

PRODUCCION FORZADA DE MANZANOS DE BAJO REQUERIMIENTO DE FRIO CON DEFOLIACIONES QUIMICAS EN VERANO

FORCED PRODUCTION OF APPLES WITH LOW CHILL REQUIREMENT THROUGH CHEMICAL DEFOLIATIONS IN SUMMER

Gastón Esparza Frausto¹, Jorge Rodríguez Alcázar² y A. Enrique Becerril Román²

RESUMEN

Dada la importancia de las defoliaciones en la producción forzada de frutales, se estudió durante 1990 (ciclo 1 'C1') y 1991 (ciclo 2 'C2') en Chapingo, Méx., la aplicación de los defoliantes Citrolina 2% + ZnSO₄ 3% y Cianamida hidrogenada 1.5% el 15 de Junio y 15 de Julio de 1990 en manzanos *Malus pumila* Mill. cvs Dorsett Golden y Anna en sus componentes vegetativos y reproductivos. El estado de desarrollo de las yemas al defoliar también fue evaluado. Las yemas estuvieron más desarrolladas en la 2ª fecha, con inicio de estambres (Anna) y gineceo (Dorsett Golden) como estados más avanzados. La defoliación fue mayor y más rápida con Cit-ZnSO₄ que con H₂CN₂ y menor en la 1ª fecha, en especial con Anna. La defoliación natural de invierno en C1 se retrasó con las defoliaciones artificiales, aunque menos con H₂CN₂ en la 1ª fecha, retrasándose similarmente la brotación en C2. La brotación de C1 se adelantó pero no se incrementó con H₂CN₂ respecto a Cit-ZnSO₄. La floración en C1 fue mejor con Cit-ZnSO₄ y con la 2ª fecha, especialmente en Anna, lo cual se asoció con el estado de desarrollo floral de las yemas. En C1 el amarre de fruto de Anna fue bajo y sin respuesta a la fecha de defoliación. Por el contrario Dorsett Golden mejoró su amarre para la 2ª fecha. En general, una mejor brotación en C1 se asoció con una mejor brotación en C2, y una mayor floración en C1 con una menor brotación y amarre de fruto en C2.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Malus pumila Mill., diferenciación floral, H₂CN₂, Citrolina + ZnSO₄.

SUMMARY

Because of the importance of defoliation in forced production in fruit trees, a research was done during 1990 (cycle 1-C1) and 1991 (cycle 2-C2) in Chapingo, México, to establish the effects of mineral oil (citrolina) 2% + ZnSO₄ 3% and hydrogen cyanamide (H₂CN₂) 1.5%, applied as defoliant, during vegetative and reproductive stages of Dorsett Golden and Anna apple trees. The defoliant were applied on June 15 and July 15, 1990. Floral development at the time of spraying was evaluated. Buds were further developed by July 15 when Anna presented stamen primordia and Dorsett Golden gynoecium primordia, as their most advanced developmental stages. Defoliation was greater and faster with the application of mineral oil-ZnSO₄ than with H₂CN₂. It was particularly low for the June 15 application, specially for Anna. On C1, winter defoliation was delayed due to 'artificially' induced defoliation though it occurred to a lesser degree with H₂CN₂ applied on June 15. On C2, this delay caused budbreaking to be slackened too. On C1, budbreaking was advanced with H₂CN₂; however, budbreaking was similar, regardless of the defoliant used. On C1, blossoms was more abundant with mineral oil-ZnSO₄ and with the second defoliation, particularly for Anna. It was related to the developmental stage of the flower buds. On C1, fruit set was low for Anna regardless of the defoliation date; conversely, Dorsett Golden showed improved fruit set with a later second defoliation. Generally speaking, higher budbreaking on C1 could be associated with the same response on C2, just as abundant flowering on C1 was associated with lower budbreaking and fruit set on C2.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Malus pumila Mill., floral development, H₂CN₂, mineral oil-ZnSO₄.

¹ CREZAS-CP. Iturbide 73. CP 78600 Salinas, SLP.

² Centro de Fruticultura-CP. CP 56230 Chapingo, Méx.

INTRODUCCION

El forzar a los frutales a producir fruta fuera de los períodos de gran oferta y/o bien en lugares donde no existen plantaciones que abastezcan la demanda, representa la oportunidad de ofrecer un producto a un mercado establecido, compitiendo ventajosamente con aquellos sitios que producen la fruta en forma estacional.

Lo anterior es posible en frutales de clima templado cuando se establecen a bajas latitudes, lográndose incluso la obtención de más de una cosecha anual (Edwards, 1987). Estos esquemas de explotación son llamados "Sistemas de producción forzada" e involucran un adelanto o retraso del inicio del crecimiento y/o desarrollo (Becerril y Rodríguez, 1989) a través de prácticas agronómicas como defoliaciones, uso de promotores de la brotación, estrés por sequía, doblado de ramas, etc.

Los esfuerzos por promover la producción forzada en caducifolios, en países como Australia, Venezuela, Filipinas, Indonesia, México, etc., incluyen en general a la defoliación artificial como una práctica fundamental, la cual aunada a otras de las técnicas indicadas han conformado esquemas particulares de explotación frutícola (Díaz, 1989; Edwards, 1987; Janick, 1974) que cobran cada vez mas importancia.

En general, el inicio de un nuevo ciclo y con ello la posibilidad de cosechas adicionales en los frutales de clima templado cultivados en los trópicos o subtropicos, se logra con defoliaciones una vez que se ha dado la iniciación floral, evitando así la entrada de las yemas al endoletargo (Edwards, 1987). Así también; bajo las condiciones anteriores, la estimulación de la brotación de las yemas generalmente se hace necesaria, la cual se logra con productos químicos "estimuladores de la brotación" y/o con la ayuda de prácticas culturales como el doblado de

ramas, poda, estrés por sequía, y otras (Edwards, 1987; Janick, 1974).

La presencia de hojas maduras es un factor crítico para la transformación de los meristemos vegetativos en reproductivos; así, cuando el follaje es eliminado antes de la iniciación floral, no ocurre tal transformación, o bien se da en menor grado, por lo que en frutales donde se induzca la defoliación, es importante contar con follaje en cantidad y tiempo suficiente para la formación de flores (Díaz, 1989; Pimienta, 1985).

En frutales como manzano y durazno se ha evidenciado lo anterior (Fulford, 1970; Janick, 1974; Couvillon y Lloyd, 1978). Aquí, defoliaciones tempranas provocaron un menor número de flores, o bien la aparición de flores anormales o incompletas. El defoliante puede afectar también la formación de flores (Fulford, 1970). Al parecer, las hojas maduras resultan en una mayor fuente de carbohidratos esenciales para que ocurra la iniciación floral, así también de fitohormonas antagónicas a las giberelinas relacionadas con la diferenciación (Díaz, 1989; Jackson y Sweet, 1972; Pimienta, 1985).

Por otro lado, la producción forzada involucra ciclos más intensos y por ende mayores exigencias de los árboles, en especial donde se pretende lograr más de una cosecha anual. Esto no sólo por el mayor número de ciclos, sino también por el traslape de procesos que ocurren (Becerril y Rodríguez, 1989). Así, al no tener un manejo adecuado, la foliación del ciclo siguiente y en general el resto de procesos pueden verse comprometidos al ocurrir desbalances fisiológicos, como lo advierten Becerril y Rodríguez (1989) en el caso de la nutrición del árbol y que constatan Esparza *et al.* (1993), teniendo una influencia específica en ello, las defoliaciones y el tipo de defoliante (Castagnoli *et al.*, 1990; Escobar, 1990; Tromp, 1983).

No obstante, existe poca información sobre el comportamiento que permita recomendar un manejo más adecuado para cada especie bajo diversos sistemas de explotación. Especialmente cuando se considera por más de un ciclo de producción, es necesario realizar los ajustes pertinentes a cada condición particular.

La presente investigación pretende aportar elementos para una mayor comprensión de los sistemas de producción forzada y tuvo como objetivo general, estudiar el efecto de dos compuestos "promotores de la brotación" usados como defoliantes (cianamida hidrogenada y citrolina + $ZnSO_4$) probados en dos fechas (15-Junio y 15 de Julio de 1990) sobre los componentes vegetativos y reproductivos de dos cultivares de manzano de bajo requerimiento de frío (Dorsett Golden y Anna), así como relacionar el estado de desarrollo de las yemas de manzano con la floración en post-defoliación.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó durante 1990 y 1991 en el huerto experimental frutícola "San Martín" en Chapingo, Méx., localizado a los 19°29' lat. norte y 98°53' long. W, y a 2250 msnm, con temperatura media anual de 15°C y 645 mm de precipitación (García, 1985). Se utilizaron árboles de manzano de 4 años injertados sobre MM-106 y establecidos a una densidad de 1666 árboles/ha. Como fertilización previa a los tratamientos se aplicaron 40 unidades de N. Los riegos fueron rodados a intervalos de un mes, suspendiéndose durante las lluvias.

Se estudiaron los siguientes factores y niveles: cultivares Dorsett Golden y Anna, defoliantes: Citrolina 2% + $ZnSO_4$ 3%, H_2CN_2 1.5% y testigo sin defoliar, y fecha de defoliación: 15 de Junio y 15 de Julio de 1990, siendo el diseño de tratamientos un factorial completo 2x3x2 y el diseño experimental completamente al azar con 4

repeticiones y un árbol como unidad experimental. Para la solución Cit- $ZnSO_4$ se utilizó producto industrial y para H_2CN_2 el producto 'Dormex' (48% de i.a). La primera solución se emulsificó con el producto 'Atlox' 3 ml/l. Las aspersiones fueron entre las 8 y 9 am, suspendiendo la aplicación al 'punto de goteo'.

Se evaluó la defoliación inducida a los 6, 12 y 25 días después de la aspersión del defoliante (DDA) así como la defoliación natural del ciclo 1 (C1) (verano-otoño de 1990) el 15-Dic-1990. Así también, la dinámica del % de brotación total en C1 a los 25, 35 y 60 después de la aspersión (DDA) y en el ciclo 2 (C2) (invierno-verano de 1991) el 15-Feb-1991. La dinámica del % de floración fue obtenida en las mismas fechas con el N° total de yemas brotadas (vegetativas + florales) y el N° de yemas florales brotadas para cada fecha. En las variables anteriores se consideraron cardinalmente 4 ramas de 1 y 2 años. El % de amarre de fruto se registró en 8 inflorescencias al azar, cuantificando el N° de flores/inflorescencia (35 DDA en C1 y el 24-Feb-91 en C2) y el N° de frutos/infrutescencia con tamaño "canica" (75 DDA en C1 y el 24-Feb-1991 en C2). El N° de flores/inflorescencia se cuantificó en 10 inflorescencias al azar, en C1 el 18-Ago-90 y en C2 el 24-Ene-91. Se cuantificó también el N° de frutos por árbol el 2-Dic-90 para C1 y el 14-Abril-91 en C2.

La longitud de brotes se midió en 4 ramas al azar al final de los ciclos, 15-Dic-90 en C1 y 8-Sept-91 en C2. Así también, un día antes de la aspersión del defoliante se seleccionaron 4 árboles al azar de cada cultivar, muestreándose 25 espolones/cultivar/fecha de defoliación. las yemas se procesaron como sigue: disección, fijación en FAA, deshidratación en etanol, inclusión e infiltración en parafina, corte a 10 micras en micrótopo rotatorio, montado en portaobjetos, remoción de la parafina e hidrata-

ción en xileno, tinción con zafranina y "verde rápido", hidratación con agua y etanol, y montaje en bálsamo de Canadá para finalmente caracterizar los estadios de desarrollo. Se realizaron análisis de covarianza con 2 covariables: diámetro del tronco y altura de árbol) las medias se ajustaron cuando se realizó un análisis de varianza con la prueba de F y la separación de medias por la prueba Tukey $P < 5\%$. El análisis de varianza se realizó con submuestreo y en C1 se analizó como un factorial $2 \times 2 \times 2$. Los porcentajes se transformaron con arcoseno de la raíz cuadrada para el ANAVA.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estado de desarrollo de las yemas

Ambos cultivares presentaron la misma estructura anatómica en las yemas. Las preparaciones indicaron yemas más desarrolladas en el 2º muestreo. Así, de las yemas florales en la 1ª fecha, Dorsett Golden presentó un 25% con Inicio de estambres

(IE) mientras que en la 2ª fecha el 50% mostró ya Inicios de carpelo (IC). Anna por su parte, presentó todas sus yemas florales en Inicio de pétalos (IP) en el 1er. muestreo y un 37.5% de éstas en IE para el 2º (Cuadro 1).

Considerando el estadio de desarrollo más avanzado, se constata la diferenciación floral más adelantada en la 2ª fecha. Así, Dorsett Golden pasó de "IE" en la 1ª fecha a "IC" en la 2ª, mientras que Anna lo hizo de "IP" a "IE" respectivamente (Cuadro 1). Así también, el cv Dorsett Golden presentó un desarrollo floral más adelantado que Anna. En ningún cultivar se observó esporogénesis.

Defoliación inducida

El análisis de varianza detectó significancia estadística en el 1er conteo para el factor principal defoliante y para la interacción cultivar x fecha de defoliación. En el 2º y 3er muestreo lo hizo para la interacción cultivar x fecha de defoliación. En relación

Cuadro 1. Estado de desarrollo de yemas de espolones de manzano al momento de aspersion del defoliante (expresados en %).

Fecha de aspersion	Cultivar			
	Dorsett Golden		Anna	
	Foliares	Florales	Foliares	Florales
Primera	42.8 ¹	57.2	57.2	42.8
15-Junio-1990		IS ³ 25.0	IP ³ IE ³ 50.0 25.0	IP 100.0
Segunda	50.0	50.0	20.0	80.0
15-Julio-1990		IP 33.3	IE IC ³ 16.6 50.0	IP IE 62.5 37.5

¹ Los datos son expresados en %.

³ Estados de desarrollo floral: Inicio de sépalos (IS), pétalos (IP), estambres (IE) y carpelo (IC) respectivamente.

al defoliante, en la Figura 1 se puede ver que Cit-ZnSO₄ presentó una defoliación mayor y más efectiva que H₂CN₂, mostrándose superior en los 3 conteos. Desde los 6 días después de la aspersión (DDA) H₂CN₂ causó síntomas claros de daño foliar, no obstante que la defoliación fue mas lenta que con Cit-ZnSO₄, el cual no mostró daños tan dramáticos en el follaje. Probablemente el daño foliar directo de H₂CN₂ pudo, al matar la lámina y/o células de la zona de abscisión, inhibir un tanto la defoliación (Addicott, 1954).

En el Cuadro 2 se aprecia en general una mayor pérdida de hojas en la 2^a fecha, ya que a mayor edad del follaje más fácil es la defoliación (Ortiz, 1986), aunque esto fue estadísticamente cierto solo para el cv Anna y el defoliante H₂CN₂. Esto sugiere una posible influencia de la lluvia, ya que para la 2^a fecha las lluvias ya se habían establecido. Respecto al cultivar, varía la susceptibilidad del genotipo a la defoliación en función de lo coriáceo del follaje y el contenido de ceras (Addicott, 1954).

Defoliación natural

La interacción defoliante x fecha de defoliación resultó significativa. Mientras los testigos habían casi completado su ciclo (>90% de defoliación), los árboles bajo producción forzada aún no lo hacían (Cuadro 3). Aún cuando las bajas temperaturas forzaban al follaje a caer, éste se resistía por su juventud, aunque menos con la 1^a aspersión con el defoliante H₂CN₂, que ya presentaba un 79% de defoliación, lo cual se explica por el adelanto en el ciclo que provocó este producto respecto a Cit-ZnSO₄ como se verá más adelante.

Longitud de brotes

Sólo el factor principal defoliante registró variación significativa, en donde los árboles tratados con ambos defoliantes tuvieron me-

nos crecimiento que los testigos (Cuadro 4). Esta reducción en crecimiento pudiera explicarse en C1 por el menor período con temperaturas favorables dada la llegada del invierno, pero también, para ambos ciclos, por la menor disponibilidad de reservas (orgánicas y minerales) en los árboles defoliados (Tromp, 1983).

Lo anterior no sólo por los dos ciclos de crecimiento, sino por el traslape de procesos y con ello la mayor demanda (Becerril y Rodríguez, 1989), sobretodo si consideramos que las defoliaciones artificiales redujeron la retranslocación de estos nutrientes a los sitios de reserva en C1 (Castagnoli *et al.*, 1990; Tromp, 1983). Así, tanto el gasto de reservas como su insuficiente acumulación en C1 dadas las bajas temperaturas, redujeron el crecimiento en C2. La reducción de nutrimentos minerales que ocasiona la producción forzada en un 2^o ciclo ha sido constatada por Esparza *et al.*, (1993).

Brotación

En C1 hubo variación estadística en el 1^{er} conteo para el factor principal defoliante. H₂CN₂ adelantó la brotación respecto a Cit-ZnSO₄, ya que a los 25 DDA el 1^{er} defoliante presentó un 73.2% de su brotación total vs un 22.9% del 2^o (Figura 1), lo que concuerda con lo indicado por Shulman *et al.* (1983). En este caso en particular, H₂CN₂ adelantó y uniformizó la brotación, sin embargo la brotación final no fue incrementada respecto al otro defoliante.

En C2 se detectó variación significativa en la interacción defoliante x fecha de defoliación. Los árboles testigo (no defoliados) presentaron la mayor brotación (Cuadro 3). De los árboles defoliados, los que se defoliaron en verano (1^a fecha) mostraron una mayor brotación que aquellos asperjados en la 2^a, especialmente con el defoliante H₂CN₂. Esto se explica por el

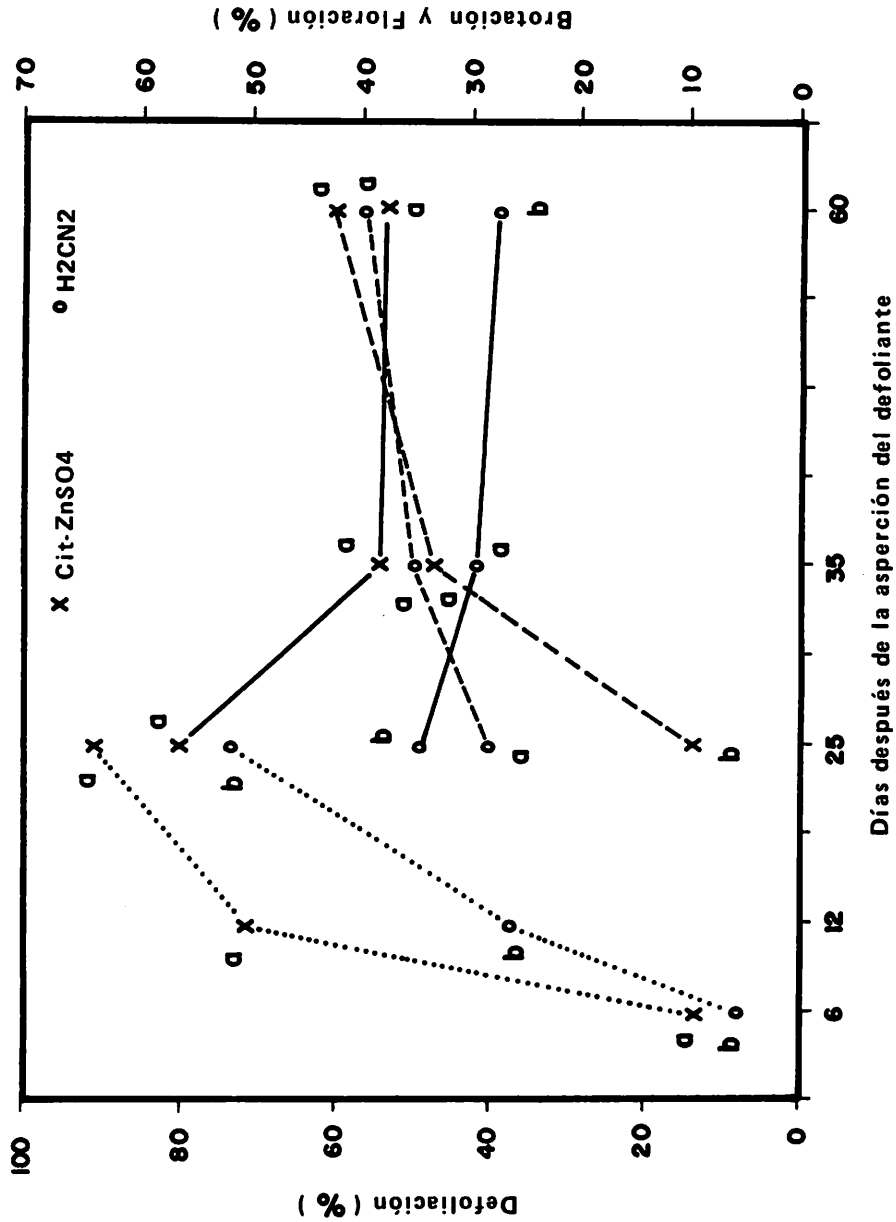


Figura 1. Dinámica de % de defoliación inducida (.....), brotación total (---) y floración (—) en manzano según el defoliante (Letras en cada conteo para, --- ó — indican diferencias según prueba de Tukey P < 5%)

Cuadro 2. Defoliación inducida 25 días después de la aspersion del defoliante según cultivar y/o defoliante x fecha de defoliación.

Fecha aspersion	Cultivar	Defoliación (%)	Defoliante	Defoliación (%)
15-Junio-90	Dorsett Golden	81.9 ab ¹	Cit-ZnSO ₄	88.5 a
	Anna	64.9 c	H ₂ CN ₂	58.3 b
15-Julio-90 ²	Dorsett Golden	91.6 a	Cit-ZnSO ₄	94.9 a
	Anna	92.6 a	H ₂ CN ₂	89.2 a

¹ Letras en columnas indican diferencia según prueba de Tukey P < 5%.

Cuadro 3. Defoliación natural (%) del ciclo 1 (15-Dic-90) y brotación total del ciclo 2 (15-Feb-91) en manzano según el defoliante y su fecha de aspersion.

Fecha de aspersion	Defoliante	Defoliación natural Ciclo 1 (15-Dic-90)	Brotación del ciclo 2 (15-Feb-91)
15-Junio-90	Cit-ZnSO ₄	44.9 c ¹	42.6 ab
	H ₂ CN ₂	79.0 b	50.7 ab
	Sin defoliar	96.8 a	58.0 ab
15-Julio-90	Cit-ZnSO ₄	36.7 c	38.8 b
	H ₂ CN ₂	37.1 c	37.0 b
	Sin defoliar	99.0 a	60.2 a

¹ Letras en columnas indican diferencias según prueba de Tukey P < 5%.

Cuadro 4. Efecto de las defoliaciones de verano sobre la longitud de brotes en manzano (cm) en dos ciclos según el defoliante.

Defoliante	Ciclo 1 (1990)	Ciclo 2 ¹ (1991)
Cit-ZnSO ₄	3.25 b ²	3.74 b
H ₂ CN ₂	2.78 b	4.60 b
Sin defoliar	11.53a	9.36 a

¹ Datos ajustados por la covariable a Altura de árbol.

² Letras en columnas indican diferencias según prueba de Tukey P < 5%.

adelanto de brotación que provocó este producto en C1, permitiendo así a los árboles completar su ciclo a la llegada del invierno; esto mismo se reflejó con un cierto adelanto en la brotación del 2º ciclo respecto al resto de tratamientos con defoliación inducida. El retraso en la brotación de un nuevo ciclo debido a las defoliaciones artificiales el ciclo anterior ha sido indicado por Couvillon y Lloyd (1978).

Floración

El factor principal defoliante detectó variación significativa en el 1º y 3º conteo, además de la interacción entre cultivar x

defoliante x fecha de defoliación en el 1º. En la Figura 1 se puede apreciar que Cit-ZnSO₄ presentó un mayor porcentaje de floración que H₂CN₂ a los 25 DDA, no obstante que el 1º. defoliante provocó para esta fecha una brotación total menor. La mayor floración del primer defoliante se mantuvo en los dos conteos restantes.

Asimismo, en el Cuadro 5 se puede ver que en el cv Anna la floración tendió a ser en general mayor en la 2ª fecha de defoliación, en tanto que en Dorsett Golden esto fue cierto sólo con el defoliante H₂CN₂ ya que el defoliante Cit-ZnSO₄ mantuvo el porcentaje de floración en las dos fechas de defoliación. Lo anterior sugiere una explicación en función del grado de desarrollo de las yemas más avanzado al momento de la 2ª aspersión, lo que provocó una mayor brotación floral; así también, el no adelanto

en la brotación con Cit-ZnSO₄ en la 1ª aplicación, permitió un desarrollo tal de las yemas de Dorsett Golden que éstas se expresaron en una floración semejante a la de la 2ª. Recordar aquí que el cv Dorsett Golden se encontró en un estadio de desarrollo floral de las yemas más avanzado respecto al Anna, por lo que sólo se afectó la floración cuando esta fue forzada a aparecer drásticamente con H₂CN₂.

La situación anterior se confirma con la variable N° de flores/inflorescencia, que presentó variación significativa para las interacciones cultivar x fecha de defoliación y defoliante x fecha de defoliación, ya que en general en ambas interacciones (ver las dos últimas columnas del cuadro 5) se observa un incremento de la variable en la defoliación más tardía; es decir, ésta permitió una mayor formación de flores que

Cuadro 5. Floración (%) del 1º ciclo (1990) en manzano según cultivar, defoliante y fecha de defoliación y N° Flores/inflorescencia según cultivar (A) y/o defoliante (B) x fecha de aspersión.

Cultivar	Fecha de defoliación	Defoliante	Floración (%) 25 DDA ¹	N° de flores/inflorescencia	
				A ²	B ³
Anna	15-Junio-90	Cit-ZnSO ₄	40.6 abc ⁴	3.12 b	4.07 bc
		H ₂ CN ₂	30.6 bc		2.46 c
	15-Julio-90	Cit-ZnSO ₄	56.7 a	5.39 a	5.35 a
		H ₂ CN ₂	46.8 ab		4.81 b
Dorsett Golden	15-Junio-90	Cit-ZnSO ₄	66.6 a	3.42 b	
		H ₂ CN ₂	18.6 c		
	15-Julio-90	Cit-ZnSO ₄	60.9 a	4.78 a	
		H ₂ CN ₂	41.0 abc		

¹ Días después de la aspersión del defoliante.

² Omitir la fuente defoliante para la identificación del tratamiento.

³ Omitir la fuente cultivar para la identificación del tratamiento.

⁴ Letras en columnas indican diferencia según la prueba de Tukey P < 5%.

se expresaron en post-defoliación. Esto resultó cierto especialmente en el cv Anna cuyas yemas estaban menos desarrolladas; así también con el defoliante H_2CN_2 , ya que el adelanto de la brotación por algunos productos exige un desarrollo floral de las yemas más avanzado para una floración más completa (Fulford, 1970). Las defoliaciones tempranas pueden revertirse en la expresión de una menor cantidad de yemas florales normales brotadas (Couvillon y Lloyd, 1978; Díaz, 1989; Edwards, 1987; Fulford, 1970; Janick, 1974; Pimienta, 1985).

Amarre de fruto

El análisis de varianza detectó significancia en el ciclo 1 para las interacciones cultivar x defoliante y cultivar x fecha de defoliación. El cuadro 6 deja ver en general, para este ciclo, un mejor amarre de fruto en Dorsett Golden; asimismo, la tendencia clara de una reducción de la variable con H_2CN_2 , aún cuando Anna no registró diferencia estadística. H_2CN_2 pudo, con la brotación rápida, forzar la expresión de alguna

anormalidad floral (Couvillon y Lloyd, 1978), aunque también existe la posibilidad de algún efecto fitotóxico del producto, o bien de la coincidencia de las floraciones de este tratamiento con ambientes desfavorables como la lluvia, baja actividad de abejas y/o lavado del fluido estigmático (Dennis 1979).

Asimismo, aunque Anna no fue afectado en el amarre de fruto por la fecha de defoliación (Cuadro 6), éste, como ya se indicó permaneció inferior al presentado por Dorsett Golden que se mostró inferior en la 1ª aplicación. Por otra parte, la nula o baja respuesta de Anna sugiere, además de las restricciones del párrafo anterior, la posibilidad de la predominancia de algún factor relacionado con la polinización y/o fecundación, ya que se sabe que Dorsett Golden actúa como polinizador de Anna.

Por otro lado, la variable N° de frutos por árbol detectó significancia solo en el ciclo 1 para los factores principales cultivar y fecha de defoliación. En el 1er caso, Dorsett Golden fue mejor que Anna con 88.6 vs 19.7 frutos, y en el segundo, la defoliación

Cuadro 6. Amarre de fruto (%) en manzano en los ciclos 1 y 2 (1990 y 1991) según cultivar x defoliante y x fecha de defoliación.

Cultivar	Defoliante	Fecha de defoliación	Amarre de fruto (%)	
			Ciclo 1	Ciclo 2
Dorsett Golden	Cit-ZnSO ₄		29.9 a ¹	15.3 ab
	H ₂ CN ₂		11.0 b	7.8 bc
	Sin defoliar		—	16.9 a
		15-Junio-90	15.2 b	
		15-Julio-90	25.7 a	
Anna	Cit-ZnSO ₄		11.5 b	2.1 c
	H ₂ CN ₂		2.9 b	1.8 c
	Sin defoliar		—	0.5 c
		15-Junio-90	7.0 b	
		15-Julio-90	7.4 b	

¹ Letras en columnas indican diferencia según prueba de Tukey P < 5%.

del 15 de julio fue superior a la del 15 de Junio con 79.4 vs 28.9 frutos. Esto confirma lo anterior, es decir, el mejor amarre de Dorsett Golden y de la 2^a fecha de defoliación.

Respecto al amarre de fruto del ciclo 2, nuevamente se tuvo la nula respuesta del cv Anna a los tratamientos (Cuadro 6); aquí, además de las posibles explicaciones expuestas para el ciclo 1, aparecen los daños por heladas, ya que los testigos florecieron antes que el resto de los tratamientos, en los que se retrasó el ciclo. Los testigos de Dorsett Golden por su parte, presentaron un amarre de fruto mayor que los árboles defoliados con H_2CN_2 , pudiendo esto deberse a la mayor tolerancia al frío de este cultivar respecto a Anna, aunque también hay que considerar que los tratamientos causaron desfaseamientos fenológicos diferentes, por lo que las heladas no afectaron igual.

Correlaciones

En el Cuadro 7 pueden observarse los coeficientes de correlación significativo entre las variables de ambos ciclos, los cuales aunque no tan altos, hablan ya de una asociación entre las variables. Se encontró que una mayor brotación en el ciclo 1 se asoció con una mejor brotación el siguiente ciclo, lo que puede explicarse dada la mayor elabo-

ración y acumulación de reservas, en particular de carbohidratos (Tromp, 1983).

Por el contrario, los procesos que utilizaron más las reservas en el ciclo 1, se expresaron en menor medida el ciclo 2; así, una mayor floración del ciclo 1 se asoció negativamente con la brotación del siguiente ciclo. Del mismo modo pueden explicarse las asociaciones negativas encontradas entre el amarre de fruto y el consecuente mayor número de frutos del ciclo 1, contra la floración del ciclo 2.

CONCLUSIONES

El defoliante Cit-ZnSO₄ y la 2^a fecha de defoliación (15-Julio-90) causaron una caída de hojas más rápida y efectiva que H_2CN_2 en la 1^{er} fecha de defoliación (15-Junio-90), mejorando su acción este último defoliante en la aspersion más tardía. Asimismo, la defoliación natural de invierno se retrasó en los árboles bajo producción forzada, siendo este retraso menor con H_2CN_2 en la 1^{er} fecha.

La brotación del ciclo 1 fue adelantada pero no incrementada por el defoliante H_2CN_2 respecto a Cit-ZnSO₄, y la brotación del ciclo 2 fue retrasada por las defoliaciones artificiales, siendo este retraso menor

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson (r) entre las variables del ciclo 1 (1990) y 2 (1991) en manzano bajo producción forzada.

Ciclo 2 Ciclo 1	Brotación (%)	Floración (%)	Nº de flores/ inflorescencia
Brotación (%)	0.52 **		
Flores/inflorescencia	0.43 *		
Amarre de fruto (%)		0.45 **	0.66 **
Nº de frutos		0.46**	0.59 **

* = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$.

con el defoliante H_2CN_2 aplicado el 15- Junio-90, sobre todo en el cv Dorsett Golden.

Los tratamientos que presentaron brotaciones más tardías (2ª fecha de defoliación y/o defoliante Cit-ZnSO₄) provocaron una mejor floración, en especial en el cv Anna, cuyas yemas se encontraban en un estado de desarrollo menos avanzado que Dorsett Golden. Asimismo, los tratamientos con mejor floración y fructificación durante el primer ciclo de estudio, decayeron en el ciclo 2 (brotación, floración, etc.).

El amarre y número de frutos fue menor en el cv Anna y sin respuesta a la fecha de defoliación, lo que sugiere posibles problemas en la polinización y/o fecundación.

BIBLIOGRAFIA

- Addicott F.T. 1954. Abscission and plant regulators. In: H.B. Tukey (ed). Plant Regulators in Agriculture. John Wiley and Sons New York. pp. 99-116.
- Becerril R, A.E. y J. Rodríguez A. 1989. Producción forzada en frutales de clima templado. En: Simposium de Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 2-5.
- Castagnoli, S.P, T.M DeJong, S.A Weimbaum, and R.S Johnson. 1990. Autumn foliage applications on ZnSO₄ reduced leaf nitrogen remobilization in peach and nectarine. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115(1):78-83.
- Couvillon, G.A. and D.A Lloyd. 1978. Summer defoliation on peach spring bud development. HortScience 13(1):53-54.
- Dennis, F.G. 1979. Factors affecting yield in apple, with emphasis on Delicious. Horticultural Reviews 1:395-493.
- Díaz M, D.H. 1989. Fisiología de la floración y comportamiento de los árboles de clima templado en los subtrópicos. En: Simposium de Producción Forzada en Frutales. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. pp. 6-9.
- Edwards, G. 1987. Producing temperate zone-fruit at low latitudes avoiding rest and chilling requirement. HortScience 22:1236-1239.
- Escobar G, A.J. 1990. Urea y sulfato de zinc como defoliantes de ciruelo japonés (*Prunus salisina* L x *P. cerasifera* Ehrh.) Methley. Tesis de Maestría. Centro de Edafología. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Esparza F, G., A.E. Becerril R. y J. Rodríguez A. 1993. Estado nutricional de manzano bajo un sistema de producción forzada. Agrociencia. En revisión.
- Fulford, R.M. 1970. The effect of chemical defoliation on the development of apple spurs. Ann. Bot. 34:1079-1088.
- García, E. 1985. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen: para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 3ª ed. México. pp 9.
- Jackson, D.I. and G. Sweet. 1972. Flower initiation in temperate woody plants. Horticultural Abstract 42:9-24.
- Janick, J. 1974. The apple in Java. HortScience. 91(1):13-15.
- Ortíz L, M. 1986. Producción forzada de durazno (*Prunus persica* L. Batsch) bajo condiciones subtropicales. Tesis de Maestría. Centro de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Pimienta B, E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. Fitotecnia 7:154-179.
- Shulman, Y., G. Nir, L. Fanbernstein and S. Lavee. 1983. The effect of cyanamide on release from dormancy of grapevine buds. Scientia Horticulturae 19:97-104.
- Tromp, J. 1983. Nutrient reserves in roots of fruit trees, in particular carbohydrates and nitrogen. Plant and Soil 71:401-413.