ITEA (2000), Vol. **96V N.° 1,** 27-41

ACLAREO QUÍMICO DE FRUTOS DE MANZANO (*MALUS PUMILA* MILL.) cvs. STARKRIMSON Y GOLDEN SPUR EN PLANTACIONES DE ALTA DENSIDAD

R. Nieto-Ángel*, F. Gil-Albert Velarde**

* Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, 56230, Chapingo, México

** Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia, ETSIA, Universidad Politécnica de Madrid, 28040 Madrid, España

RESUMEN

La investigación se realizó en el Campo de Prácticas de la ETSIA, 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 aclareo químico de frutos, y pulverizados cuando los frutos tenían alrededor de 25 mm de diámetro. En relación a la cantidad y calidad de frutos por árbol y al rendimiento, para 'Starkrimson' de 2,30 m de altura hasta la poda y manejado en cordón vertical, los productos químicos más eficientes en el aclareo de frutos fueron: Etefon, a 0,18 y 0,30 g·L^{-1} y carbaril a una concentración de 2,55 g·L^{-1}, en tanto que en 'Golden Spur' con las mismas características de manejo de los árboles, los productos más eficientes fueron: ANA a 16 mg·L^{-1}, carbaril a 1,27 y 2,55 g·L^{-1}, y posiblemente la combinación de giberelinas y benciladenina (AGs+BA) y Etefon, pero a concentraciones más bajas de las aquí utilizadas. El ANA en 'Golden Spur', favoreció el desarrollo de los frutos, en tanto que la urea, por los efectos secundarios de toxicidad en las estructuras vegetativas se considera ineficiente. El Etefon indujo un adelanto en la maduración de los frutos, favoreció la intensidad del color rojo y el amarillo brillante de los frutos, dependiendo del cultivar, y en 'Golden Spur' indujo un aumento en el contenido de sólidos solubles totales (SST) y una menor firmeza de los frutos. En los dos cultivares de manzano y en cuanto a los frutos comerciales (>65 mm), presentaron mayor firmeza en relación a los frutos de destrío, y sólo en 'Golden Spur' el contenido de sólidos solubles totales (SST) fue menor.

Palabras clave: Aclareo, Ácido naftalenacético (ANA), Carbaril, Etefon, Promalina (GA_{4+7} + benciladenina), Urea, Abscisión de frutos.

SUMMARY

CHEMICAL THINNING OF APPLE FRUITS (*MALUS PUMILA* MILL.) cvs STARKRIMSON AND GOLDEN DELICIOUS IN HIGH DENSITY PLANTING

Thinning of fruits trees has the following goals: to permit the remaining fruits the reception of enough quantity of carbohydrates to enhance their size and quality, to increase trees vigour, to avoid shoots breaking; and to facilitate the harvesting of fruits. For fruits abscission, more efficient chemical and concentrations were the following: for 'Starkrimson', Ethephon to 0.18 and 0.30 g·L^{-1}, and carbaryl to 2.55 g·L^{-1}; for 'Golden Spur', NAA to 16 mg·L^{-1}, carbaryl to 1.27 and 2.55 g·L^{-1}, and Ethephon

(0.18 $g \cdot L^{-1}$) and promaline (AGs+BA) (14.25+14.25 $mg \cdot L^{-1}$) alone at a lower concentrations. For 'Golden Spur', NAA had also a positive effect in fruits growth, whereas urea had a toxic effect in vegetative parts. Ethephon advanced the maduration time in eight days, enhanced red and yellow brilliant colors, and increased the content in total soluble solids (TSS) in 'Golden Spur'. For 'Starkrimson' earlier dates for hand thinning, when fruits were 27 mm diameter, produced higher yields of commercial fruits (54 $t \cdot ha^{-1}$) than later thinning dates.

Key words: Thinning, Carbaryl, NAA (naphthalenacetic acid), Ethephon, Promalina (GA_{4+7}+benzyladenine), Urea, Fruit abscission.

Introducción

El aclareo 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. 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 cuajados, este fenómeno debe corregirse mediante el aclareo, por lo que el aclareo 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, la coloración de la epidermis, entre los más importantes. En forma indirecta también, con esta práctica, se regula el fenómeno de alternancia de producción, se favorece la longevidad de los árboles y la producción acumulada (FAUST, 1989; GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ, 1991; ALVARES REQUEJO, 1988; BALDINI, 1992; REBOUR, 1971; COUTANCEAU, 1971; ZARAGOZA *et al.*, 1990; SUÁREZ *et al.*, 1988; GREENE y AUTIO, 1990; BARONI *et al.*, 1990; FLORE *et al.*, 1990; MARTIN *et al.*, 1990).

Con el aclareo manual en manzano 'Anna', en una plantación de alta densidad, el rendimiento total disminuyó aunque se incrementó el peso promedio de los frutos; también se incrementó la coloración roja de los frutos (NIETO ANGEL y SADOWSKI, 1989). El aclareo manual de frutos, complementario al aclareo de frutos con ANA en manzanos 'Golden Delicious', al dejar un fruto por corimbo, la producción aumentó (80 $t \cdot ha^{-1}$), se mejoró el tamaño y los ingresos de los productores aumentaron en 300.000 pesetas por hectárea; el aclareo manual complementario a dos frutos por corimbo, no incrementó la producción ni el calibre de 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 aclareo de frutos, es efectivo en cantidades de 1,5 a 3,5 $g \cdot L^{-1}$ de agua o combinado en proporciones de 1,2 a 2,4 $g \cdot L^{-1}$ de agua de ANA o ANAmida, aplicado entre los 14 y 25 días después de la máxima floración, o bien, cuando los frutos centrales del corimbo posean 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 DE OTAZO LÓPEZ, 1991).

El ANA debe aplicarse a concentraciones de 0,005 a 0,002% ó de 15 a 20 $mg \cdot L^{-1}$ o dependiendo del cultivar y la edad de los árboles (ÁLVAREZ REQUEJO, 1988; GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ, 1991); en 'Delicious' a concentraciones de 2 a 5 $mg \cdot L^{-1}$ es suficiente (FAUST, 1989), aunque para manzano en general debe aplicarse a concentraciones de 15 $mg \cdot L^{-1}$ (WESTWOOD, 1982), con márgenes de hasta 20 a 30 $mg \cdot L^{-1}$ (BALDINI, 1992). La aplicación debe realizarse de 14 a 18 días después de la caída de pétalos, o cuando el fruto central del corimbo tenga entre 8 y 12 mm de diámetro, incluso, aplicándolo antes de la plena floración o siete días después de la máxima floración en manzano 'Delicious' (SALLY *et al.*, 1991).

El Ethrel induce la síntesis de etileno (C_2H_4) (ácido 2-cloroetilfosfónico) y provoca la abscisión de los frutos en posfloración (WESTWOOD, 1982). El Etefon como producto liberador de etileno, en cantidades de 1.500 $mg \cdot L^{-1}$ ó al 0,1% (i.a. 48%), induce buen aclareo 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 $mg \cdot L^{-1}$. Se menciona que la BA en el aclareo de frutos, y para 'McIntosh', 'Delicious', 'Golden Delicious', 'Mutsu', 'Empire' y 'Abas', a concentraciones de 75 a 100 $mg \cdot L^{-1}$ 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; GREENE y AUTIO, 1994).

La urea, fuente de nitrógeno y un constituyente natural de las plantas, ha sido recomendado por ZILKAH y colaboradores (1988) para el aclareo de frutos en melocotoneros, nectarinas y manzanas; LINK (1990) evaluó su efecto en manzano en 'Boskoop', 'Glocken', 'Gloster', 'Golden Delicious', 'Jonagold' y 'Karmijn', en cantidades de 1 y 12%, encontrando que la urea tuvo mejor efecto que el NAAmida, aunque al parecer, manifestó efectos secundarios en 'Golden Delicious' con una severa presencia de russeting en los frutos.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la efectividad de algunos productos químicos ya utilizados en la agricultura, en el aclareo de frutos de manzano, tratando de obtener la máxima producción de frutos comerciales y favorecer la calidad de los frutos.

Material 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 40° 26' 36" Latitud N, 3° 44' 18" de longitud W y altitud de 595 m. Los cultivares de manzano utilizados fueron, 'Starkrimson'/MM-106 y M-26, con un marco de plantación de 0,50x2,00 m (10.000 $árbol \cdot ha^{-1}$) y 'Golden Spur'/MM-111, establecido en un marco de

0,50x1,50 m (13.000 árbol·ha^{-1}) y plantados en septiembre de 1977.

Los productos químicos utilizados en el aclareo de frutos, contienen diferente ingrediente activo y formulaciones comerciales distintas, y son las siguientes: Sevin 85, polvo mojable que contiene 85% de Carbaril (1-naftalenil metilcarbamato); Rhodofix, polvo mojable que contiene ácido α-naftalenacético (ANA) al 1%, regulador de crecimiento para árboles frutales; Promalina, regulador de crecimiento que esta compuesto por una citoquinina y benciladenina (6-benciladenina): 1,9% p/v (19 g·L^{-1}) y dos giberelinas A_4 y A_7: 1,9% p/v (19 g·L^{-1}); Fruitel, líquido soluble que contiene el 48% p/v (480 g·L^{-1}) de etefon (ácido 2-cloroetil fosfónico), regulador de crecimiento que induce la síntesis de etileno en las plantas; urea, se refiere al fertilizante común que está compuesto de 46% de nitrógeno total y menor de 0,25% de biuret.

El ensayo se estableció mediante un modelo aleatorio en un diseño estadístico completamente al azar con siete repeticiones, en donde cada una de la variedades 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 fueron los que aparecen en el cuadro de la página siguiente.

La máxima floración de 'Golden Spur' se observó en los días 8 y 9 de abril, mientras que en 'Starkrimson' la floración se presentó en los días 15 y 16 del mismo mes. La aplicación de los productos se realizó el 28 de mayo entre las 8 y las 11 horas, para evitar en lo posible, la pérdida de los productos por evaporación y volatización.

Antes de la aplicación de los productos, se evaluó la cantidad de frutos por árbol, dato que posteriormente se utilizó como covariable en el análisis de varianza. También se calculó el intervalo de confianza (*IC*) al 5%, definido como el rango de valores que, con cierta probabilidad forman parte de una población, y se aplicó a 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 SE. ($IC_{95\%}$=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; *SE*=Error Estándar).

La evaluación del color de los frutos se realizó al momento de la cosecha, en 24 frutos al azar por tratamiento, utilizando un Colorímetro Modelo CR-200. 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"). Se determinó la firmeza del fruto con un Penetrómetro (*Fruit pressure tester*), Modelo FT 327. Los sólidos solubles totales (SST) (°Brix) se evaluó por refractometría con un Refractómetro óptico manual, Modelo ATC-1, Escala 0-32% °Brix.

Resultados y discusión

Caracteres vegetativos de vigor de los árboles. Los caracteres, área de la sección transversal del tronco, número de brotes

Cuadro 1
Tratamientos del ensayo de aclareo de frutos de manzano en 'Starkrimson'/M-26 y MM-106 y 'Golden Spur'/MM-111 en Madrid. La aplicación de los productos químicos se realizó el 28 de mayo de 1993

TRAT. (Núm.)	INGREDIENTE ACTIVO (concentración)	CULTIVARES DE MANZANO	
		'Starkrimson'/M-26, MM-106 (10.000 árbol·ha-1)	'Golden Spur'/MM-111 (13.000 árbol·ha-1)
1	Control	X[a/]	X
2	Aclareo Manual	X	X
3	ANA 10 $mg \cdot L^{-1}$	X	X
4	ANA 16 $mg \cdot L^{-1}$	X	X
5	AGs+BA: 14,25+14,25 $mg \cdot L^{-1}$		X
6	AGs+BA: 28,25+28,25 $mg \cdot L^{-1}$		X
7	AGs+BA: 38+38 $mg \cdot L^{-1}$		X
8	Etefon 0,18 $g \cdot L^{-1}$	X	X
9	Etefon 0,30 $g \cdot L^{-1}$	X	X
10	Etefon 0,60 $g \cdot L^{-1}$	X	X
11	Carbaril 1,275 $g \cdot L^{-1}$	X	X
12	Carbaril 2,55 $g \cdot L^{-1}$	X	X
13	Urea 6,0%	X	X
14	Urea 12,0%	X	X
15	Etefon+(Ags+BA): 0,60 $g \cdot L^{-1}$ +(28,5+28,5) $mg \cdot L^{-1}$	X	

([a/]) Asignación de Tratamiento.
ANA: suministrado bajo formulación de Rhodofix: p/v (1,0, 1,6 $g \cdot L^{-1}$ de agua).
AGs (Giberelinas A_4 y A_7) + BA (Benciladenina): suministrado con Promalina: v/v (0,50, 0,75, 1,5 $cm^3 \cdot L^{-1}$ de agua).
Etefon: suministrado con Fruitel: v/v (0,375, 0,625, 1,25 $cm^3 \cdot L^{-1}$ de agua).
Carbaril: suministrado bajo formulación de Sevin 85: p/v (1,5, 3,0 $g \cdot L^{-1}$ de agua).
Urea: p/v (60, 120 $g \cdot L^{-1}$ de agua).

vegetativos mayores de 10 cm de largo y número de frutos por árbol como efecto de los tratamientos, fueron las variables que influyeron significativamente al número y al peso de los frutos comerciales (≥65 mm de diámetro) en los dos cultivares. Desde el punto de vista fisiológico, la respuesta de estos caracteres de vigor vegetativo tienen su efecto en el desarrollo e incluso, en el cuajado de los frutos.

Los valores medios de estos caracteres, previo al establecimiento del ensayo, fueron igual en los dos cultivares en el número de frutos por corimbo, 3; la altura de los árboles hasta la poda, 2,33 m; en tanto que para el número de brotes mayores de 10 cm

de largo, 'Starkrimson' indujo 13 brotes, mientras que en 'Golden Spur' fue de 22 por árbol; el área de la sección transversal del tronco en 'Starkrimson' fue de 17,59 cm^2 y en 'Golden Spur de 25,33 cm^2.

Número y rendimiento de frutos comerciales por árbol. Los tratamientos con mayor efecto, desde el punto de vista estadístico y del *IC* al 5% en el aclareo de frutos en 'Starkrimson', el tratamiento con carbaril a la concentración de 2,55 $g \cdot L^{-1}$ fue el que indujo 24 frutos comerciales por árbol e igualmente el tratamiento que presentó el mayor rendimiento (28,5 $t \cdot ha^{-1}$). Dentro de este intervalo, los tratamientos con Etefon al 0,18 $g \cdot L^{-1}$, con 22,5 frutos·$árbol^{-1}$ y 23,5 $t \cdot ha^{-1}$; Etefon al 0,60 $g \cdot L^{-1}$, con 21 frutos·$árbol^{-1}$ y 28 $t \cdot ha^{-1}$, y en el límite inferior, el tratamiento con urea al 6%, con 17,5 frutos por árbol, equivalente a 25 $t \cdot ha^{-1}$, y la combinación de Etefon y AGs+BA (figura 1), productos estadísticamente iguales al 5% con el carbaril al 2,55 $g \cdot L^{-1}$, por lo que puede deducirse que el Etefon a las concentraciones de 0,18 y 0,60 $g \cdot L^{-1}$ y carbaril a 2,55 $g \cdot L^{-1}$, manifestaron el mayor número y rendimiento de frutos comerciales por árbol.

Para el caso de 'Golden Spur' en cuanto al mayor número de frutos comerciales, ANA a 16 $mg \cdot L^{-1}$ con 32 frutos comerciales por árbol, equivalente a 49 $t \cdot ha^{-1}$, y carbaril a 2,55 $g \cdot L^{-1}$ con 26 frutos y 39 $t \cdot ha^{-1}$, fueron los tratamientos que quedaron dentro del *IC* al 5%, lo que se concluye que son estos dos los productos y a las concentraciones aplicadas, los más eficientes para el aclareo de frutos (figura 2), aunque los tratamientos con ANA a la concentración de 10 $mg \cdot L^{-1}$, AGs+BA en sus tres concentraciones y la urea, son los productos que indujeron los valores más altos de peso y rendimiento, por lo que estos reguladores de crecimiento probablemente participaron en el desarrollo de los frutos, debido a su función de multiplicación celular (FAUST, 1989), y no tanto en la inducción de la abscisión de frutos, quizá porque las concentraciones fueron relativamente bajas.

También y de acuerdo a la eficacia del ANA, carbaril y la combinación de giberelinas+benciladenina en el aclareo de frutos en 'Golden Spur', en las 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 Etefon, debido principalmente por 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 Etefon, 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 Etefon a 0,30 $g \cdot L^{-1}$, fueron los más rojos, menos amarillos y con menor claridad, aunque mediante el uso del sistema Munsell, sólo los frutos de árboles pulverizados con Etefon, fueron de un color rojo más uniforme, en tanto que los frutos con carbaril, el color fue de amarillo a rojo (cuadro 2).

Con estos resultados se reafirma lo expresado por varios investigadores que el Etefon es un regulador de crecimineto 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

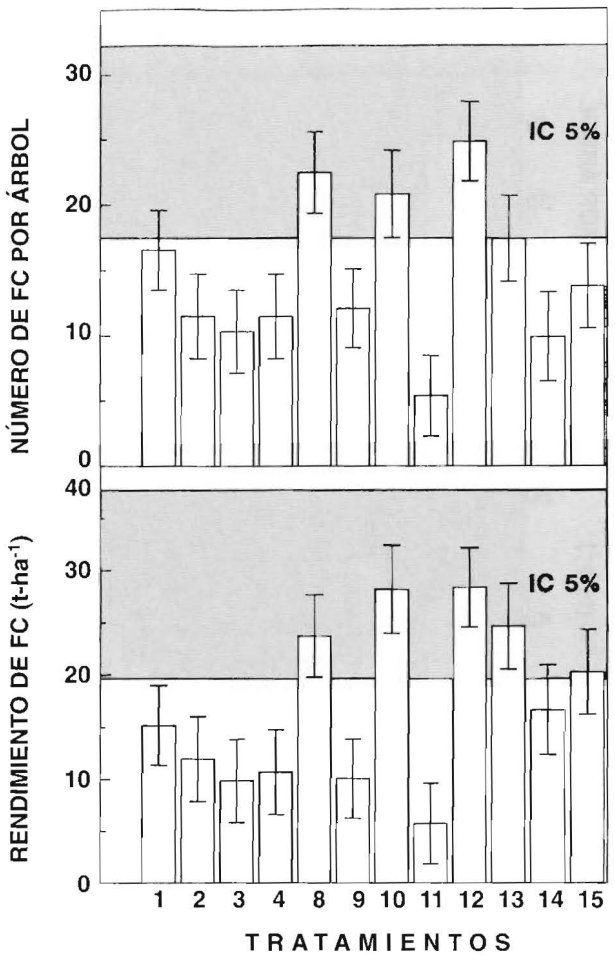


Figura 1. Número y rendimiento (t·ha^{-1}) de frutos comerciales (≥65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de productos químicos para el aclareo de frutos (1:control; 2: manual; 3: ANA 10 mg·L^{-1}; 4: ANA 16 mg·L^{-1}; 8: Etefon 0.18 g·L^{-1}; 9: Etefon 0,30 g·L^{-1}; 10: Etefon 0,60 g·L^{-1}; 11: carbaril 1,27 g·L^{-1}; 12: carbaril 2,55 g·L^{-1}; 13: urea 6%; 14: urea 12%; 15: Etefon 0,60 g·L^{-1}+(AGs 28,5+BA 28,5 mg·L^{-1}), con un nivel de P=0,0001 e IC del 5% sobre el tratamiento 12, en manzano 'Starkrimson' a una densidad de 10.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

Munsell, el color rojo de los frutos no fue suficiente. Los frutos de calibre ≥65 mm de diámetro, fueron estadísticamente (P≤0,05) más rojos que los de destrío, lo que indica que los frutos de mayor tamaño han acelerado su madurez, confirmando estos resultados con los valores del sistema Munsell (cuadro 3).

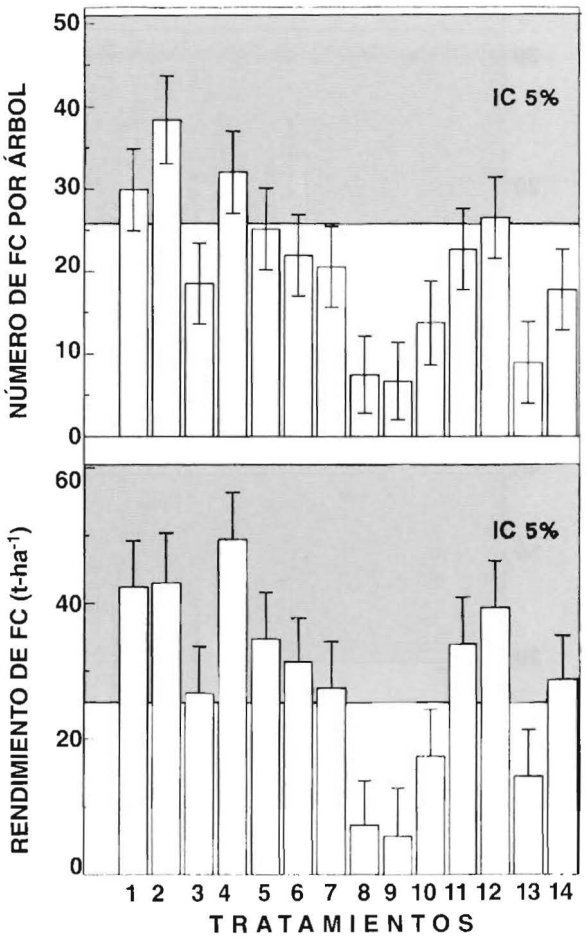


Figura 2. Número y rendimiento (t·ha^{-1}) de frutos comerciales (≥65 mm de diámetro), como efecto de la aplicación de productos químicos para el aclareo de frutos (1:control; 2: manual; 3: ANA 10 mg·L^{-1}; 4: ANA 16 mg·L^{-1}; 5: AGs 14,5+BA 14,5 mg·L^{-1}; 6: AGs 28,5+BA 28,5 mg·L^{-1}; 7: AGs 38+BA 38 mg·L^{-1}; 8: Etefon 0,18 g·L^{-1}; 9: Etefon 0,30 g·L^{-1}; 10: 0,60 Etefon g·L^{-1}; 11: carbaril 1,27 g·L^{-1}; 12: carbaril 2,55 g·L^{-1}; 13: urea 6%; 14: urea 12%, con un nivel de P=0,0001 e IC del 5% sobre el tratamiento manual, en manzano 'Golden Spur' a una densidad de 13.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

Los resultados de la misma variable en 'Golden Spur', la comparación de medias ($P \leq 0,05$) reportó que los frutos con aclareo manual y el tratamiento aplicado con Etefon, la coloración de las cortezas de los frutos fueron más amarillos y brillantes, aunque un poco superior en los frutos con Etefon. Al realizar la conversión Munsell, los frutos derivados de los tratamientos manual, AGs+BA: 38+38 mg·L^{-1} y Etefon,

Cuadro 2
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Starkrimson, de un sistema en alta densidad de 10.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Control	54,95 a[b]	10,73 bc	14,03 a	17,66	2.5YR 7/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3
Manual	48,13 b	15,14 a	7,15 b	16,74	7.5YR 7/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3
Etefon 0,30 g·L^{-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·L^{-1}	53,46 a	9,24 c	13,86 a	16,65	5YR 5/3	Tono 5YR (amar.-rojo); Claridad 5; Croma 3

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

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 otros investigadores, en el que los frutos con tratamiento manual y los tratados con algún regulador de crecimiento y que hayan presentado efectividad en la abscisión de frutos, éstos aceleran la maduración de los frutos, y 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 aclareo 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 ÁLVAREZ REQUEJO (1988), BALDINI (1992), REBOUR (1971), COUTANCEAU (1971), ZARAGOZA *et al.* (1990), SUÁREZ *et al.* (1988), GREENE *et al.* (1990), BARONI *et al.* (1990), FLORE *et al.* (1990) y MARTIN *et al.* (1990).

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 (*ns*), contrariamente a 'Golden Spur', en el que los frutos de los tratamientos control, manual y con ANA a 16 mg·L^{-1}, fueron más firmes que los del tratamiento con Etefon al 0,30 g·L^{-1} ($P=0,0003$) (figura 4), lo que se confirma que los frutos de los

Cuadro 3
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Starkrimson, de un sistema en alta densidad de 10.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥65 mm de diámetro)	50,98 b[b]	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 (amar.-rojo); Claridad 7; Croma 3

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

árboles tratados con Etefon 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 (°Brix) (SST). En los dos cultivares, el contenido de sólidos solubles totales (SST) de los frutos del tratamiento manual fueron estadísticamente superior en relación a los frutos del tratamiento control, Etefon y con carbaril, y no significativo (*ns*) entre los dos tamaños de frutos (figura 3). En 'Golden Spur', los tratamientos manual y con Etefon, indujeron valores estadísticamente más altos, en tanto que al evaluar el tamaño, los frutos comerciales presentaron concentraciones más alevadas de SST (figura 4).

La resultados de este carácter confirman la importancia del aclareo de frutos en manzano, y 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, forma parte importante de la calidad de los frutos, coincidiendo en el presente trabajo, en el que los frutos del tratamiento manual, por realizarse esta práctica con mayor anticipación, selectividad e intensidad, la cantidad de carbohidratos y la disponibilidad de este compuesto orgánico para utilizarse en los frutos que permanecen en los árboles, también es mayor, aunque para el caso de 'Golden Spur' aplicado con Etefon a 0,30 g·L^{-1} y en los frutos comerciales, fueron los frutos con mayor contenido de SST. La explicación de este comportamiento podría

Cuadro 4
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Golden Spur, de un sistema en alta densidad de 13.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Tratamiento	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Control	65,81 c[b]	-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·L^{-1}	70,67 b	-13,85 c	44,20 b	46,31	10Y 8/6	Tono 10Y (amarillo); Claridad 8; Croma 6
Etefon 0,30 g-L^{-1}	76,87 a	-6,85 a	50,25 a	50,71	7,5Y 8/7	Tono 7,5Y (amarillo); Claridad 8; Croma 7

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

Cuadro 5
Caracterización de color y conversión a la notación Munsell de frutos de manzano como efecto del aclareo químico, cv. Golden Spur, en un sistema de alta densidad de 13.000 árbol-ha^{-1} en Madrid, 1993

Frutos	L Claridad	a rojo-verde	b amar-azul	C[a] croma	Sistema de color Munsell	Interpretación del color
Comerciales (≥ 65 mm de diámetro)	70,54 aa	-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

([a]) $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$.
([b]) Valores con la misma letra son iguales estadísticamente por columna, de acuerdo a la Prueba de Scheffe al $P \leq 0,05$.

atribuirse a lo avanzado de la madurez de los frutos inducido por el etileno y a la eficiencia en la transformación de los compuestos con mayor concentración de acidez a azúcares.

Conclusiones

1. En los dos cultivares en estudio, el número de frutos por árbol en el tratamiento control fueron idénticos: 88 en 'Star-

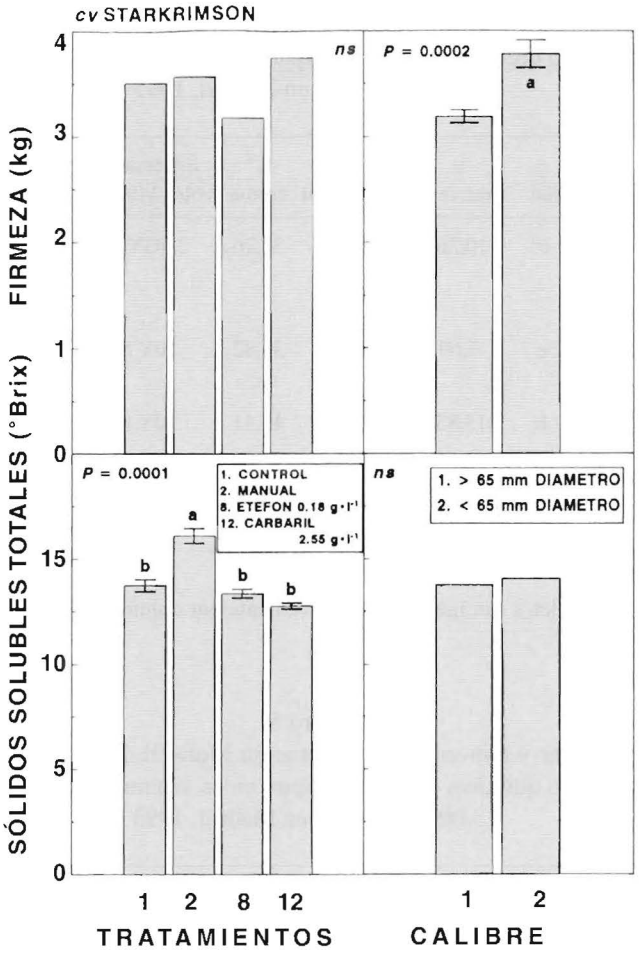


Figura 3. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de manzano 'Starkrimson', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del aclareo químico de frutos, de una plantación en alta densidad de 10.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

krimson' y 86 en 'Golden Spur'; en el tratamiento aclareo manual, en el primer cultivar se eliminaron el 59% de frutos por árbol, dejando sólo 36 de ellos; en 'Golden Spur' se suprimieron el 51%, dejando 42 frutos por el árbol, cantidad relativamente superior que en 'Starkrimson'. El efecto de los tratamientos con los productos en la abscisión de frutos en 'Starkrimson', al nivel del 5% en el *IC*, los resultados fueron los siguientes: Etefon al 0,18 g·L^{-1} manifestó una abscisión del 47%, Etefon al 0,30 g·L^{-1}, indujo una abscisión del 88%. En 'Golden Spur', los tratamientos con

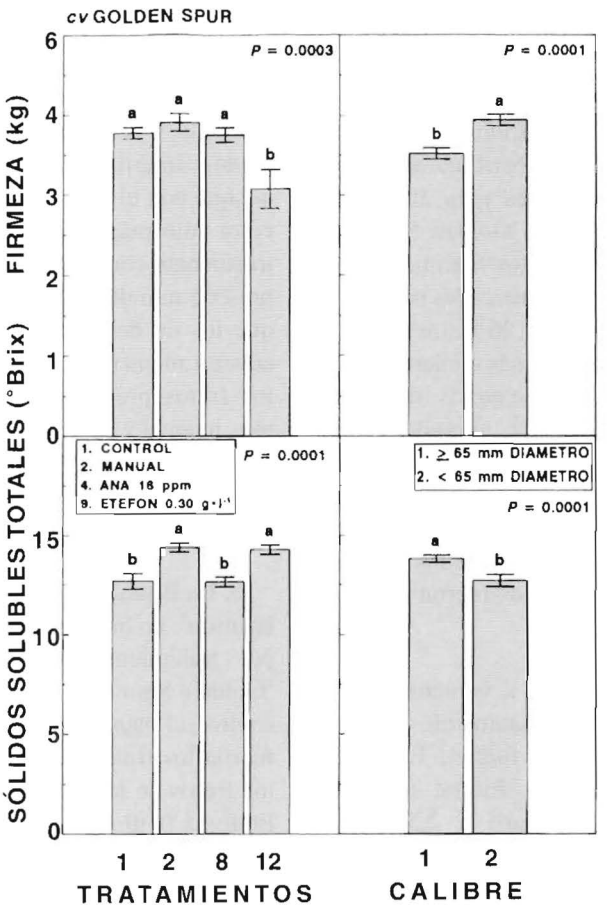


Figura 4. Evaluación de la firmeza (kg) y contenido de sólidos solubles totales (°Brix) en frutos de manzano 'Golden Spur', por tratamiento y tamaño (calibre) como efecto del aclareo químico de frutos, de una plantación en alta densidad de 13.000 árbol·ha^{-1} en Madrid, 1993.

máximos porcentajes de abscisión fueron: ANA a 10 y 16 mg·L^{-1}; giberelinas (AG_4 y AG_7) AGs al 28,5 + benciladenina (BA) al 28,5 mg·L^{-1}; AGs al 38+BA al 38 mg·L^{-1}; Etefon al 0,18, 0,30 y 0,60 g·L^{-1}; carbaril al 1,27 g·L^{-1} y urea al 6 y 12%.

2. En relación al número de frutos comerciales por árbol, en 'Starkrimson', los árboles pulverizados con Etefon al 0,18 y 0,60 g·L^{-1} y los aplicados con carbaril al 2,55 g·L^{-1}, presentaron una mayor cantidad de frutos comerciales. En el cv. Golden Spur, la mayoría de los tratamientos presentaron cantidades relativamente altas de frutos comerciales, a excepción de los árboles con Etefon en sus tres concentraciones.

3. En 'Starkrimson' la mayor cantidad y peso de frutos comerciales por árbol se obtuvo de los tratamientos con Etefon al 0,18 g·L^{-1} (22,5 frutos), Etefon al 0,60 g·L^{-1} (21 frutos), carbaril al 2,55 g·L^{-1} (24 frutos), y urea al 6% (17,5 frutos), interpretando que el Etefon y el carbaril fueron los dos productos más eficientes para el aclareo químico de frutos. En 'Golden Spur', el efecto de los tratamientos fueron: ANA a 16 mg·L^{-1} (32 frutos comerciales por árbol) y carbaril al 2,55 g·L^{-1} (26 frutos), fueron los productos químicos más eficientes en el aclareo de frutos, aunque en los tratamientos con ANA a 10 mg·L^{-1}, AGs+BA en sus tres concentraciones, urea y también el Etefon a 0,18 g·L^{-1}, indujeron un reducido número de frutos comerciales por árbol, debido probablemente porque las concentraciones de los productos fueron relativamente bajas.

4. En 'Starkrimson' a la densidad de 10.000 árbol·ha^{-1}, los tratamientos con los máximos rendimientos fueron: Etefon al 0,18 g·L^{-1} (23,5 t·ha^{-1}), Etefon con 0,60 g·L^{-1} (28 t·ha^{-1}), carbaril a 2,55 g·L^{-1} (28,5 t·ha^{-1}), y finalmente la urea al 6% (25 t·ha^{-1}), aunque la combinación de Etefon con AGs+BA, el rendimiento fue de 20 t·ha-1, por lo que se confirma que el Etefon y el carbaril pueden ser los mejores productos para el aclareo de frutos de manzano en el cultivar de referencia. En 'Golden Spur' a la densidad de 13.000 árbol·ha^{-1}, los mejores tratamientos fueron: ANA a 10 mg·L^{-1} (27 t·ha^{-1}), ANA a 16 mg·L^{-1} (49 t·ha^{-1}, máximo rendimiento), seguidos y en forma descendente, AGs+ +BA: 14,25+14,25 (35 t·ha^{-1}), 28,5+28,5 (31,5 t·ha^{-1}), 38+38 mg·L^{-1} (28 t·ha^{-1}), carbaril en sus dos concentraciones (35 y 39 t·ha^{-1}), urea al 12% (28 t·ha^{-1}); confirmando la eficacia de ANA y carbaril, y posiblemente de AGs+BA y Etefon, aunque debe disminuirse la concentración.

5. El color de los frutos en 'Starkrimson', en los tratamientos manual y Etefon a 0,30 g·L^{-1}, los frutos fueron más rojos, menos amarillos y con menor claridad, aunque con el uso del sistema Munsell, el color rojo más uniforme fue sólo para el tratamiento con Etefon. Los frutos con calibre ≥65 mm de diámetro, fueron más rojos que los de destrío. En 'Golden Spur', el aclareo manual y el aplicado con Etefon, los frutos presentaron un color amarillo más intenso y uniforme, en tanto que para el tamaño de los frutos, los comerciales fueron menos verdes, más amarillos y más claros.

6. La firmeza (kg) de la pulpa en 'Starkrimson', no hubo diferencias significativas por tratamiento (*ns*), contrariamente a 'Golden Spur', en la que el tratamiento control, el manual y con ANA a 16 mg·L^{-1}, fueron los frutos más firmes en relación a los frutos de los árboles pulverizados con Etefon a 0,30 g·L^{-1}. A nivel de tamaño de los frutos, los de destrío fueron más firmes (0,6 kg en 'Starkrimson' y 0,35 kg en 'Golden Spur'), en los dos cultivares.

7. Los resultados del contenido de sólidos solubles totales en los frutos (°Brix), se manifestó diferencias significativas entre cultivares. En 'Starkrimson' el tratamiento manual fue estadísticamente superior al tratamiento control, Etefon y carbaril, y no hubo diferencias significativas entre los dos tamaños de frutos. En 'Golden Spur', los tratamientos manual y con Etefon, indujeron los máximos contenidos de sólidos solubles totales (SST), en tanto que en los frutos comerciales los contenidos fueron más elevados.

Bibliografía

ÁLVAREZ REQUEJO S. 1988. El Manzano. 5a Edic. Coedic. M. A. P. A. Editorial Aedos, 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. 3.282.

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. HortSci. 27(9):1045.

BYERS R.E., LYONS C.G. Jr., HORSBURGT L. 1982. Comparisons of Sevin and Vidate for thinning apple. HortSci. 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 Caribe Ag Publication 83.505:1-11.

FAUST M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. John Wiley & Sons, 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. 1.881.

GARCÍA DE OTAZO LÓPEZ J. 1991. El aclareo químico del manzano. Fruticultura Profesional 38: 71-75.

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

GREEENE 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. HortSci. 29(8):887-890.

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

MARTÍN 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. 1.891.

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

PASCUAL M., URBINA V., COSTA J. 1993. Eficiencia del aclareo manual de frutos, complementario al aclero químico, en manzanos cv Golden Delicious. 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. Hort. Sci. 66(5):559-567.

SUAREZ 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. HortSci. 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.

(Aceptado para publicación el 15 de octubre 1999)