RALEO QUÍMICO DE FRUTOS DE MANZANO (*Malus domestica* Borkh.) 'STARKRIMSON' Y 'GOLDEN SPUR' EN PLANTACIONES DE ALTA DENSIDAD

R. Nieto-Ángel[1¶]; F. Gil-Albert Velarde[2]

[1]Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo Estado de México, C.P. 56230. México. ([¶]Autor responsable).
[2]Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, C.P. 28040, Madrid, España.

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campo de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid en 1993, en una plantación de manzano 'Starkrimson'/M-26 y /MM-106 y 'Golden Spur'/MM-111, a 10,000 y 13,000 árbol·ha^{-1}, respectivamente, utilizando diferentes productos para el raleo químico de frutos, y aplicados cuando los frutos tenían alrededor de 25 mm de diámetro. El área del tronco, altura del árbol y número de brotes vegetativos mayores de 10 cm de largo, tuvieron un efecto positivo con el número total de frutos, número y peso de los frutos comerciales por árbol, como efecto del raleo químico de frutos en los dos cultivares de manzano. El número máximo de frutos comerciales por árbol y el máximo rendimiento de la misma calidad de frutos, fue mayor en 'Starkrimson', con los productos etefón (0.18 y 0.60 g·litro^{-1}), carbaril (2.55 g·litro^{-1}) y urea (6 %); en 'Golden Spur' los productos que indujeron los mejores resultados lo constituyeron el ANA (16 mg·litro^{-1}) y carbaril (1.27 y 2.55 g·litro^{-1}). El etefón a la concentración utilizada indujo una alta abscisión de frutos. Los colores más rojos y uniformes, menos amarillos y con menor claridad en 'Starkrimson', lo indujeron los tratamientos manual y con etefón (0.30 g·litro^{-1}); en 'Golden Spur' los frutos con raleo manual y aplicados con etefón, fueron los que la coloración de la superficie de los frutos fueron más amarillos y brillantes. La firmeza de la pulpa de los frutos, en 'Starkrimson' no hubo efecto de los productos químicos; contrariamente en 'Golden Spur', los frutos de los tratamientos testigo, manual y con ANA (16 mg·litro^{-1}), fueron más consistentes con relación a los frutos con etefón (0.30 g·litro^{-1}). La cantidad de sólidos solubles totales de los frutos (SST; ºBrix), en 'Starkrimson' el contenido fue mayor sólo en el tratamiento manual, en tanto que en 'Golden Spur' el máximo contenido de SST lo presentaron los frutos con los tratamientos manual y con etefón (0.18 g·litro^{-1}); sólo en este cultivar se presentó un mayor contenido de SST en los frutos comerciales (≥65 mm de diámetro).

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: ácido naftalenacético (ANA), carbaril, etefón, promalina (GA_{4+7} + benciladenina), urea, abscisión de frutos.

CHEMICAL FRUIT THINNING OF APPLE (*Malus domestica* Borkh.) 'STARKRIMSON' AND 'GOLDEN SPUR' IN HIGH DENSITY PLANTINGS

SUMMARY

The investigation was carried out in the Practice Fields of the Superior Technical School of Agricultural Engineers, Polytechnic University of Madrid in 1993, in an apple orchard of 'Starkrimson'/M-26 and /MM-106 and 'Golden Spur'/MM-111, at 10,000 and 13,000 tree·ha^{-1}, respectively, using different products for the chemical thinning of fruits, and sprayed when the fruits had around 25 mm of diameter. The area of the trunk, height of the tree and number of vegetative shoots bigger than 10 cm of length, had a positive effect with the total number of fruits, number and weight of the commercial fruits per tree, as effect of the chemical thinning of fruits in the two apple cultivars. The maximum number of commercial fruits per tree and the maximum yield of the same quality of fruits, was bigger in 'Starkrimson', with the products ethephon (0.18 and 0.60 g·litro^{-1}), carbaryl (2.55 g·litro^{-1}) and urea (6 %); in 'Golden Spur' the products that induced the best results were NAA (16 mg·litro^{-1}) and carbaryl (1.27 and 2.55 g·liter^{-1}). The ethephon in the used concentration induced a high abscission of fruits. The reddest and uniform, less yellow colors and with smaller brightness in 'Starkrimson', were induced by the treatments with ethephon (0.30 g·liter^{-1}) and hand thinning; in 'Golden Spur' the fruits from hand thinning and with ethephon, were with more yellow coloration of fruit peel and more brightness. The firmness of the pulp of the fruits, in 'Starkrimson' didn't have effect by the chemical products; contrarily in 'Golden Spur', the control, hand thinning and NAA (16 mg·liter^{-1}), were more consistent in relation to the fruits with ethephon (0.30 g·liter^{-1}). The quantity of total soluble solids of the fruits (TSS; ºBrix) in 'Starkrimson' was higher only in the hand thinning, and in 'Golden Spur' the maximum of TSS was found it the fruits with hand thinning and with ethephon (0.18 g·liter^{-1}); only in this cultivar the higher content of TSS was present in the commercial fruits (≥65 mm of diameter).

ADDITIONAL KEY WORDS: carbaryl, NAA (naphthalenacetic acid), ethephon, promaline (GA_{4+7}+benzyladenine), urea, fruit abscission.

Recibido: 8 de noviembre, 1999
Aceptado: 11 de mayo, 2000

INTRODUCCIÓN

El raleo de frutos en árboles frutales, junto con la poda, la fertilización y el riego, integran las prácticas de cultivo de mayor importancia en la producción de fruta para el consumo en fresco. En condiciones naturales, los árboles generalmente producen un número elevado de frutos, lo que implica que muchos de ellos no logren la calidad comercial. Con estas consideraciones y reconociendo que un árbol no puede soportar todos los frutos amarrados, este fenómeno debe corregirse mediante el raleo, por lo que el raleo de frutos tiene como objetivo, lograr que los frutos alcancen el tamaño y la calidad comercial, y paralelamente, mejorar el contenido de azúcares, el aroma, la firmeza y la coloración de la epidermis, entre los más importantes. En forma indirecta también se regula el fenómeno de alternancia de producción, se favorece la longevidad de los árboles y la producción acumulada (Rebour, 1971; Coutanceau, 1971; Suárez *et al*., 1988; Álvarez Requejo, 1988; Faust, 1989; Baroni *et al*., 1990; Flore *et al*., 1990; Martin *et al*., 1990; Zaragoza *et al*., 1990; Greene y Autio, 1990; García, 1991; Baldini, 1992).

Con el raleo manual en manzano 'Anna', en una plantación de alta densidad el rendimiento total disminuyó aunque se incrementó el peso promedio de los frutos; así también se incrementó la coloración roja de los frutos (Nieto Ángel y Sadowski, 1989). El raleo manual de frutos, complementario al raleo de frutos con ANA en manzano 'Golden Delicious', al dejar un fruto por inflorescencia, la producción aumentó (80 t·ha^{-1}), se mejoró el tamaño y los ingresos de los productores aumentaron en $20,000.00 mexicanos por hectárea; el aclareo manual complementario a dos frutos por inflorescencias, no incrementó la producción ni el tamaño de los frutos (Pascual *et al*., 1993).

El carbaril-50 (sevin), es un insecticida de amplio espectro y poco peligroso para las abejas (Duff *et al*., 1983). El uso de este insecticida en el raleo de frutos, es efectivo en cantidades de 1.5 a 3.5 g·litro^{-1} de agua o combinado en proporciones de 1.2 a 2.4 g·litro^{-1} de agua de ANA o ANAmida, aplicado entre los 14 y 25 días después de la máxima floración, o bien, cuando los frutos centrales de la inflorescencia posea un diámetro entre 8 y 12 mm, principalmente en manzano 'Golden Delicious', 'Red Delicious', 'Jonathan' y 'Winesap' (Álvarez Requejo, 1988). Este producto puede favorecer la presencia de "russeting" y de araña roja (*Panonychus ulmi* Koch.), particularmente en 'Golden Delicious' (García, 1991).

El ANA debe aplicarse en concentraciones de 15 a 20 mg·litro^{-1}, dependiendo del cultivar y la edad de los árboles (Álvarez Requejo, 1988; García, 1991); en 'Delicious' en concentraciones de 2 a 5 mg·litro^{-1} son suficientes (Faust, 1989), aunque para manzano en general debe aplicarse en concentraciones de 15 mg·litro^{-1} (Westwood, 1982), con márgenes de hasta 20 a 30 mg·litro^{-1} (Baldini, 1992). La aplicación debe realizarse de 14 a 18 días después de la caída de pétalos, o cuando el fruto central de la inflorescencia tenga entre 8 y 12 mm de diámetro, incluso, antes de la plena floración o siete días después de la máxima floración en manzano 'Delicious' (Sally *et al*., 1991).

El ethrel (ácido 2-cloroetilfosfónico) induce la síntesis de etileno (C_2H_4) y provoca la abscisión de los frutos en posfloración (Westwood, 1982). El etefón como producto liberador de etileno, en cantidades de 1500 mg·litro^{-1} ó al 0.1 % (i.a. 48 %), induce buen raleo de frutos e inhibe el crecimiento de los árboles (Byers *et al*., 1990).

La benciladenina (BA) fue señalada por Greene y Miller (1984) como un excelente inductor de la abscisión de frutos en varios cultivares de manzano, aplicado en postfloración entre 100 y 200 mg·litro^{-1}. Se menciona que la BA en el raleo de frutos, para manzanos 'McIntosh', 'Delicious', 'Golden Delicious', 'Mutsu', 'Empire' y 'Abas', en concentraciones de 75 a 100 mg·litro^{-1} es suficiente (Greene y Autio, 1990). La BA aplicada en la fase de división celular del fruto, incrementa el tamaño, induce una pulpa más firme y aumenta la concentración de sólidos solubles; esto se debe al parecer, a un incremento de células por fruto, favoreciendo al mismo tiempo la floración del próximo ciclo (McLaughlin y Greene, 1984; Greene y Autio, 1990; 1994).

La urea como fuente de nitrógeno, es un constituyente natural de las plantas, ha sido recomendado por Zilkan *et al.* (1988) para raleo de frutos en durazno, nectarinas y manzanas; Link (1990) evaluó su efecto en manzanos 'Boskoop', 'Glocken', 'Gloster', 'Golden Delicious', 'Jonagold' y 'Karmijn', en cantidades de 1 a 12 %, encontrando que la urea tuvo mejor efecto que el ANAmida, aunque al parecer, manifestó efectos secundarios en 'Golden Delicious' con una severa presencia de "russeting" (acorchamiento de la epidermis) en los frutos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de algunos productos químicos ya utilizados en la agricultura en el raleo de frutos de manzano, favoreciendo el rendimiento y la calidad comercial de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en 1993, en una plantación de manzano establecido en el Campo de Prácticas de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de

la Universidad Politécnica de Madrid en Madrid, ubicado a los 40º 26' 36" latitud N, 3º 44' 18" de longitud W y altitud de 595 m, perteneciente a la meseta castellana en el centro peninsular ibérico, con cielos muy despejados a excepción del invierno, estación en la que predominan las lluvias con una precipitación media anual de 706 mm. Las temperaturas son muy extremosas, muy frías por debajo de los 0 ºC entre noviembre y abril y caluroso en verano (de agosto a septiembre, entre 20 y 40 ºC), y humedad relativa de 50 % en promedio.

Los cultivares de manzano utilizados fueron, 'Starkrimson'/MM-106 y /M-26, con distancias de plantación de 0.50 x 2.00 m (10,000 árbol·ha^{-1}) y 'Golden Spur'/MM-111, establecido a 0.50 x 1.50 m (13,000 árbol·ha^{-1}), plantados en septiembre de 1977. La máxima floración se observó, en 'Golden Spur' los días 8 y 9 de abril, en tanto que en el 'Starkrimson', la máxima floración se presentó en los días 15 y 16 del mismo mes. En las fechas 10 y 27 de mayo de 1993 se presentó una helada, por debajo de 4 ºC, por lo que la aplicación de los productos químicos considerados en los tratamientos se hizo el 28 de mayo de las 8 a las 11 horas, con la finalidad de evitar en lo posible, pérdida de los productos por evaporación y volatización.

Los productos químicos utilizados para raleo de frutos fueron: sevin 85, polvo humectable que contiene 85 % de carbaril (1-naftalenil metilcarbamato); rhodofix, polvo humectable que contiene ácido α-naftalenacético (ANA) al 1 %, regulador de crecimiento para árboles frutales; promalina (1.9 %, equivalente a 19 g·litro^{-1}), regulador de crecimiento compuesto por una citocinina en forma de benciladenina (6-benciladenina) y dos giberelinas (AG_4 y AG_7); fruitel, líquido soluble compuesto por 480 g·litro^{-1} de etefón (ácido 2-cloroetil fosfónico), regulador de crecimiento que induce la síntesis de etileno en las plantas; urea, fertilizante compuesto por 46 % de nitrógeno total y menos de 0.25 % de biuret.

El experimento se estableció bajo el diseño completamente al azar distribuidos los tratamientos en forma aleatoria con siete repeticiones, utilizando tres árboles por repetición, en donde cada una de los cultivares de manzano fueron analizadas de forma individual, considerando que cada cultivar de manzano tienen distinta densidad de plantación. El modelo utilizado es el siguiente: $Yij=\mu+Ti+Eij$ (Y=variable de interés; µ=media; *Ti*=efecto de tratamiento; *Eij*=error experimental). Los tratamientos para los cultivares de manzano se expresan en el Cuadro 1. La prueba de comparación de medias por tratamiento se hizo utilizando la prueba de Scheffe.

CUADRO 1. Tratamientos del raleo químico de frutos de manzano en 'Starkrimson'/M-26 y /MM-111 y 'Golden Spur'/MM-111. La aplicación de los productos se realizó el 28 de mayo de 1993.

Tratamiento	Cultivares de manzano[z]	
	'Starkrimson'/M-26, y /MM-106 (10,000 árbol·ha^{-1})	'Golden Spur' /MM-111 (13,000 árbol·ha^{-1})
Testigo	X[z]	X
Raleo manual	X	X
ANA 10 mg·litro^{-1}	X	X
ANA 16 mg·litro^{-1}	X	X
AGs+BA: 14.25+14.25 mg·litro^{-1}		X
AGs+BA: 28.25+28.25 mg·litro^{-1}		X
AGs+BA: 38.0+38.0 mg·litro^{-1}		X
Etefón 0.18 g·litro^{-1}	X	X
Etefón 0.30 g·litro^{-1}	X	X
Etefón 0.60 g·litro^{-1}	X	X
Carbaril 1.275 g·litro^{-1}	X	X
Carbaril 2.55 g·litro^{-1}	X	X
Urea 6.0 %	X	X
Urea 12.0%	X	X
Etefón+(AGs+BA): 0.60 g·litro^{-1} + (28.5+28.5) mg·litro^{-1}	X	

[z]Identificación de los tratamientos.
Aplicación de los tratamientos (28 de mayo de 1993): ANA, en forma de rhodofix (1.0 y 1.6 g·litro^{-1} de agua); AGs (giberelinas AG_4 y AG_7) + BA (benciladenina), en forma de promalina, (0.50, 0.75 y 1.5 ml·litro^{-1} de agua); etefón, en forma de fruitel, (0.375, 0.625 y 1.25 ml·litro^{-1} de agua); carbaril, en forma de sevin 85, (1.5 y 3.0 g·litro^{-1} de agua); urea, (60 y 120 g·litro^{-1} de agua).

Los caracteres que se evaluaron antes de la aplicación de los productos fueron: área de la sección transversal del tronco ($\pi \cdot r^2$), altura del árbol hasta la poda, número de brotes vegetativos mayores de 10 cm de longitud y número total de frutos por árbol. Estos caracteres se utilizaron en el análisis de datos como covariables y correlación entre caracteres, con la finalidad de que los caracteres como efecto de los tratamientos en el análisis de varianza sean más objetivos (Looney y Knight, 1985). Los caracteres evaluados como efecto de los tratamientos fueron: número total de frutos por árbol; número y peso de frutos comerciales y de destrío por árbol; rendimiento de frutos comerciales (producción de frutos comerciales por árbol multiplicado por la densidad árboles por hectárea); coloración de la superficie de los frutos; firmeza del fruto y contenido total de sólidos solubles.

De los caracteres efecto de los tratamientos, se calculó el intervalo de confianza (IC) al 5 %, definido como el intervalo de valores que, con cierta probabilidad forman parte de una población, y se utilizó en las diferentes variables para definir la calidad de los tratamientos, e identificar los "mejores" y los "peores" tratamientos. La

ecuación del análisis del IC es la siguiente: $IC_{95\ \%} = \mu \pm t$ (0.975, gl) x EE. $IC_{95\ \%}$ = intervalo de confianza al 5 %; μ = media del tratamiento en cuestión; *t* = valores tabulados de *t* de la tabla de distribución de *t* de Student, rango -*t* a +*t*; gl = grados libertad del tratamiento; EE = error estándar.

La evaluación del color de los frutos se realizó al momento de la cosecha (20 y 24 de septiembre), no como índice de cosecha sino como efecto de los tratamientos, con el uso de un colorímetro Minolta modelo CR-200; se evaluaron 24 frutos al azar por tratamiento y un fruto como unidad experimental, mediante análisis de varianza y comparación de medias de Scheffe, se definió el efecto de los tratamientos en este carácter; para facilitar la comprensión de la numeración de colores, se halló la equivalencia de dichos números en el sistema de color Munsell, con la cual, los colores pueden ser identificados mediante letras y números obtenidos sobre la carta de colores tridimensional desarrollada por A. H. Munsell (carta de color Munsell). En los mismos frutos se determinó la firmeza del fruto con un penetrómetro "Fruit pressure tester", Modelo FT 327. Los sólidos solubles totales (SST; ºBrix) se evaluaron con un refractómetro óptico manual Modelo ATC-1, escala 0-32 % ºBrix.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres de vigor de los árboles previo a la aplicación de los tratamientos

En el análisis de correlación entre caracteres, el área de la sección transversal del tronco en 'Starkrimson', tuvo su efecto con la altura del árbol hasta la poda (r = 0.23) (*P* = 0.035), en tanto que para el mismo carácter en 'Golen Spur' no tuvo efecto estadístico. El área de la sección transversal del tronco (*P* = 0.0025), la altura del árbol hasta la poda (*P* = 0.0242) y el número de brotes vegetativos mayores de 10 cm de largo (*P* = 0.0195), tuvieron una correlación positiva, como efecto de la aplicación de los productos químicos para el raleo de frutos, con el número total de frutos en los dos cultivares. También el área de la sección transversal del tronco, número de brotes vegetativos mayores de 10 cm de largo y número de frutos por árbol (previo a los tratamientos), fueron los caracteres que tuvieron un efecto significativo y positivamente ($P \leq 0.05$) a los caracteres número y peso de los frutos comerciales por árbol (≥65 mm de diámetro) en los dos cultivares de manzano.

Número (por árbol) y rendimiento de frutos comerciales

Los tratamientos con mayor efecto desde el punto de vista estadístico y del IC al 5 % en el raleo de frutos en 'Starkrimson', el tratamiento con carbaril en la concentración de 2.55 g·litro^{-1} fue el que indujo 24 frutos comerciales por árbol e igualmente el tratamiento que presentó el mayor rendimiento (28.5 t·ha^{-1}). Dentro de este intervalo de confianza, los tratamientos con etefón al 0.18 g·litro^{-1}, con 22.5 frutos·árbol^{-1} y 23.5 t·ha^{-1}, etefón a la concentración de 0.60 g·litro^{-1}, con 21 frutos·árbol^{-1} y 28 t·ha^{-1}, y en el límite inferior, el tratamiento con urea al 6 %, con 17.5 frutos por árbol, equivalente a 25 t·ha^{-1}, y la combinación de etefón y AGs+BA (Figura 1), productos estadísticamente iguales al 5 % con el carbaril al 2.55 g·litro^{-1}, por lo que puede deducirse que el etefón en concentraciones de 0.18 y 0.60 g·litro^{-1} y carbaril a 2.55 g·litro^{-1}, manifestaron el mayor número de frutos comerciales por árbol y el mayor rendimiento de frutos comerciales por hectárea.

Para el caso de 'Golden Spur' en cuanto al mayor número de frutos comerciales por árbol, ANA a 16 mg·litro^{-1} con 32 frutos comerciales por árbol (49 t·ha^{-1}) y carbaril a 2.55 g·litro^{-1} con 26 frutos por árbol (39 t·ha^{-1}), fueron los tratamientos que quedaron dentro del IC al 5 %, lo que se

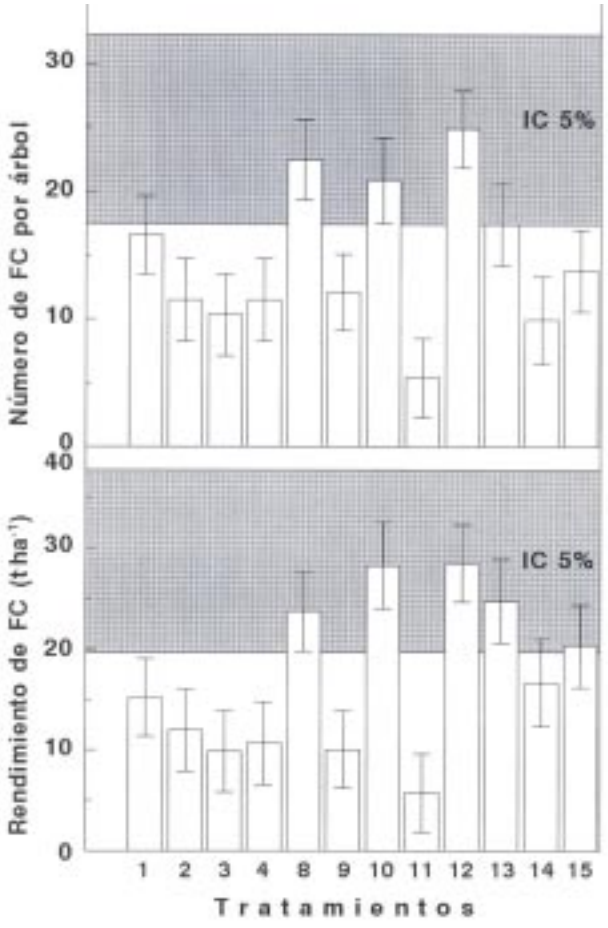

Figura 1. Número y rendimiento de frutos comerciales (FC) (≥ 65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de los productos químicos para el raleo de frutos (1: testigo; 2: manual; 3: ANA 10 mg·litro^{-1}; 4: ANA 16 mg·litro^{-1}; 8: etefón 0.18 g·litro^{-1}; 9: etefón 0.30 g·litro^{-1}; 10: etefón 0.60 g·litro^{-1}; 11: carbaril 1.27 g·litro^{-1}; 12: carbaril 2.55 g·litro^{-1}; 13: urea 6 %; 14: urea 12 %; 15: etefón 0.60 g·litro^{-1} + (AGs 28.5+28.5 g·litro^{-1}), con un nivel de $P \leq 0.0001$ e IC de 5 % sobre el tratamiento 12, en manzano 'Starkrimson' a una densidad de 10,000 árbol·ha^{-1}. Las líneas en barras significan error estándar por tratamiento.

concluye que son estos dos productos y a las concentraciones aplicadas, fueron los más eficientes para el raleo de frutos (Figura 2), aunque los tratamientos con ANA a la concentración de 10 mg·litro^{-1}, AGs+BA en sus tres concentraciones y la urea, son los productos que indujeron los valores más altos de peso y rendimiento, considerando que las giberelinas y la citocinina, así como el fertilizante con alto contenido de nitrógeno, por su efecto fisiológico en las plantas probablemente participaron en el desarrollo de los frutos, debido a su función de multiplicación celular de los reguladores de crecimiento (Faust, 1989) y la del nitrógeno que forma parte principalmente de la membrana celular, coadyuvaron al desarrollo de los frutos, y no tanto en la inducción de la abscisión de éstos, quizá porque las concentraciones de los reguladores y la dosis del fertilizante fueron relativamente bajas.

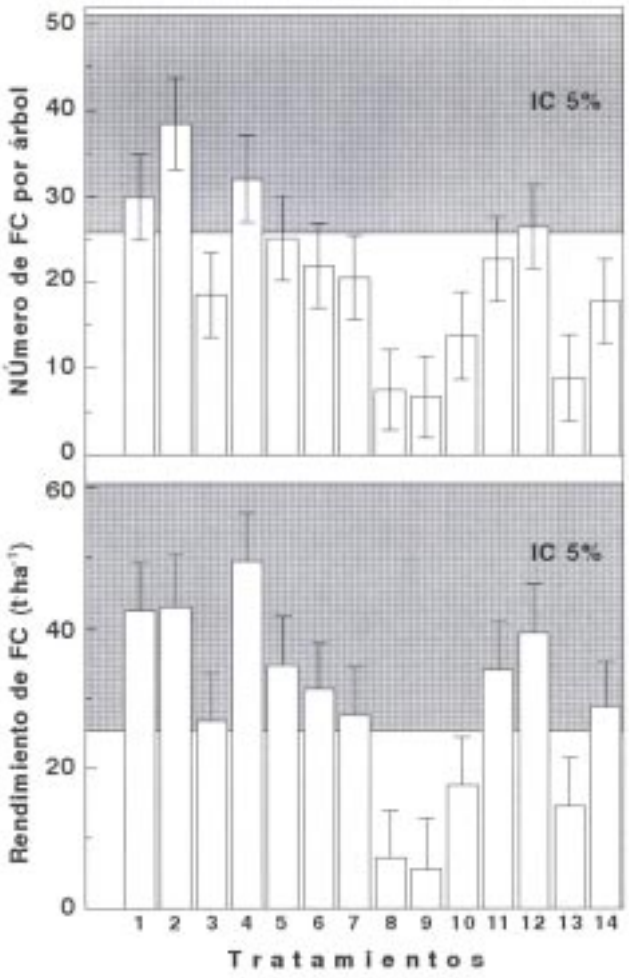

Figura 2. Número y rendimiento de frutos comerciales (FC) (≥ 65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de los productos químicos para el raleo de frutos (1: testigo; 2: manual; 3: ANA 10 mg·litro^{-1}; 4: ANA 16 mg·litro^{-1}; 5: AGs 14.5 + BA 14.5 mg·litro^{-1}; 6: AGs 28.5 + BA 28.5 mg·litro^{-1}; 7: AGs 38 + BA 38 mg·litro^{-1}; 8: etefón 0.18 g·litro^{-1}; 9: etefón 0.30 g·litro^{-1}; 10: etefón 0.60 g·litro^{-1}; 11: carbaril 1.27 g·litro^{-1}; 12: carbaril 2.55 g·litro^{-1}; 13: urea 6 %; 14: urea 12 %, con un nivel de *P*≤0.0001 e IC de 5 % sobre el tratamiento manual, en manzano 'Golden Spur' a una densidad de 13,000 árbol·ha^{-1}. Las líneas en barras significan el error estándar por tratamiento.

También y de acuerdo con la eficacia del ANA, carbaril y la combinación de giberelinas+benciladenina en el raleo de frutos en 'Golden Spur', en condiciones del actual sistema de manejo de los árboles, supondría incrementar las concentraciones de ANA y carbaril, y disminuir las de AGs+BA y las de etefón, debido principalmente a los bajos rendimientos, como un claro indicador de mayor inducción en la abscisión de los frutos. Es conveniente reiterar que el ANA a concentraciones altas y el etefón, son inductores de la síntesis de etileno (Yang, 1980; Flore *et al*., 1990).

Color de los frutos

El color de los frutos de 'Starkrimson', expresado en valores de **L**, ± **a** (rojo-verde) y ± **b** (amarillo-azul), en el análisis de varianza y en la comparación de medias, los frutos de los tratamientos manual y con etefón a 0.30 g·litro^{-1}, fueron los más rojos, menos amarillos y con menor claridad, aunque mediante el uso del sistema Munsell, sólo los frutos de árboles aplicados con etefón, fueron de un color rojo más uniforme, en tanto que los frutos tratados con carbaril, el color fue de amarillo a rojo (Cuadro 2).

Con estos resultados se reafirma lo expresado por varios investigadores que el etefón es un regulador de crecimiento promotor de la síntesis de etileno endógeno, y que dado su efecto de "envejecimiento" de órganos vegetales, acelera la transformación de la clorofila a pigmentos de color, no así para los frutos del tratamiento manual, en la que, a pesar de existir una mayor disponibilidad de carbohidratos para el desarrollo de los frutos, con el uso del sistema Munsell, el color rojo de los frutos no fue suficiente. Los frutos de tamaño mayor de 65 mm de diámetro, fueron estadísticamente más rojos que los de destrío ($P \leq 0.05$), lo que indica que los frutos de mayor tamaño han acelerado su madurez, confirmados estos resultados con los valores del sistema Munsell (Cuadro 3).

Los resultados de la misma variable en 'Golden Spur', la comparación de medias ($P \leq 0.05$) indicó que los frutos con raleo manual y el tratamiento con etefón, la coloración de las cortezas de los frutos fueron más amarillos y brillantes, aunque un poco superior en los frutos con etefón. Al realizar la conversión Munsell, los frutos derivados de los tratamientos manual, AGs+BA: 38+38 mg·litro^{-1} y etefón, presentaron coloraciones de más a menos amarillos, respectivamente, en tanto que los frutos del tratamiento testigo, manifestaron coloraciones de color verde-amarillo (Cuadro 4). Estos datos confirman los resultados obtenidos por Nieto Ángel y Sadowski (1989), en el que los frutos con raleo manual y los tratados con algún regulador de crecimiento, que hayan presentado efectividad en la abscisión de frutos, aceleran la maduración de los frutos, y

CUADRO 2. Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano 'Starkrimson' como efecto del raleo químico en un sistema de alta densidad de 10,000 árbol·ha^{-1} en Madrid, España. 1993.

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amarillo-azul	C[z] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Testigo	54.85 a[y]	10.73 bc	14.03 a	17.66	2.5YR 7/3	Tono 5YR (amarillo-rojo); Claridad 7; Croma 3
Manual	48.13 b	15.14 a	7.15 b	16.74	7.5YR 7/3	Tono 5YR (amarillo-rojo); Claridad 7; Croma 3
Etefón 0.30 g·litro^{-1}	49.64 b	14.11 ab	10.03 b	17.31	5R 5/3	Tono 5R (rojo); Claridad 5; Croma 3
Carbaril 2.55 g·litro^{-1}	53.46 a	9. 24 c	13.86 a	16.65	5YR 5/3	Tono 5YR (Amarillo-rojo); Claridad 5; Croma 3

[z]$C = (a^2 + b^2)^{½}$
[y]Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo con la prueba de Scheffe a una $P \leq 0.05$.

CUADRO 3. Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano 'Starkrimson' según tamaño de ruto obtenido en un sistema de alta densidad de 10,000 árbol·ha^{-1} en Madrid, España. 1993.

Frutos	L Claridad	a rojo-verde	b amarillo-azul	C[z] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥ 65 mm de diámetro)	50.98 a[y]	13.22 a	10.72	17.01	10R 5/4	Tono 10R (rojo); Claridad 5; Croma 4
De destrio (< 65 mm de diámetro)	52.41 a	11.17 b	12.13	16.48	2.5YR 7/3	Tono 2.5YR (amarillo-rojo); Claridad 7; Croma 3

[z]$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$
[y]Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0.05$.

CUADRO 4. Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano 'Golden Spur' como efecto del raleo químico en un sistema de alta densidad de 13,000 árbol·ha^{-1} en Madrid, España. 1993.

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amarillo-azul	C[z] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Testigo	65.81 c[y]	-10.26 b	30.06 d	31.76	2.5GY 7/5	Tono 2.5GY (verde-amarillo); Claridad 7; Croma 5
Manual	67.72 c	-7.69 a	33.97 c	34.82	10Y 8/5	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 5
AGs+BA: 38+38 mg·litro^{-1}	70.67 b	-13.85 c	44.20 b	46.31	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6
Etefón 0.30 g·litro^{-1}	76.87 a	-6.85 a	50.25 a	50.71	7.5Y 8/7	Tono 7.5Y (amarillo); Claridad 8; Croma 7

[z]$C = (a^2+b^2)^{1/2}$
[y]Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la prueba de Scheffe a una $P \leq 0.05$.

CUADRO 5. Caracterización de y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano 'Golden Spur' según tamaño de fruto obtenido en un sistema de alta densidad de 13,000 árbol·ha^{-1} en Madrid, España. 1993.

F r u t o s	L Claridad	a rojo-verde	b amarillo-azul	C[z] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥ 65 mm de diámetro)	70.54 a[y]	-9.60 a	39.85 a	40.98	10Y 8/6	Tono 10Y(amarillo); Claridad 8; Croma 6
De destrio (< 65 mm de diámetro)	67.29 b	-11.34 b	35.38 b	37.15	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6

[z]$C = (a^2 + b^2)^{1/2}$
[y]Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la prueba de Scheffe a una $P \leq 0.05$.

en consecuencia, adoptan más rápidamente el color natural característico del cultivar.

En cuanto al tamaño de los frutos, los frutos comerciales fueron más amarillos y más claros ($P \leq 0.05$), aunque al transformar los valores al sistema Munsell, el tono del color, la claridad y el croma de los frutos, no presentaron diferencias significativas (Cuadro 5). La importancia del raleo de frutos en diversas especies frutícolas con el objetivo de obtener frutos de mayor calidad, además de las ventajas agronómicas y económicas adicionales, están sostenidas por Rebour (1971), Coutanceau (1971), Álvarez Requejo (1988), Suárez

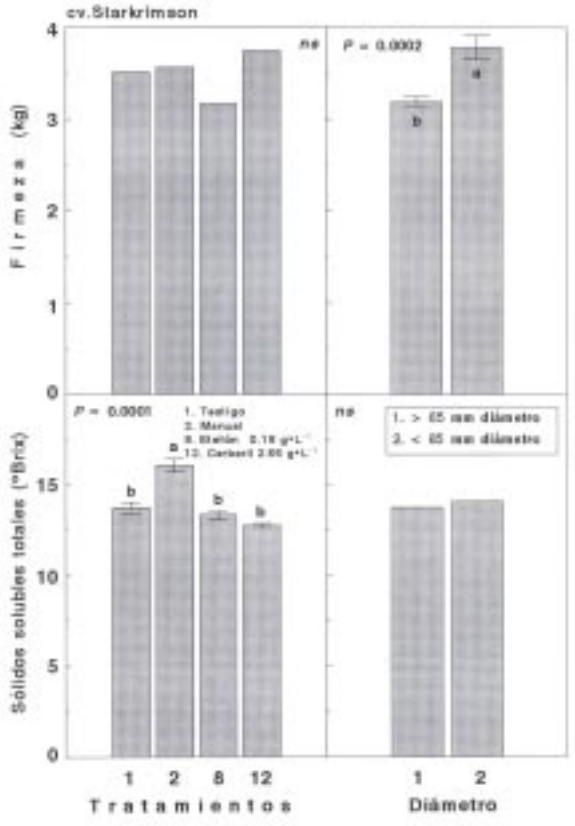

Figura 3. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (SST; ºBrix) en frutos de manzano 'Starkrimson', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del raleo químico de frutos en una plantación de alta densidad de 10,000 árbol·ha^{-1}. Letras iguales por columna son iguales estadísticamente por la prueba de Scheffe a una $P \leq 0.05$.

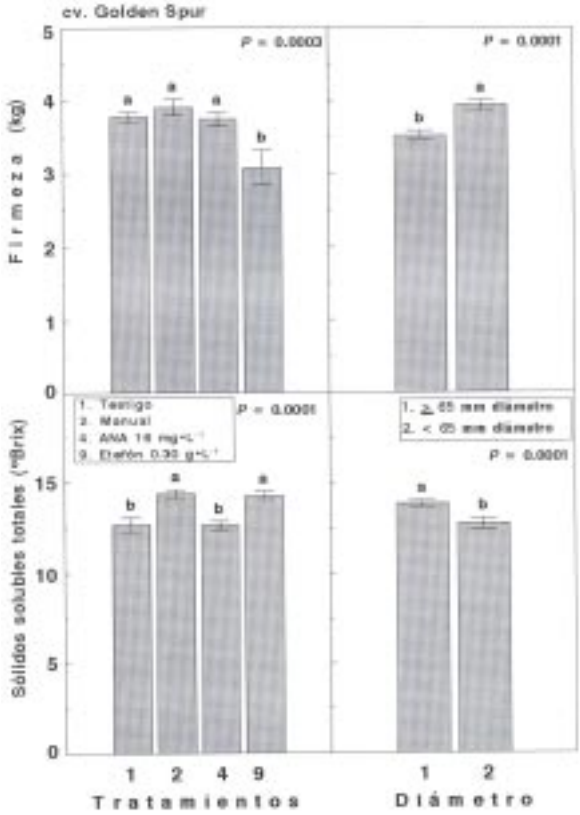

Figura 4. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (SST; ºBrix) en frutos de manzano 'Golden Spur', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del raleo químico de frutos en una plantación de alta densidad de 13,000 árbol·ha^{-1}. Letras iguales por columna son iguales estadísticamente por la prueba de Scheffe a una $P \leq 0.05$.

et al. (1988), Greene y Autio (1990), Baroni *et al*. (1990), Flore *et al*. (1990) y Martin *et al*. (1990), Zaragoza *et al*. (1990), Baldini (1992).

Firmeza de la pulpa de los frutos

Del grupo de variables de calidad de los frutos evaluados en el presente ensayo, una de ellas es la firmeza (kg) de la pulpa. Los resultados en 'Starkrimson' (Figura 3), resultaron no significativos por tratamiento, contrariamente a 'Golden Spur', en el que los frutos de los tratamientos testigo, manual y con ANA a 16 mg·litro^{-1}, fueron más firmes (consistentes) que los del tratamiento con etefón al 0.30 g·litro^{-1} (P=0.0003) (Figura 4), lo que se confirma que los frutos de los árboles tratados con etefón al acelerar el proceso de madurez disminuyen su firmeza.

En cuanto al tamaño de los frutos en los dos cultivares (Figuras 3 y 4), los frutos de destrío (<65 mm de diámetro) fueron más firmes que los frutos comerciales (0.6 kg en 'Starkrimson' y 0.35 kg en 'Golden Spur'), ambos al nivel de $P \leq 0.01$. La explicación que puede darse a los resultados obtenidos, es que los frutos más pequeños correspondan probablemente, a flores más tardías y en consecuencia, presenten una menor madurez en relación a los frutos comerciales.

Contenido de sólidos solubles totales de los frutos (SST; ºBrix)

En el cv. Starkrimson el contenido de sólidos solubles totales (SST) de los frutos del tratamiento manual fueron estadísticamente superior con relación a los frutos del tratamiento testigo (Figura 3), en tanto que en cv. Golden Spur el máximo contenido de SST lo presentaron los tratamientos manual y con etefón (Figura 4). En 'Starkrimson' no se presentó diferencia en cuanto a contenido de SST de los frutos en relación al tamaño (Figura 3); sin embargo en 'Golden Spur' los frutos con mayor contenido de SST lo constituyeron los frutos de tamaño comercial (≥ 65 mm de diámetro) (Figura 4).

Los resultados obtenidos de este carácter constata la importancia que tiene el raleo de frutos en manzano con la finalidad de mejorar la calidad de frutos y en el adelanto de la maduración de frutos; estos datos coinciden con los reportados por Álvarez Requejo (1988) y Coutanceu (1971), pero fundamentalmente con los de Boyhan *et al.* (1992), al

indicar que los contenidos altos de SST en los frutos, forman parte importante en la calidad de los frutos, y esto puede lograrse mediante el raleo de frutos; en este caso los frutos que presentaron un mayor contenido de SST fueron el manual por constituir una práctica que se realiza de forma selectiva, más intensa y con mayor eficacia, y el tratamiento con etefón (cv. Golden Spur) por constituir un regulador de crecimiento que adelanta la maduración de los frutos mediante la transformación de almidón a sacarosa, y también en la degradación de los pigmentos fotosintéticos a pigmentos de color tanto del epicarpio como del mesocarpio.

CONCLUSIONES

Los caracteres: área de la sección transversal del tronco (cm^2), altura del árbol hasta la poda y número de brotes vegetativos mayores de 10 cm de largo, presentaron una correlación positiva con el número total de frutos, número y peso de los frutos comerciales por árbol, como efecto de la aplicación de productos para el raleo de frutos, en los dos cultivares de manzano.

El número máximo de frutos comerciales por árbol y el máximo rendimiento de los mismos frutos, fue mayor en 'Starkrimson', con los productos etefón (0.18 y 0.60 $g \cdot litro^{-1}$), carbaril (2.55 $g \cdot litro^{-1}$) y urea (6 %); en 'Golden Spur' los productos que indujeron los mejores resultados lo constituyeron el ANA (16 $mg \cdot litro^{-1}$) y carbaril (1.27 y 2.55 $g \cdot litro^{-1}$). El etefón a la concentración utilizada (0.18 a 0.60 $g \cdot litro^{-}1$) indujo una alta abscisión de frutos, por lo que la concentración de este regulador de crecimiento debe disminuirse para el uso los fines aquí planteados.

El color de los frutos en 'Starkrimson', los tratamientos con los colores más rojos y uniformes, menos amarillos y con menor claridad, lo indujeron los tratamientos manual y con etefón (0.30 $g \cdot litro^{-1}$); en 'Golden Spur' los frutos con raleo manual y aplicados con etefón, fueron los que la coloración de las cortezas de los frutos fueron más amarillos y brillantes.

Respecto a la firmeza de la pulpa de los frutos, los resultados en 'Starkrimson' no tuvieron efecto los productos químicos; contrariamente en 'Golden Spur', en el que los frutos de los tratamientos testigo, manual y con ANA (16 $mg \cdot litro^{-1}$), fueron más firmes (consistentes) en relación a los frutos con etefón (0.30 $g \cdot litro^{-1}$), lo que indica que la síntesis de etileno acelera el proceso de madurez de los frutos disminuyendo la firmeza de su pulpa.

En cuanto al contenido de sólidos solubles totales de los frutos (SST; ºBrix), en el cv. Starkrimson el contenido de SST de los frutos fue mayor sólo en el tratamiento manual, en tanto que en cv. Golden Spur el máximo contenido de SST lo presentaron los frutos con los tratamientos manual y con etefón (0.18 $g \cdot litro^{-1}$); sólo en este cultivar se presentó un mayor contenido de SST en los frutos comerciales (≥ 65 mm de diámetro).

LITERATURA CITADA

ÁLVAREZ REQUEJO, S. 1988. El Manzano. 5a Edic. Coedic. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación-Editorial Aedos, Barcelona, España, S. A. pp. 326-334.

BARONI, G.; MADINELLI, C; LAIN, O.; MASIA, A. 1990. Fruit thinning in peach, nectarine and sweet cherry by Metribuzin, an inhibitor of photosynthesis. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 3282.

BALDINI, E. 1992. Arboricultura General. (Traducido del Italiano por J. de la Iglesia González). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 291, 344-352.

BOYHAN, G. E.; NORTON, J.D.; ABRAHAM, B.R.; PITTS, J.A. 1992. GA_3 and thinning affect fruit quality and yield of 'AU-Rubrum' plum. HortScience 27(9): 1045.

BYERS, R. E.; LYONS Jr, C.G..; HORSBURGT, R.L. 1982. Comparisons of Sevin and Vidate for thinning apple. HortScience 17: 777-778.

COUTANCEU, M. 1971. Fruticultura. Sda. Edic. Oikos-Tau, S. A.-Ediciones. Barcelona, España. pp. 99-101, 503-506.

DUFF, M. J.; ATKINS, L.; HANNEY, B.; JOHANSEN, C.; MAYER, D.; NELSON; R. 1983. Sevin XLR: Reducing hazard to honey bees. Union Carbide Agric. Publication 83505: 1-11.

FAUST, M. 1989. Physiology of Temperate Zone Fruit Trees. John Wiley & Sons, New York, U S A.

FLORE, J. A.; TODD, S.; NERI, D.; PETERLUNGER, E. 1990. Development of a bioassay to estimate variability in apple chemical thinning response to NAA. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 1881.

GARCÍA DE O., J. 1991. El aclareo químico del manzano. Revista Fruticultura Profesional 38: 71-75.

GREENE, D. W.; MILLER, P.. 1984. Uses of 6-benzyladenine as a chemical thinner for apples. HortScience 19: 528.

GREENE, D. W.; AUTIO, W.R. 1990. Thinning activity of benzyladenine on several apple cultivars. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(3): 394-400.

GREENE, D. W.; AUTIO, W.R. 1994. Combination spray with benzyladenine to chemical thin spur-type 'Delicious' apples. HortScience 29(8): 887-890.

LINK, H. 1990. Urea an alternative processes involved in abscission. HortScience 6(4): 376-378.

LOONEY, N. E.; KNIGHT, J. N. 1985. Effects of initial set and carbaryl treatment on final fruit set on 'Greensleeves' apple. HortScience 20: 400-401.

MARTIN, G. C.; NISHIJIMA, C.; RAPOPORT, H.F. 1990. Abscission response of olive flower and fruit populations to NAA. XXIII International Horticultural Congress. Firenze, Italia. Abst. 1891.

McLAUGHLIN, L. M.; GREENE, D.W. 1984. Effects of BA, GA_{4+7} and daminozide on fruits set, fruit quality, vegetative growth, flower initiation and flower quality of 'Golden Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109: 34-39.

NIETO ÁNGEL, R.; SADOWSKI, A. 1989. Efecto de la aplicación de Alar y del raleo manual en manzano cultivar Anna bajo dos densidades de plantación. Revista Chapingo 62/63: 97-101.

PASCUAL, M.; URBINA, V.; COSTA, J. 1993. Eficiencia del aclareo manual de frutos, complementario al aclareo químico, en

manzanos cv. Golden Delicious. Información Técnica Económica Agraria (Revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario) (ITEA) 89(3): 129-135.

REBOUR, H. 1971. Frutales Mediterráneos. (traducido del Francés por F. Gil-Albert Velarde). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 157-159.

SALLY, A. B.; JONES, K.M.; KOEN, T.B.; OAKFORD, M.J.; BARRETT, M.H.; STONE, N.E. 1991. The interaction of Cytolin and NAA on cropping 'Red Delicious' apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 66(5): 559-567.

SUÁREZ, M. P.; LÓPEZ-RIVAS, P.; ORDOVAS, J.; RALLO. L. 1988. Ensayos extensivos de aclareo de frutos en olivo. Actas del III Congreso Soc. Esp. de Ciencias Hort., España. pp. 182-187.

WESTWOOD, M. N. 1982. Fruticultura de Zonas Templadas. (traducido del Inglés por L. Rallo Romero y colaboradores). Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 217-240.

YANG, S. F. 1980. Regulation of ethylene biosynthesis. HortScience 15(3): 238-243.

ZARAGOZA, S.; TRENOR, I.; ALONSO, E. 1990. Influencia del aclareo sobre el calibre de los frutos Satsuma clausellina. Acta de Horticultura. I Congresso Ibérico de Ciéncias Hortícolas. Lisboa, Portugal. III: 113-118.

ZILKAN, S.; KLEIN, I.; DAVID, I. 1988. Thinning peach and nectarines with urea. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 63(2): 209-216.