Rev. Fitotec. Mex. 12:87-93. 1989

ACUMULACION DE CARBOHIDRATOS EN ARBOLES ANILLADOS DE DURAZNO BAJO UN SISTEMA INTENSIVO DE PRODUCCION

Ma. Hilda Pérez Barraza[1] y Jorge Rodríguez Alcázar[2]

RESUMEN

La acumulación de carbohidratos en la parte aérea de árboles anillados parece estimular la floración, amarre de frutos, crecimiento y maduración del fruto. Con base en lo anterior, se evaluó el porcentaje de carbohidratos en brotes de un año de edad, antes y después del anillado y a la cosecha, y en brotes y raíces después de la cosecha. La determinación se hizo en tres cultivares de durazno (Prunus persica L.) con bajos requerimientos de frío, los cuales se encontraban bajo un sistema intensivo de producción, mediante el método de tinción descrito por Bringhurst et al. (1960). Los resultados obtenidos indican que la acumulación de carbohidratos antes de la cosecha en los brotes, depende tanto de la época en que se realice como del cultivar. Después de la cosecha (22 días), los carbohidratos tienden a acumularse tanto en brotes (50 y 70%) como en raíces (50 y 45%) en "Flordagold" y "Amapre" respectivamente, pero no en "Flordaprince" que se mantuvo en crecimiento.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Prunus persica L.; Distribución de carbohidratos; Crecimiento de brotes y raíces.

SUMMARY

Carbohydrate accumulation in the tip of girdled trees seems to stimulate flowering, and fruit set, growth and ripening. Percent of carbohydrate content in one-year shoots, were weekly evaluated before and after girdling at two different times before harvest; after harvest shoots and roots were also evaluated by carbohydrate content in three low-chill peach cultivars (Prunus persica L.), under a high plant density sistem. Carbohydrate measurements were done by the Bringhurst et al. (1960) method. Results indicate that before harvest, carbohydrate accumulation above girdling, depends on the girdling time and on the cultivar. After harvest (22 days) carbohydrates tended to accumulate in shoots (50 and 70%) and in roots (50 and 45%) in cultivars "Flordagold" and "Amapre", but not in "Flordaprince" wich was still growing.

ADDITIONAL INDEX WORDS

Prunus persica L.; Carbohydrate distribution; Shoot and root growth.

INTRODUCCION

En plantaciones con altas densidades, los árboles pueden llenar completamente su espacio asignado por un mal manejo de ellos, lo cual ocasiona que su productividad disminuya. El efecto directo del crecimiento vegetativo excesivo es la mayor competencia con el fruto por los nutrimentos minerales, agua, hormonas y carbohidratos; el efecto indirecto es por el sombreado, que reduce la calidad del fruto y el potencial de fructificación en las partes sombreadas.

El anillado es una de las prácticas para controlar el tamaño del árbol y evitar los problemas anteriormente mencionados. Con el anillado se logra una mayor acumulación de carbohidratos en la parte aérea del árbol, lo que parece estimular la floración, amarre, crecimiento y maduración del fruto (Chalmers, 1986). Aunque el papel de los carbohidratos en el ciclo reproductivo, desde su iniciación floral hasta el amarre del fruto no ha sido completamente establecido, varios autores han atribuido el incremento en la producción de fruto a la acumulación de carbohidratos en la parte superior del anillado (Noel, 1970).

[1] Investigadora del Programa Frutales Caducifolios del CEFAP-Uruapan. SARH-INIFAP-Michoacán. Apartado Postal 128. C.P. 60050 Uruapan, Mich.

[2] Profesor Investigador. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Apdo. Postal 358. 56230 Chapingo, Méx.

Con base a lo anterior, se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar el contenido de carbohidratos en árboles anillados de durazno bajo un sistema intensivo de producción.

REVISION DE LITERATURA

Un árbol anillado es aquel en el cual se separa el floema completamente, ya sea por una incisión angosta o por la remoción de un cilindro más o menos amplio de corteza en el tronco o ramas principales.

La acumulación de carbohidratos arriba del anillado ha sido evidenciada experimentalmente por varios autores, aunque otros señalan que el anillado puede afectar el movimiento de fotosintatos desde el follaje a la raíz. Por su parte, otro grupo de investigadores establece que la acumulación de fotosintatos arriba del anillo influye sobre el desarrollo vegetativo y reproductivo de brotes.

Sin embargo, la acumulación de carbohidratos arriba del anillado depende de la época en que éste se realice. Por ejemplo, Noel (1970) muestra evidencias de que el anillado practicado después del flujo de primavera, no provocó acumulación de carbohidratos en la parte aérea del árbol debido a que fueron utilizados para la producción de nuevos brotes. Existe una relación entre el contenido de carbohidratos arriba del anillado, la época del mismo y la actividad del crecimiento. Sablon, citado por Noel (1970), encontró que en árboles de pera (*Pyrus communis*) las reservas de carbohidratos se acumularon a mitad de la temporada de crecimiento, solamente cuando el anillado se realizó a principios de año. En árboles de manzano (*Malus pumila*) anillados en invierno, la parte superior fue temporalmente desprovista de almidón, pero después del desarrollo de las hojas el almidón se acumuló en dicha parte y fue agotándose en las partes inferiores del anillado. Cuando se realiza el anillado en el verano se origina mayor acumulación de almidón en la corteza por arriba del anillado, que el acumulado en árboles no anillados; posteriormente, en el otoño, el almidón es movilizado y se presentan excesos de carbohidratos como sacarosa, arriba del anillado (Noel, 1970). Recientemente, Isac (1986) estableció que la concentración de carbohidratos es muy variable en espolones de manzano, pero que la relación Carbono:Nitrógeno (C/N) es siempre más alta en los espolones sin fruto.

Al estudiar el efecto de tres tratamientos (1=testigo, 2=anillado del tallo cerca de las ramas principales y 3=anillado más la adición de ácido indolbutírico) en árboles de cerezo (*Prunus* sp), Wilson y Archer (1983) encontraron que antes del anillado todas las ramas tienen un movimiento de fotosintatos hacia abajo; después del anillado se observa un movimiento rápido reversible hacia arriba en el tratamiento 2 y uno más lento también hacia arriba en el 3.

En árboles de durazno en la etapa final de crecimiento rápido del fruto, el anillado de las ramas principales estimuló el crecimiento de la parte superior de la copa e inhibió el de la parte inferior, indicando que hubo un bajo nivel de fotosintatos disponibles para el crecimiento del fruto en la parte inferior del árbol, y que el crecimiento del fruto en estas zonas depende bastante de los fotosintatos producidos en la parte superior. La parte media resultó más o menos independiente del anillado, mientras que en la parte superior el crecimiento del fruto fue estimulado. Estos datos indican que existe un gradiente de concentración de fotosintatos en el sistema vascular, siendo éste más alto en la parte superior de los árboles (Chalmers *et al.*, 1975). Ha sido mostrado que el fruto contiene cerca del 80 del to-

tal de azúcar en la época de cosecha, y que entre el 45 y 62% del contenido total de almidón de los árboles de durazno está en las raíces, del 23 al 43% en la madera y del 6 al 10% en la corteza. Del contenido total de almidón almacenado en las partes permanentes del árbol, el 68% es utilizado como fuente de energía para alimentar el nuevo crecimiento. Sin embargo, esta proporción disminuye cuando las hojas han sido formadas y contribuye a la formación de reservas, aspecto importante para el desarrollo de frutos pequeños y el nuevo crecimiento al año siguiente. El período postcosecha es importante también para la elaboración de reservas, por lo que los árboles se deben mantener con hojas el mayor tiempo posible (Stassen *et al.*, 1982). En duraznos jóvenes, al detenerse el crecimiento antes de la caída de hojas, se presenta una considerable acumulación de carbohidratos; aunque al prolongarse el período de crecimiento por la aplicación de nitrógeno, no se observaron incrementos en la cantidad de carbohidratos acumulados (Taylor y Van Den Ende, citados por Arreola, 1988).

De los cultivares aquí estudiados, "Flordaprince" y "Flordagold" fueron liberados en Florida, son de hueso semidespegado, el tamaño del fruto es de mediano a grande, el color rojo de la epidermis es adecuado para el mercado así como su forma y firmeza. "Amapre" es originario de Brasil, de hueso pegado y pulpa amarilla apta para industrialización y para consumo en fresco, su fruto es de tamaño mediano y la epidermis es amarilla (Sherman y Sharpe, 1976; Nakasu *et al.*, 1980; Sherman *et al.*, 1984).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en 1987, en tres cultivares de durazno con bajos requerimientos de frío esblecidos en un huerto intensivo de producción (1,250 árboles/ha), ubicado en terrenos del Colegio de Postgraduados en Montecillo, México. Los cultivares fueron "Flordaprince", "Flordagold" y "Amapre", anillados en plena floración (APF), 15 días antes de la maduración del fruto (AMF) y sin anillar (SA). Estos cultivares se caracterizan por ser de bajos requerimientos de frío, muy precoces, con un período de flor a fruto de 88 días para "Flordagold", 78 para "Flordaprince" y de 100-110 para "Amapre".

El diseño experimental fue completamente al azar en arreglo factorial, con nueve tratamientos resultantes de la combinación de tres cultivares y tres épocas de anillado, y tres repeticiones. Cada repetición fue un árbol. Se hicieron análisis de varianza de acuerdo al diseño y la comparación de medias por Tukey al 5%.

Para la evaluación de los carbohidratos se hicieron muestreos en brotes del año antes del anillado, ocho días después y en la cosecha; así como a los 8, 15 y 22 días después de la cosecha, muestreando brotes y raíces. Los brotes medidos fueron de una longitud y diámetro uniforme, cercanos al anillado, tomando 4 brotes/árbol en cada muestreo; las raíces muestreadas (4/árbol, en cada muestreo) fueron de 2 mm de diámetro, tomadas a una profundidad de 30 a 40 cm y a la mitad del radio de goteo, considerando que es la zona donde se tiene la mayor reserva. La determinación se hizo por el método de tinción descrito por Bringhurst *et al.* (1960), que consiste en fijar las muestras de brotes o raíces colectadas en el campo con una solución 3:1 de alcohol 96% y ácido acético, para su deshidratación por 72 horas; luego se hacen los cortes con un micrótomo de mano y se ponen en alcohol 96% por 3 a 5 minutos para completar la deshidratación de las células; después se procede a la tinción de los cortes con yodo + yoduro (1:1), para finalmente montarlos en portaobjetos y observarlos al microscopio,

La evaluación se hizo con base en porcentajes, observando cuatro campos en cada corte; el porcentaje se calculó con el número de células que presentaron granos de almidón y por el contenido de éste dentro de las células.

RESULTADOS Y DISCUSION

"Flordaprince" anillado en plena floración alcanzó la mayor acumulación de carbohidratos en sus brotes, mientras que anillando 15 días antes de la maduración del fruto tal acumulación fue mínima, inclusive con respecto al testigo sin anillar (Cuadro 1). La respuesta en "Flordagold" y "Amapre" fue diferente, ya que en estos cultivares los árboles sin anillar mostraron los porcentajes más bajos de carbohidratos en los brotes, sin que hubiera diferencias estadísticas entre anillado en plena floración y anillado 15 días antes de la maduración del fruto. Entre cultivares "Flordaprince" resultó superior en acumulación de carbohidratos en brotes, lo cual puede deberse a que este cultivar presentó un reducido amarre de frutos, disminuyendo así la competencia entre frutos y crecimiento vegetativo (Pérez y Rodríguez, 1987). Existen evidencias en especies como manzano, de que la relación Carbono:Nitrógeno (C/N) es siempre más alta en espolones sin fruto que en aquellos con fruto (Isac, 1986). Por otro lado, el crecimiento más vigoroso de este cultivar (Pérez y Rodríguez, 1987), pudo ocasionar una mayor cantidad de fotosintatos acumulados en sus brotes. Estos resultados indican que el efecto del anillado depende tanto del cultivar como de la época en que se realiza. Lo anterior concuerda con otros autores (Sablon, citado por Noel, 1970; Noel, 1970), quienes encontraron diferencias en la acumulación de carbohidratos por arriba del anillado y lo atribuyen a la época en que se realizó dicha práctica.

Cuadro 1. Efecto del anillado en la acumulación de carbohidratos antes de la cosecha, en brotes de tres cultivares de durazno bajo un sistema intensivo de producción[1]. Montecillo, Méx. 1987.

Cultivar y Epoca de anillado[2]	Contenido de Carbohidratos[3] en brotes (%)
Flordaprince APF	36.7 a
Flordaprince AMF	21.5 d
Flordaprince SA	33.1 b
Flordagold APF	26.1 c
Flordagold AMF	25.3 c
Flordagold SA	21.4 d
Amapre APF	25.9 c
Amapre AMF	27.3 c
Amapre SA	20.5 d

[1] 1,250 árboles/ha.
[2] APF (anillado en plena floración), AMF (anillado 15 días antes de la maduración del fruto), SA (sin anillar).
[3] Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey 5%).

En cambio, después de la cosecha se encontró que los carbohidratos se acumulan en mayor porcentaje en los brotes de "Amapre", sobre todo cuando se anilla 15 días antes de la maduración del fruto, como se aprecia en el Cuadro 2. En el cultivar "Flordaprince" , tanto el anillado en plena floración como el de 15 días antes de la maduración del fruto superaron estadísticamente al testigo sin anillar. En "Flordagold" el mayor porcentaje de carbohidratos fue en árboles que se anillaron antes de la maduración del fruto, superando a los árboles anillados en plena floración y a los árboles sin anillar.

Cuadro 2. Efecto del anillado en la acumulación de carbohidratos de brotes y raíz, medida después de la cosecha[1], en tres cultivares de durazno bajo un sistema intensivo de producción[2]. Montecillo, Méx. 1987.

Cultivar y Epoca de anillado[3]	Contenido de Carbohidratos (%)	
	Brotes	Raíz
Flordaprince APF	49.6 bc	51.3 bc
Flordaprince AMF	47.8 c	51.0 bc
Flordaprince SA	31.1 f	56.9 a
Flordagold APF	42.8 e	48.3 cd
Flordagold AMF	48.6 bc	47.7 d
Flordagold SA	43.3 de	53.3 b
Amapre APF	46.4 cd	32.2 f
Amapre AMF	71.7 a	40.9 e
Amapre SA	51.5 b	37.7 f

1 Veintidós días después de la cosecha.

2 1,250 árboles/ha.

3 APF (anillado en plena floración), AMF (anillado 15 días antes de la maduración del fruto), SA (sin anillar).

4 Medias con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Tukey 5%).

En la raíz de los cultivares "Flordaprince" y "Flordagold", la acumulación de carbohidratos tres semanas después de la cosecha fue mayor que en los brotes, pero no así en "Amapre" (Cuadro 2). En el mismo cuadro puede observarse que las raíces de los árboles sin anillar, tanto de "Flordaprince" como de "Flordagold", mostraron mayor cantidad de carbohidratos comparada con la de árboles anillados; mientras que en "Amapre" el mayor porcentaje fue encontrado en raíces de árboles que se anillaron 15 días antes de la maduración del fruto. Nótese que "Flordaprince" fue el cultivar que presentó la mayor acumulación de carbohidratos en la raíz, debido probablemente a las causas antes mencionadas (pocos frutos y mayor cantidad de follaje). Por otro lado, en dos cultivares las raíces de árboles sin anillar presentaron una mayor acumulación comparada con la de árboles anillados, lo que sugiere que el anillado puede afectar el transporte del floema hacia la raíz.

En la Figura 1 se muestra la dinámica de acumulación de carbohidratos en brotes y raíces, de los 8 a los 22 días después de la cosecha, para los tres cultivares. Además de confirmar lo antes mencionado, también se aprecia que en los cultivares "Flordagold" y "Amapre", por lo general la acumulación de carbohidratos, tanto en los brotes como en la raíz, tiende a aumentar conforme pasa el tiempo después de la cosecha, tanto en árboles anillados como sin anillar, posiblemente debido a que no tienen frutos en esa época, de modo que los fotosintatos producidos por las hojas son transportados a los órganos de reserva, para ser posteriormente utilizados en la brotación y en el crecimiento del año siguiente, tal como lo mencionan Taylor y Van Den Ende, citados por Arreola (1988) y Stassen *et al.* (1982). Lo contrario tiende a suceder en "Flordaprince", en el que la cantidad de carbohidratos en brotes y raíz disminuye con el tiempo, sobre todo en árboles anillados antes de la maduración del fruto y sin anillar; esto se atribuye a que en el momento del muestreo los brotes se encontraban aún en crecimiento, evitando así la acumulación de carbohidratos en tales órganos.

CONCLUSIONES

Se puede concluir que la acumulación de carbohidratos en brotes y en raíz, depende tanto de la época en que se realice el anillado como del cultivar. Después de la cosecha la acumulación de carbohidratos en la raíz es mayor que en los brotes, en los cultivares "Flordaprince" y

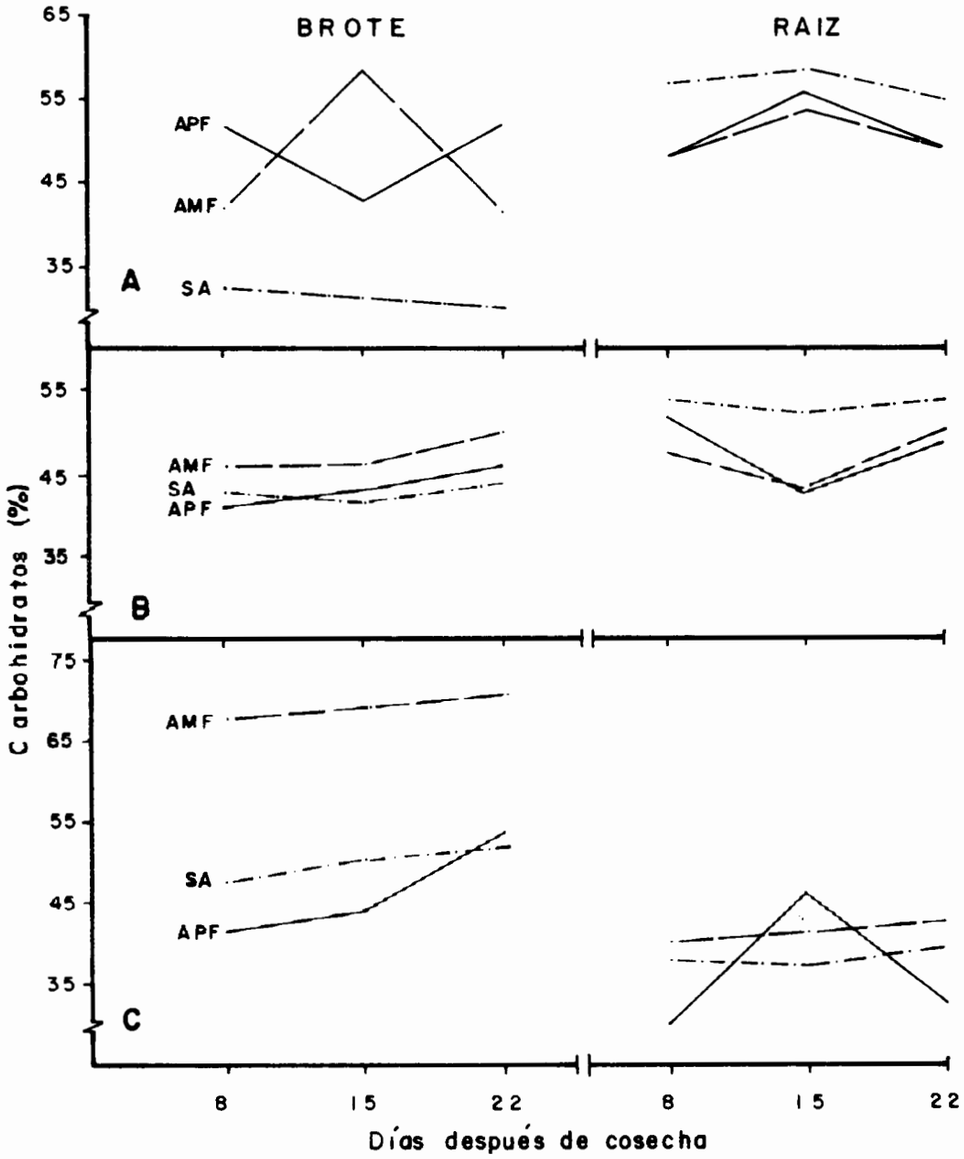


Figura 1. Porcentaje de acumulación de carbohidratos (brote y raíz) a los 8, 15 y 22 días después de la cosecha en los cvs. Flordaprice (A), Flordagold (B) y Amapre (C), anillados en plena floración (APF), 15 días antes de la maduración del fruto (AMF) y sin anillar (SA). Montecillo, Méx. 1987.

"Flordagold" sobre todo en árboles sin anillar. Por último, se concluye que los carbohidratos en brotes y raíces del cultivar "Flordaprince" tienden a disminuir después de la cosecha de frutos, debido a que sus brotes se mantienen en crecimiento.

BIBLIOGRAFIA

Arreola A., J.G. 1988. Efecto de la fertilización nitrogenada en diferentes etapas fenológicas de la frambuesa roja (Rubus idaeus L.). Tesis de Maestría en Ciencias. Centro de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx. 75 p.

Bringhurst, R.S., V. Voth, and V.O. Hook. 1960. Relationship of root starch content and chilling history to performance of California strawberries. Amer. Soc. Hort. Sci. 75:373-381.

Chalmers, D.J. 1986. Research and progress in cultural systems and management in temperature fruit orchards. Acta Hor-ticulturae 175: 215-225.

_____, R.L. Canterford, P.J. Jerie, T.R. Jonas, and T.D. Ugalde. 1975. Photosynthesis in relation to growth and distribution of fruit in peach trees. Aust. J. Plant Physiol. 2(4):635-645.

Isac, I. 1986. Some aspects of the change in growth and cropping as a result of some pruning and training operation in high-density apple orchard. Acta Horticulturae 160:129-131.

Nakasu, B. H.J., J.F. Ascunia, and M. do C. Bassols. 1980. Cultivares de pessego para industria. Circular Técnico No. 2. EMBRAPA, Pelotas RS:9-11.

Noel, A.R.A. 1970. The girdled tree. Bot. Rev. 36(2):162-165.

Pérez B., H. y J. Rodríguez A. 1987. Efecto del anillado en el rendimiento y calidad del fruto de árboles de durazno (Prunus persica L.) bajo un sistema de producción intensiva. Agrociencia 68: 63-73.

Sherman, W.B., J. Rodríguez, and E.P. Miller. 1984. Progress in lowchill peaches and nectarines from Florida. Proc. Fla. State Hort. Sci. 97:320-322.

_____, and R.H. Sharpe. 1976. Flordagold peach. Circular Agricultural Experimental Station. Florida University No. 5-247, 4p.

Stassen, P.J.C., O. Bergh, C.W.J. Bester, and M.M. Dupreez. 1982. Reserves in full-bearing peach trees. Carbohydrate reserves and their implications to orchard practices. The Desiduos Fruit Grower, October:424-430.

Wilson, B.F. and R.R. Archer. 1983. Apical control of branch movements and tension wood in black cherry and white ash trees. Can. J. For. Res. 13:594-600.

En el proceso editorial del Vol. 12 Núm 1 de la Revista Fitotecnia Mexicana colaboraron las siguientes personas:

PROCESADOR DE PALABRAS

Rosario Sabbagh Estrada

TIPOGRAFIA

Ma. Elena Deheza Morales

DIBUJO

Moisés Aguilar Castillo

MECANOGRAFIA DE APOYO

C. Patricia Gallegos Venegas
Gloria Martínez Guevara

PROGRAMA DE COMPUTACION

Dr. Manuel Livera Muñoz