativamente el cuajado de frutos en 36.1 y 41.3%, respectivamente, con relación al testigo, con valores de 85 y 61 frutos por cada 100 inflorescencias, respectivamente (Cuadro 1).

**Diámetro de frutos.** Los tratamientos de raleo químico no promovieron el crecimiento de los frutos en 2006. Sin embargo, en 2007 se observó un incremento significativo de 2.8 y 3.7 mm con los tratamientos Caz-Ap y Caz-Ap + ANA respectivamente, en comparación con el testigo.

**Roseteado de frutos.** El cultivar RedChief Delicious es menos susceptible, por lo que los frutos de este cultivar no presentaron este daño.

**Eficiencia de producción.** En ninguno de los dos ciclos evaluados se observó un efecto significativo de los tratamientos con relación al testigo (Cuadro 2), incluso en aquellos que redujeron significativamente el cuajado de frutos con respecto al testigo, como el Caz-Ap + ANA y raleo manual en floración (Cuadro 1).

**Retorno de floración.** En este parámetro aparecen dos columnas con datos del ciclo 2007 debido a que fueron seleccionados árboles diferentes en cada ciclo con el fin de aplicar los tratamientos en árboles similares entre sí en cuanto a densidad de flores. En los valores promedio por año no se observó un comportamiento de alternancia, ya que en el 2006 y 2007 las densidades de flores fueron similares, mientras que en el 2008 se observó un incremento significativo, de 5.2 en el 2007 a 10 inflorescencias por cm<sup>2</sup> de ASR en el 2008 (Cuadro 4).

## Discusión

**Cuajado de frutos.** La mayor efectividad en reducir el cuajado de frutos fue observada en el tratamiento que involucra una aspersion con ANA en post-floración (Caz-Ap + ANA), lo cual coincide con los resultados obtenidos por Berlanga *et al.* (2008), quienes mostraron al ANA como el raleador químico aplicado post-floración más eficiente en reducir el cuajado de frutos. Se ha encontrado que el ANA funciona inhibiendo la actividad fotosintética y por lo tanto el suministro de carbohidratos para el cuajado y crecimiento de frutos (Dennis, 2002). El periodo de mayor sensibilidad de los frutos a

un déficit de carbohidratos, para su posterior caída, se encuentra entre los 10 y los 30 días después de floración (Stopar, 1998), por esta razón la aplicación de ANA en post-floración indujo una mayor caída de frutos que la aplicación de ANA en floración (Cuadro 1). Por su parte, el tratamiento con Caz-Ap tiene un efecto tóxico sobre los órganos florales, lo que impide la polinización y el posterior cuajado de fruto; y este tratamiento por sí solo no ralea significativamente en comparación con el testigo (Cuadro 1). Se puede establecer que existe un sinergismo entre el Caz-Ap aplicado en floración y el ANA en postfloración. Este tratamiento puede reducir significativamente el costo de mano de obra ya que, comercialmente, después del raleo químico los productores llevan a cabo un raleo manual de ajuste, el cual es más rápido y por lo tanto menos costoso, en tanto más efectivo haya sido el raleo químico.

La falta de respuesta de la mayor parte de los raleadores químicos se pudo haber debido al rápido secado de la solución sobre el tejido de las flores, dado que la humedad relativa al momento de la aplicación se encontraba entre 10 y 15%, ya que en un lento secado se favorece la absorción del ingrediente aplicado en la aspersion y se potencializa el efecto de los raleadores (Janoudi y Flore, 2005). Entonces, la baja humedad relativa es un factor limitante para la efectividad de los raleadores químicos de flores en la región, que bien pudiera ser superado con la adición de un coadyuvante durante la aspersion. A pesar de las condiciones de baja humedad relativa durante la aplicación, el tratamiento Caz-Ap+ANA mostró una eficiencia satisfactoria en el raleo debido a que es un tratamiento agresivo en comparación con los otros productos evaluados. Además, la efectividad de los reguladores del crecimiento (ANA, BA y AG) en el raleo, está muy influenciada por las condiciones ambientales (Greene, 2002). Por otra parte, otros investigadores han encontrado al tiosulfato de amonio poco eficiente en reducir el cuajado de frutos (Nichols *et al.*, 2004).

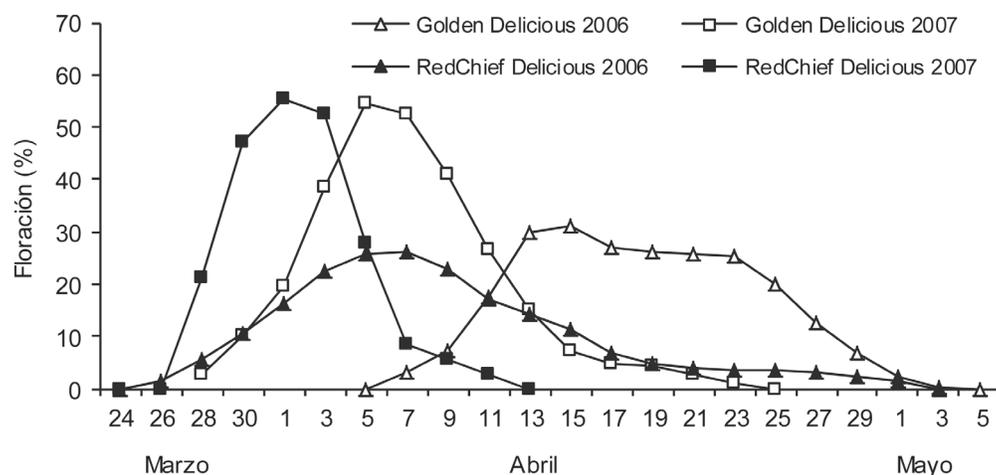
Uno de los mecanismos de acción de los raleadores ANA y 6-BA es la inhibición de la actividad fotosintética y, por lo tanto, una reducción en la disponibilidad de fotosintatos para los frutos en desarrollo (Untiedt y Blanke, 2001; Dennis, 2002); sin embargo, durante la floración, la principal fuente de carbohidratos no es la fotosíntesis, sino los carbohidratos de almacenamiento (Jackson, 2003), situación que pudo provocar la falta de respuesta a los raleadores químicos aplicados en floración en el presente experimento.

Aunque el ANA puede promover la formación de etileno y provocar una abscisión, la mayor eficiencia del ANA como raleador se consigue cuando se aplica después de la caída de pétalos (Forshey, 1986). Por otra parte, al ser los raleadores de flores productos cáusticos que dañan los órganos florales, la efectividad de estos productos está determinada por el momento de la aplicación, por lo que deben aplicarse cuando la primera flor (flor reina) de la inflorescencia ha sido fecundada (Fallahi y Willemsen, 2002); por lo tanto, es de gran importancia una relativa uniformidad en el estadio de desarrollo de las flores del árbol al momento de la aplicación; sin embargo, en la región productora de manzana en el estado de

Chihuahua en los últimos años se han presentado periodos de floración anormalmente largos y desuniformes, debido a una limitada acumulación de frío invernal (UNIFRUT, 2007), como es el caso de los años de evaluación (Figura 1), en los que se acumularon 660 y 889 unidades frío en el 2006 y 2007, respectivamente. Lo cual puede ser causa de una reducida eficiencia de los raleadores químicos de flores, situación que puede hacer necesarias varias aplicaciones. En estudios realizados por McCartney *et al.* (2006) se obtuvieron resultados satisfactorios con varias aplicaciones de cal-azufre durante floración en árboles de manzano, encontrando una reducción adicional en el cuajado de frutos de 10.2% después de cada una de cuatro aplicaciones sucesivas.

**Diámetro de frutos.** El incremento significativo en el tamaño de frutos a cosecha en ambos cultivares pudo deberse a un menor cuajado de frutos obtenido con el tratamiento Caz-Ap + ANA, esto por una menor competencia entre frutos y una mayor disponibilidad de carbohidratos durante las fases iniciales de desarrollo (Cuadro 2). Cabe señalar que esta variable es uno de los objetivos del raleo de frutos y se logró de manera consistente sólo mediante el tratamiento de Caz-Ap + ANA.

**Figura 1.** Floración en árboles de manzana 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious', durante los ciclos 2006 y 2007, con una acumulación de 660 y 889 unidades frío, respectivamente.



**Roseteado de frutos.** La mayor severidad del roseteado observada en 2006 (Cuadro 3) fue probablemente debida al periodo de floración más prolongado (Figura 1), lo que provocó que al momento de la aplicación ya hubiera presencia de frutos con un mayor diámetro ecuatorial, y por lo tanto con mayor posibilidad de daño (Fallahi y Willemsen, 2002).

**Eficiencia en la producción.** La reducción en el cuajado de frutos causado por los raleadores no afectó el peso total de la producción de fruta a cosecha. Esto debido a que el menor número de frutos en los árboles raleados eficientemente se compensa con un mayor tamaño de los mismos. Jackson (2003) establece que en frutos de manzano, un raleo temprano puede duplicar el periodo de división celular del fruto, en comparación con lo de un testigo no raleado.

**Retorno de la floración.** El tratamiento con ANA se mostró eficiente al promover el retorno de la floración y por lo tanto en reducir la alternancia en la producción de árboles 'Golden Delicious', lo cual coincide con lo encontrado por Wismer et al. (1995), quienes mencionan al ANA como un promotor eficiente del retorno de la floración en manzano.

Por otra parte, la alternancia en la producción es un problema más notorio en 'Golden Delicious', por lo que la variación en la producción en 'RedChief Delicious', aunque no se determinó en esta evaluación, pudo haber sido ocasionada por factores relacionados con polinización, ya que los cultivares del grupo 'Red Delicious' son autoestériles (Guerrero et al., 2006).

## Conclusiones

Ninguno de los tratamientos químicos mostró efectos similares al raleo manual en floración (al cual se pretende sustituir para reducir el costo que representa). Sin embargo, tanto en 'Golden Delicious' como en 'RedChief Delicious', la aspersión con cal-azufre en floración y ácido naftalenacético en postfloración, fue el más eficiente en reducir el

cuajado de frutos con relación al testigo, sin afectar el rendimiento a cosecha. Además, fue el tratamiento que, exceptuando un año en RedChief Delicious, incrementó el tamaño de los frutos a cosecha. Sin embargo, la aspersión con cal-azufre en floración provocó roseteado en la epidermis de los frutos 'Golden Delicious'. La aspersión durante floración, con ácido naftalenacético a dosis de 12.4 mg L<sup>-1</sup>, fue el único tratamiento capaz de reducir significativamente la alternancia de la producción en 'Golden Delicious'. Con base en los resultados observados se puede establecer que los tratamientos químicos más eficientes no pueden sustituir completamente al raleo manual en floración, pero sí pueden reducir significativamente el tiempo y costo invertidos en el raleo manual de ajuste que se lleva a cabo después del raleo químico.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundación PRODUCE Chihuahua, a la Unión Agrícola Regional de Fruticultores del Estado de Chihuahua A. C. (UNIFRUT), por el apoyo financiero y al Sr. Abraham Olfert Krahn, por las facilidades prestadas para el establecimiento de la parcela experimental y apoyo en las labores de campo.

## Literatura citada

- ANÓNIMO. 2004. Sistema de Análisis Estadístico (SAS) versión 9.0 Institute Inc. Cary, NC.
- BERLANGA, D.I., A. Romo, A.R. Martínez and V.M. Guerrero. 2008. Apple fruit chemical thinning in Chihuahua, Mexico. *Rev. Fitotec. Mex.* 31:243-250.
- BERTELSEN, M.G. and D.S. Tustin. 2002. Suppression of flower bud formation in light cropping trees of 'Pacific Rose' apple using gibberellin sprays. *J. Hort. Sci. & Biotech.* 77:753-757.
- DENNIS, F.G. Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Reg.* 31:1-16.
- DENNIS, F.G. Jr. 2002. Mechanisms of action of apple thinning chemicals. *HortScience* 37:471-474.
- FALLAHI, E., C.R. Rom and B. Fallahi. 2006. Effects of hydrogen cyanamide, ammonium thiosulfate, endothalic acid, and sulfurcarbamide on blossom thinning, fruit quality, and yield of apples. *J. Amer. Pomol. Soc.* 60:198-204.
- FALLAHI, E., M.W. Williams and W.M. Colt. 1997. Blossom thinning of 'Law Rome Beauty' apple with hydrogen cyanamide and monocarbamide dihydrogensulfate. *J. Tree Fruit Prod.* 2:33-44.
- FALLAHI, E. and K.M. Willemsen. 2002. Blossom thinning of pome and stone fruit. *HortScience* 37:474-477.

- FERREE, D.C., D.M. Scurlock and J.C. Schmid. 2004. Influence of application time and gibberellic acid concentration on 'Seyval Blanc' grapes. *J. Amer. Pomol. Soc.* 58:220-225.
- FORSHEY, C.G. 1986. Chemical fruit thinning of apples. *New York's Food and Life Sciences Bulletin* 116:1-7.
- GREENE, D.W. 2002. Chemicals, timing, and environmental factors involved in thinner efficacy on apple. *HortScience* 37:477-481.
- GUERRERO, V.M., A. Romo, J.A. Orozco, D.I. Berlanga, A.A. Gardea y R.A. Parra. 2006. Polinización en manzanos 'Red Delicious' y 'Golden Delicious'. *Rev. Fitotec. Mex.* 29:41-45.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) (2007) Anuario estadístico. México. [http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/info/chi/c08\\_01.xls](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/Aee07/info/chi/c08_01.xls) (Fecha de consulta: Agosto 18 de 2008).
- JACKSON, J.E. 2003. *Biology of Apples and Pears*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. 488 pp.
- JANOUDI, A. and J.A. Flore. 2005. Application of ammonium thiosulfate for blossom thinning in apples. *Scientia Hort.* 104:161-168.
- LENAHAN, O.M. and M.D. Whiting. 2006. Physiological and horticultural effects of sweet cherry chemical blossom thinners. *HortScience* 41:1547-1551.
- LOMBARD, P.B., N.W. Callan, F.G. Dennis Jr., N.E. Looney, G.C. Martin, A.R. Renquist and E.A. Mielke. 1988. Towards a standardized nomenclature, procedures, values, and units in determining fruit and nut tree yield performance. *HortScience* 23:813-817.
- MCCARTNEY, S., J. Palmer, S. Davies and S. Seymour. 2006. Effects of lime sulfur and fish oil on pollen tube growth, leaf photosynthesis and fruit set in apple. *HortScience* 41:357-360.
- MIRANDA, C., L.G. Santesteban, J.B. Royo. 2005. Removal of the most developed flowers influences fruit set, quality, and yield of apple clusters. *HortScience* 40:353-356.
- NICHOLS, D., C.H. Embree, J. Cline and H.Y. Ju. 2004. Blossom and fruitlet thinners affect crop load, fruit weight, seed number, and return bloom of 'Northern Spy' apple. *HortScience* 39:1309-1312.
- RICHARDSON, E.A., S. Seeley and D. Walker. 1974. A model for estimating the completion of rest of 'Redhaven' and 'Elberta' peach trees. *HortScience* 9:331-332.
- SCHUPP, J., J. McFerson and T. Robinson. 2005. Alternative methods for apple thinning. *The Compact Fruit Tree* 38:21-22.
- STOPAR, M. 1998. Apple fruitlet thinning and photosynthate supply. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73:461-466.
- UNTIEDT, R. and M. Blanke. 2001. Effects of fruit thinning agents on apple tree canopy photosynthesis and dark respiration. *Plant Growth Reg.* 35:1-9.
- UNIFRUT (Unión Agrícola Regional de Fruticultores del Estado de Chihuahua AC) (2007) Estadísticas realizadas por la UNIFRUT. [http://www.unifrut.com.mx/index\\_archivos/estaciones/uni\\_frio.php](http://www.unifrut.com.mx/index_archivos/estaciones/uni_frio.php). (Fecha de consulta: Mayo 7 de 2008).
- WALDNER, W. and M. Knoll. 1998. The influence of fruit load on biennial bearing of 'Fuji'. *The Compact Fruit Tree* 31:25-29.
- WERTHEIM, S.J. 2000. Developments in the chemical thinning of apple and pear. *Plant Growth Reg.* 31:85-100.
- WISMER, P.T., J.T.A. Proctor and D.C. Elfving. 1995. Benzyladenine affects cell division and cell size during apple fruit thinning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120:802-807. 

---

Este artículo es citado así:

Berlanga-Reyes, D. I., C. Rios-Velasco, A. Romo-Chacón y V. M. Guerrero-Prieto. 2012: *Raleo químico de flores de manzano (Malus x domestica Borkh.) 'Golden Delicious' y 'RedChief Delicious'*. *TECNOCENCIA Chihuahua* 6(3): 147-157.

## 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 AC con el puesto de Técnico Titular "B". Es catedrático en la Facultad de Ciencia Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua. Es Especialista en Fisiología y Nutrición Vegetal y Fisiología Poscosecha. Ha dirigido 2 tesis de licenciatura. Es autor o coautor de 11 artículos científicos. Ha participado en 15 Congresos Nacionales e Internacionales. Ha dirigido 3 proyectos de investigación financiados por fuentes externas.

**CLAUDIO RIOS VELASCO.** Terminó su licenciatura en 2005, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Agrónomo Parasitólogo por el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Realizó su posgrado en México, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias y Doctor en Ciencias en Parasitología Agrícola en 2007 y 2011 respectivamente, por la UAAAN. Desde 2011 labora en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. (CIAD), Unidad Cuauhtémoc y posee la categoría de Profesor-Investigador titular A. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (Nivel 1 2013-2015). Su área de especialización es el manejo integrado de plagas, control biológico y control microbial. Ha dirigido 8 tesis de licenciatura. Es autor de aproximadamente 13 artículos científicos, más de 25 ponencias en congresos. Es árbitro de 5 revistas científicas de circulación internacional.

**ALEJANDRO ROMO-CHACÓN.** Terminó su licenciatura en 1995, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero en producción y comercialización hortofrutícola por la Facultad de Ciencias Agrotecnológicas de la Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH). Realizó su posgrado en la misma Facultad, donde obtuvo el grado de Maestro en Ciencias en Productividad Frutícola en 2000. Desde 2000 labora en el Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Campus Cuauhtémoc y posee la categoría de Investigador Asociado B. Su área de especialización es la Productividad Frutícola. Ha dirigido 3 tesis de licenciatura, y 3 tesis de maestría. Es autor o colaborador de aproximadamente 13 artículos científicos, más de 10 ponencias en congresos, 1 capítulo de libros científicos; además ha impartido 5 conferencias por invitación y ha dirigido 6 proyectos de investigación financiados por fuentes externas. Fue evaluador de proyectos de investigación de Fundación Produce Chihuahua, y árbitro de una revista científica de circulación internacional.

**VÍCTOR MANUEL GUERRERO PRIETO.** Terminó su licenciatura en 1975, año en que le fue otorgado el título de Ingeniero Fruticultor por la hoy 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, Chih. 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 el 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.