

## AMARRE DE FRUTO EN AGUACATE 'HASS' CON APLICACIONES DE $GA_3$ , N Y ANILLADO\*

### FRUIT SET IN AVOCADO 'HASS' WITH APPLICATIONS OF $GA_3$ , N AND GIRDLING

María de la Cruz Espíndola Barquera<sup>1§</sup>, Raquel Cano Medrano<sup>2</sup>, Jorge Rodríguez Alcázar<sup>2</sup> y Prometeo Sánchez García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S. C. Ignacio Zaragoza Núm. 6, Colonia Centro, Coatepec Harinas, Estado de México, México. C. P. 51700. <sup>2</sup>Posgrado en Fruticultura, Colegio de Postgraduados, km 35.5, carretera México-Texoco, C. P. 56230, Montecillo, Estado de México, México. <sup>§</sup>Autora para correspondencia: mespindolab@gmail.com

#### RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de anillado y aplicación foliar de  $GA_3$  y N en el amarre de fruto de aguacate (*Persea americana* Mill.). El experimento se desarrolló durante tres ciclos de producción, de 2003 a 2006, en el Centro experimental "La Labor", de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S. C., San Andrés, Temascaltepec, Estado de México. Se utilizaron árboles del cultivar Hass injertados en criollos de raza mexicana, y ocho años de edad. Los factores considerados fueron N,  $GA_3$  y anillado, con dos niveles para cada factor: 160 g árbol<sup>-1</sup> y 0 g árbol<sup>-1</sup>; 25 mg L<sup>-1</sup> y 0 mg L<sup>-1</sup>; con anillado y sin anillado, respectivamente. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial, seis repeticiones por tratamiento y un árbol por unidad experimental. El  $GA_3$  y N se aplicaron a inflorescencias en estado de coliflor y el anillado se realizó en plena floración. En el año de baja producción, los tratamientos de N o anillado incrementaron el amarre inicial y final; las combinaciones de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de  $GA_3$  + con anillado y 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado aumentaron el amarre inicial y final, respectivamente. En el año de alta producción se aumentó el amarre inicial con la aplicación de N o  $GA_3$ , y el amarre final con anillado y la combinación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de  $GA_3$  + con anillado. La aplicación de N promovió la acumulación de glucosa y fructosa en hojas

y en panículas con frutos en desarrollo. La combinación de los tratamientos mostró un efecto aditivo del anillado en la acumulación de glucosa, sacarosa y fructosa en panículas y hojas.

**Palabras clave:** *Persea americana* Mill., carbohidratos solubles, fertilización foliar, N,  $GA_3$ .

#### ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of girdling and applications of  $GA_3$  and N on fruit set of avocado trees (*Persea americana* Mill.). The experiment was conducted during three production cycles, from 2003 to 2006 at 'La Labor' Experimental Station of CICTAMEX, S. C., San Andrés, Temascaltepec, Estado de México. 'Hass' avocado trees 8-year-old grafted on seedling of Mexican race rootstocks were utilized. The factors evaluated were N (160 g and 0 g per tree),  $GA_3$  (25 and 0 mg L<sup>-1</sup>) and girdling (girdling and no girdling). A completely random experimental design was used with a factorial arrangement, with six replications per treatment and a single tree as experimental unit.  $GA_3$  and N were applied during the eight stage of the inflorescence development -known as the "cauliflower"

\* Recibido: Noviembre de 2007  
Aceptado: Septiembre de 2008

stage-, and girdling was performed at full bloom. On the “low yield” crop year, the treatments of N or girdling increased initial and final fruit set; the combinations of N (160 g tree<sup>-1</sup>) + GA<sub>3</sub> (25 mg L<sup>-1</sup>) + girdling and N (160 g tree<sup>-1</sup>) + girdling, increased the initial and final fruit set, respectively. On the “high yield” crop year, the initial fruit set was increased with the application of N or GA<sub>3</sub>, and the final fruit set with girdling and the combination of N (160 g tree<sup>-1</sup>) + GA<sub>3</sub> (25 mg L<sup>-1</sup>) + girdling. The application of N promoted the accumulation of glucose and fructose in leaves and panicles with developing fruits. The combinations of treatments showed an additive effect of girdling on the accumulation of glucose, and sucrose and fructose in panicles and leaves, respectively.

**Key words:** *Persea americana* Mill., foliar fertilization, N, AG<sub>3</sub>, soluble carbohydrates.

## INTRODUCCIÓN

En México, un árbol de aguacate en etapa reproductiva, registra de dos hasta cuatro floraciones al año dependiendo de las condiciones climáticas, manejo del huerto y cantidad de fruta presente en el árbol (Salazar-García, 2000). Durante la floración el aguacatero puede generar de uno a dos millones de flores, de las cuales sólo una proporción que oscila entre 0.001% (Davie *et al.*, 1995a) y 0.1 % (Bergh, 1967) consigue el amarre de fruto. Este problema se ha atribuido a la competencia por fotosintatos entre los órganos reproductivos y vegetativos (Blumenfield *et al.*, 1983), antes de la floración y durante el desarrollo vegetativo de los brotes emergentes de las inflorescencias indeterminadas (Wolstenholme y Whiley, 1989). La capacidad de amarrar y crecer de un fruto de aguacate puede expresarse completamente si los carbohidratos, reguladores de crecimiento, compuestos nitrogenados, agua y nutrimentos están disponibles en cantidad suficientes (Bower *et al.*, 1990), debido a la participación que estos tienen durante la iniciación floral, amarre y crecimiento del fruto (Goldschmidt y Golomb, 1982).

En la actualidad, en México, no existe información suficiente que evidencie cuales son los factores que afectan de manera directa el amarre de fruto en aguacate. Sin embargo, en forma experimental se han implementado prácticas de manejo para incrementar el amarre de fruto en

árboles de aguacate, entre estas se encuentran el anillado y la aplicación foliar de AG<sub>3</sub> y N. Los resultados obtenidos de aplicaciones foliares de AG<sub>3</sub> indican incrementos en la producción al aumentar el peso de frutos comerciales (de 213 a 269 g) en el año de baja producción cuando se aplica a inflorescencias en desarrollo (Salazar-García y Lovatt, 2000). Mientras que la aplicación foliar a panículas con 25% de floración, incrementa la retención de frutos hasta en 50% en comparación con aquellas a las cuales no se les aplica AG<sub>3</sub> (Niculcar, 1999). Esto se atribuye al desarrollo temprano de brotes vegetativos lo que aumenta la capacidad para exportar fotosintatos.

En lo que respecta a las aplicaciones foliares de N en aguacate durante el período de expansión de la inflorescencia (“estado de coliflor”) se ha observado un incremento en la viabilidad del óvulo y el número de tubos polínicos que alcanzaron el óvulo (Jaganath y Lovatt, 1996) lo que tiene influencia directa sobre el rendimiento (Jaganath y Lovatt, 1998).

En árboles de aguacate ‘Hass’ se ha reportado un aumento en la producción (Köhne, 1992; Trochoulis y O’Neil, 1976; Bergh, 1977; Malo, 1971) y tamaño de fruto hasta en un 35% (Davie *et al.*, 1995c) cuando se realizan practicas de anillado. Esta práctica también ha sido relacionada con un incremento de carbohidratos en hojas de ramas anilladas, durante el inicio del crecimiento rápido de fruto (Davie *et al.*, 1995b), además de adelantar el período de floración, aumentar la longitud del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (Tomer, 1977).

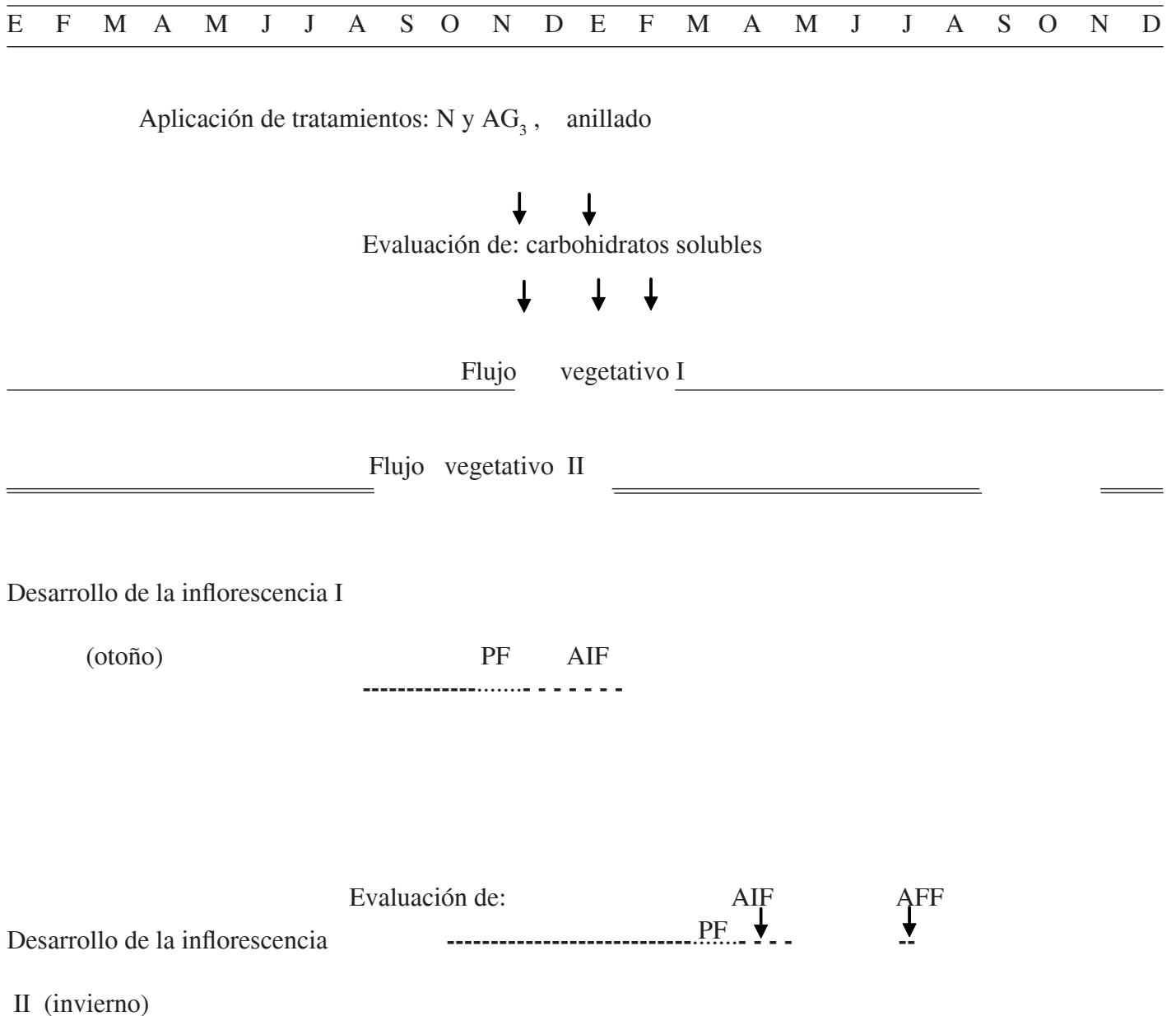
Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto de anillado y aplicación foliar de AG<sub>3</sub> y N en amarre de fruto de aguacate (*Persea americana* Mill.) cultivar ‘Hass’ en el año de baja y alta producción. Para ello se planteó probar la hipótesis de que el anillado, AG<sub>3</sub> y N aumentan la disponibilidad de carbohidratos solubles e incrementan el amarre de fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló durante 2003-2006, en el Centro Experimental “La Labor”, de la Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX, S. C., en San Andrés de los Gama, Temascaltepec, Estado de México. Se utilizaron 48 árboles del cultivar ‘Hass’ injertados sobre criollos de la raza mexicana, de ocho años de edad, establecidos en marco real a una distancia de 5 x 10 m. Los árboles presentaron dos floraciones: floración I (otoño) y

floración II (invierno). El manejo agronómico de la huerta se realizó de acuerdo a los requerimientos del cultivo. Los tratamientos considerados en esta investigación se aplicaron en la floración II (invierno) y estuvieron conformados por los factores N, AG<sub>3</sub> y anillado, con dos niveles para cada factor: 160 g árbol<sup>-1</sup> y 0 mg L<sup>-1</sup>; con anillado y sin anillado, respectivamente (Figura 1). La aspersión foliar de N y AG<sub>3</sub> se hizo a punto de goteo cuando 50% de las inflorescencias alcanzaron el

estado 8 de desarrollo de la inflorescencia, la cual presentó la elongación de los ejes secundarios (estado de coliflor) y los ejes terciarios aún estaban cubiertos por sus brácteas, además se observaron flores pequeñas sin abrir (Salazar-García *et al.*, 1998) (Figura 2). La práctica de anillado se hizo de 1 cm de ancho y ésta se realizó cuando los árboles presentaron 50% de floración; se anilló una rama de cada árbol y en cada año de evaluación se eligió una rama diferente.



**Figura 1.** Representación esquemática de las evaluaciones realizadas, aplicación de tratamientos, flujos vegetativos y floraciones de aguacate 'Hass'. PF= plena floración; AIF= amarre inicial de fruto; AFF= amarre final de fruto.



**Figura 2. Estado 8 del desarrollo de la inflorescencia (coliflor).**

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con un arreglo factorial, seis repeticiones por tratamiento y un árbol por unidad experimental.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de amarre y contenido de carbohidratos solubles; para la determinación del porcentaje de amarre se realizó mediante las siguientes ecuaciones:

% amarre inicial= número de frutos amarrados en el tiempo 1/número de flores (100)

% amarre final= número de frutos amarrados en el tiempo 2/número de flores (100).

Se consideró como amarre inicial a todos aquellos frutos que presentaron un diámetro aproximado de 0.5 cm, y como amarre final a los frutos que habían alcanzado un diámetro aproximado de 3 a 4 cm (Rubí, 1992). El número de flores y frutos se contabilizó con el uso de un cubo (1 m<sup>3</sup>), el cual se colocó a una altura de 2 m del suelo, considerando el lado norte y sur del árbol. El conteo de flores se realizó en plena floración (cero días después de plena floración, 0 DDPF); el de frutos con diámetro de 0.5 cm a los 50 DDPF (T1) y el de frutos con diámetro de 3 a 4 cm a los 162 DDPF (T2) (Figura 1). En el ciclo de producción 2003-2004 sólo se cuantificó el amarre inicial.

#### **Determinación del contenido de carbohidratos solubles.**

35 días antes de plena floración (DAPF) se obtuvieron las hojas del flujo vegetativo I, y a los 7 DDPF y 50 DDPF las hojas del flujo vegetativo II (Figura 1). Se colectaron 16 hojas por árbol, de los cuatro puntos cardinales. Las

inflorescencias en desarrollo, panículas florales y frutos en desarrollo, de la floración II (invierno), se colectaron en las mismas fechas que las hojas (Figura 1). Esta determinación sólo se realizó en el ciclo de producción 2004-2005. Las muestras se transportaron en nitrógeno líquido y se almacenaron a -20 °C.

La metodología que se utilizó, para la extracción, fue la propuesta por Darnell *et al.* (1994) modificada por Flores (2004). En esta investigación se hizo una modificación después de rescatar el sobrenadante de la extracción con PVPP (Polivinil polipirrolidona). El sobrenadante se llevó a sequedad en el rotavapor (R-114 Büchi, made in Switzerland) a una temperatura de 37 °C, posteriormente se resuspendió con 1 mL de agua destilada y se continuó con la metodología modificada por Flores (2004).

Los contenidos de sacarosa, glucosa y fructosa se cuantificaron con un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC, HP 1100, Hewlett Packard). Las condiciones utilizadas fueron, una precolumna Supelco (Supelguard CA/C611, 59306-U, 5cm x 4.6 mm ID 12659) y una columna de Aminex<sup>®</sup> (HPX-87C, 300 mm x 7.8 mm, 5 µm, BIO-RAD, 417467); con una fase móvil de agua deionizada (18 mohm) y un flujo de 0.6 mL/min. El volumen de inyección fue de 20 µL y un tiempo de análisis de la muestra de 24 min. El detector fue de índice de refracción. La concentración de azúcares solubles se determinó de acuerdo con las curvas patrón que se prepararon (Darnell *et al.*, 1994; Flores, 2004).

Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete “statical analysis system” SAS para Windows V8. La separación de medias de los efectos principales y combinaciones de las interacciones que resultaron significativas se efectuó con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Porcentaje de amarre.** En el ciclo 2003-2004, año de baja producción, se registraron diferencias estadísticas por efecto de la aplicación de N y por la práctica de anillado en el porcentaje de amarre inicial. El amarre de fruto se incrementó 50% y 91.6% con la aplicación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> y la práctica del anillado, respectivamente. No se registraron interacciones entre los factores (Cuadro 1).

En la evaluación realizada en el ciclo 2004-2005, año de alta producción, se obtuvo una respuesta diferente al año de baja producción. Se registró aumento en el amarre inicial de 26.6% y 23.6% con la aplicación de N y AG<sub>3</sub>, respectivamente. En el amarre final, el anillado

incrementó el amarre 41.1%, y se registró diferencia en la interacción N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde la combinación 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado presentó amarre, 3%, mayor y la combinación con menor amarre fue 160 + 25 + sin anillado (0.9 %) (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Comparación de medias del porcentaje de amarre de fruto en aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2003-2004, con la aplicación de N, AG<sub>3</sub> y la práctica del anillado.**

Factor	Niveles	Amarre inicial (%)
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	2.1 a <sup>z</sup>
	0	1.4 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	1.9 a
	0	1.6 a
Anillado	Con anillado	2.3 a
	Sin anillado	1.2 b

<sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ).

**Cuadro 2. Comparación de medias del porcentaje de amarre de fruto en aguacate 'Hass', en ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y práctica del anillado.**

Factor	Niveles	Amarre (%)	
		Inicial	Final
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	9.5 a <sup>z</sup>	2.1 a
	0	7.5 b	2.1 a
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	9.4 a	2.1 a
	0	7.6 b	2.0 a
Anillado	Con anillado	8.9 a	2.4 a
	Sin anillado	8.2 a	1.7 b
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		ns	ns
N x anillado		ns	ns
AG <sub>3</sub> x anillado		ns	ns
N x AG <sub>3</sub> x anillado		ns	s

<sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); s= significativo y ns= no significativo (Tukey,  $p > 0.05$ ).

En el ciclo 2005-2006, año de baja producción, en la respuesta de los tratamientos aplicados se obtuvo una tendencia similar al registrado en el ciclo 2003-2004. Se mejoró el amarre inicial 23.8% y 13.6%, con aplicación de N y anillado, respectivamente; y se encontró diferencia en la interacción N x AG<sub>3</sub> x anillado, donde la combinación 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado resultó ser

estadísticamente superior a las demás combinaciones, 3.2% de amarre. En la evaluación realizada en el amarre final se encontró diferencias en el factor N y anillado, se aumentó el amarre 88.8% y 25%, respectivamente; se encontró diferencia en la interacción N x anillado, donde la combinación 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado fue estadísticamente superior al resto de las combinaciones, con 2.1% de amarre (Cuadro 3).

**Cuadro 3. Comparación de medias del porcentaje de amarre de fruto en aguacate ‘Hass’, en el ciclo de baja producción 2005-2006, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y práctica del anillado.**

Factor	Niveles	Amarre (%)	
		Inicial	Final
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	2.6 a <sup>2</sup>	1.7 a
	0	2.1 b	0.9 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	2.4 a	1.4 a
	0	2.3 a	1.3 a
Anillado	Con anillado	2.5 a	1.5 a
	Sin anillado	2.2 b	1.2 b
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		ns	ns
N x anillado		ns	s
AG <sub>3</sub> x anillado		ns	ns
N x AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns

<sup>2</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); s= significativo y ns= no significativo (Tukey,  $p > 0.05$ ).

Los resultados muestran que en los dos años de evaluación correspondientes a baja producción, se tuvo un comportamiento similar en el amarre inicial de fruto, en donde la aplicación de N y anillado favorecieron la retención de los frutos en desarrollo; el efecto del N se podría atribuir a la acción de la urea sobre el incremento de óvulos viables y número de tubos polínicos que alcanzan exitosamente el óvulo y por lo que se mostró incremento en el amarre, lo cual repercutió en la producción como lo observado por Jaganath y Lovatt (1998) cuando aplicaron urea de bajo biuret a la copa del árbol en el estado 8 de desarrollo de la inflorescencia (159 g de N por árbol). La respuesta obtenida por la práctica de anillado en este análisis presenta una tendencia similar a la reportada por McNeil y Parsons (2003), quienes encontraron que el anillado de 2 cm, en árboles de aguacate ‘Hass’, realizado previo a la floración en el año de baja y alta producción incrementó el número de frutos por árbol, 111 frutos más por árbol en cada año de evaluación con respecto al testigo.

El presente estudio podría estar relacionado con un mayor amarre de fruto y capacidad de retención de fruta, así como lo observado por Lavah *et al.* (1971) al realizar el anillado antes de la floración. A la práctica de anillado también se le ha atribuido el efecto de incrementar la velocidad de crecimiento del tubo polínico y penetración en el óvulo (Tomer, 1977), lo cual podría tener mayor influencia al realizarse esta práctica en plena floración. En mandarino ‘Mónica’ con la incisión anular al tronco y ramas, ocho días después de plena floración, se ha encontrado un incremento en el rendimiento de más de 200% en el año

de baja producción (De la Cruz, 2003). En la floración 2005-2006, la respuesta en el amarre inicial de la combinación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado probablemente se debió al efecto aditivo de la práctica de anillado, ya que esta se realizó en plena floración, mientras que la aplicación de N y AG<sub>3</sub> se hizo en el estado ocho del desarrollo de la inflorescencia, 34 días antes de plena floración (DAPF). Por otra parte, Costas (1989) obtuvo una respuesta diferente ya que no observó diferencias estadísticas entre tratamientos, al realizar el anillado antes, durante y después de plena floración con respecto al testigo, en aguacate ‘Fuerte’.

El efecto de la aplicación de N y anillado también se reflejó en el amarre final, en el ciclo 2005-2006. Mientras que el AG<sub>3</sub> no mostró diferencias significativas a pesar de que se observó un rápido desarrollo del brote vegetativo, efecto similar registró Salazar-García y Lovatt (2000), en el año de baja producción, quienes observaron aumento en la producción por árbol, de 18 kg (testigo) a 34 kg de fruta (25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>, aplicado en el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia), aunque no registraron diferencias significativas. En el ciclo 2005-2006, la respuesta de la combinación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado en el amarre final es posible que este asociado al efecto aditivo del anillado, de igual forma que en la combinación de los tres factores registrada en el amarre inicial.

En el año de alta producción, ciclo 2004-2005, el efecto del N se reflejó en el amarre inicial, y el anillado en el amarre final. El anillado probablemente tuvo mayor efecto en la capacidad de retención de fruta después del

amarre inicial de fruto; mientras que el AG<sub>3</sub> promovió mayor amarre inicial de fruto (50 DDPF), efecto que se atribuye al desarrollo temprano del brote vegetativo de las inflorescencias indeterminadas, las cuales tuvieron mayor capacidad para exportar fotosintatos y así mejorar la retención de fruta, como lo observado por Niculcar (1999) al aplicar 50 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> en aguacate 'Hass' con 25% de floración.

Con relación al amarre final, la respuesta del tratamiento AG<sub>3</sub> fue similar al registrado por Salazar-García y Lovatt (2000), en el año de alta producción, quienes no encontraron diferencia significativa en la evaluación de amarre realizada a los 161 días después de aplicación de tratamientos, obtuvieron como resultado 1.69 (testigo) y 1.03 (25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub>) frutos por metro de rama y una producción por árbol de 80 kg para el testigo y 89 kg para el tratamiento de AG<sub>3</sub>. En el presente trabajo, la combinación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado mejoró el amarre final de fruto, respuesta que se atribuye al efecto aditivo del anillado, como en el observado en el amarre inicial de la floración 2005-2006.

**Contenido de carbohidratos solubles**

**Glucosa.** El valor inicial promedio, de las hojas correspondientes al flujo vegetativo I, 35 DAPF, fue 13.7 mg g<sup>-1</sup>PF, ligeramente superior a los valores obtenidos

en las hojas del flujo vegetativo II (7 DDPF), en donde se registró una reducción por la aplicación de AG<sub>3</sub> y anillado (Cuadro 4); también hubo interacciones significativas en N x AG<sub>3</sub>, N x anillado, AG<sub>3</sub> x anillado y N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron, 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (12.3 mg g<sup>-1</sup>PF); 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + sin anillado (12.4 mg g<sup>-1</sup>PF); 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + sin anillado (12.6 mg g<sup>-1</sup>PF); 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + sin anillado (14.0 mg g<sup>-1</sup>PF); 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + sin anillado (15.4 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + sin anillado (12.7 mg g<sup>-1</sup>PF). En las hojas colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDPF, la aplicación de N mostró aumento en la acumulación de glucosa, mientras que la aplicación de AG<sub>3</sub> aparentemente tuvo un efecto negativo; se registraron interacciones significativas en N x AG<sub>3</sub>, N x anillado, AG<sub>3</sub> x anillado y N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron, 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (16.1 mg g<sup>-1</sup>PF); 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (16.8 mg g<sup>-1</sup>PF); 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (14.8 mg g<sup>-1</sup>PF), 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (15.3 mg g<sup>-1</sup>PF), 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + sin anillado (14.3 mg g<sup>-1</sup>PF); 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (15.9 mg g<sup>-1</sup>PF) y 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (17.3 mg g<sup>-1</sup>PF).

**Cuadro 4. Comparación de medias para la acumulación de glucosa, en hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II, en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Glucosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>y</sup> )	
		7 DDPF <sup>y</sup>	50 DDPF
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	11.2 a <sup>z</sup>	15.5 a
	0	11.0 a	10.9 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	10.4 b	11.6 b
	0	11.8 a	14.8 a
Anillado	Con anillado	9.7 b	15.0 a
	Sin anillado	12.5 a	11.3 a
<b>Interacciones</b>			
N x AG <sub>3</sub>		s	s
N x anillado		s	s
AG <sub>3</sub> x anillados		s	s
N x AG <sub>3</sub> x anillado		s	s

<sup>y</sup>DDPF= días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s= significativo y ns= no significativo (Tukey, p>0.05).

La determinación de acumulación de glucosa de las inflorescencias en el estado ocho de desarrollo, 35 DAPF, mostraron un valor promedio de 3.8 mg g<sup>-1</sup>PF, este valor se incrementó en las panículas florales colectadas a los 7 DDPF, en donde la aplicación de N redujo la acumulación de glucosa (Cuadro 5). De acuerdo con los resultados de las evaluaciones realizadas en las panículas florales, se registraron interacciones significativas en N x AG<sub>3</sub>, N x anillado, AG<sub>3</sub> x anillado y N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron, 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (18.8 mg g<sup>-1</sup>PF); 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (18.6 mg g<sup>-1</sup>PF); 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (19.6 mg g<sup>-1</sup>PF); 160 g de

N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (19.7 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (19.4 mg g<sup>-1</sup>PF). En las panículas con frutos en desarrollo, colectadas a los 50 DDPF, se encontró menor contenido de glucosa; sin embargo, se registraron diferencias entre los factores evaluados. Se obtuvieron incrementos en la acumulación de glucosa en 27.6%, 20.2% y 30.5%, con la aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado, respectivamente; también se encontraron interacciones significativas en N x anillado y AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron: 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (15.0 mg g<sup>-1</sup>PF) y 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (14.3 mg g<sup>-1</sup>PF).

**Cuadro 5. Comparación de medias para la acumulación de glucosa en panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', de la floración de invierno, del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Glucosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>x</sup> )	
		Panículas florales (7 DDPF <sup>y</sup> )	Panículas con frutos en desarrollo (50 DDPF)
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	16.1 b <sup>z</sup>	12.4 a
	0	17.5 a	9.4 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	18.4 a	11.9 a
	0	15.3 a	9.9 b
Anillado	Con anillado	17.1 a	12.4 a
	Sin anillado	16.5 a	9.5 b
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		s	ns
N x anillado		s	s
AG <sub>3</sub> x anillado		s	s
N x AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns

<sup>x</sup>PF= peso fresco; <sup>y</sup>DDPF= días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); s= significativo y ns= no significativo (Tukey,  $p > 0.05$ ).

La aplicación de N promovió la acumulación de glucosa en las hojas del flujo vegetativo II, 50 DDPF, en el período de amarre de fruto, y en las panículas con frutos en desarrollo, colectadas en la misma fecha; esta respuesta se reflejó en el incremento del amarre inicial de fruto. Mientras que el AG<sub>3</sub> redujo la concentración de glucosa en las hojas, y en las panículas florales incremento la concentración; sin embargo, esta respuesta no se atribuye al AG<sub>3</sub>, porque ésta actúa en los primeros días después de su aplicación y el efecto no persiste (De la Cruz, 2003). Además, el modo de acción del AG<sub>3</sub> en el amarre y crecimiento de fruto es el de incrementar la fuerza de demanda en los órganos que se aplica, porque promueve la división celular e incrementa el área transversal del pedúnculo de los frutos y en la literatura no se ha reportado que aumente

la concentración de azúcares (Guardiola *et al.*, 1993). La práctica de anillado redujo la acumulación de glucosa en hojas y panículas florales, a los siete DDPF, probablemente porque la acumulación de éste aún no se realizaba debido a que sólo habían transcurrido siete días del anillado; mientras que a los 50 DDPF, en el período de amarre de fruto, las panículas con frutos en desarrollo registraron aumento en la concentración de glucosa y en las hojas no se registraron diferencias. Con respecto a las combinaciones de los niveles de los factores, se observó que el anillado promovió un efecto aditivo en la acumulación de glucosa en las panículas florales y panículas con frutos, mientras que se tiene un efecto contrario en las hojas, colectadas siete DDPF, lo cual probablemente es atribuido al tiempo transcurrido del anillado a la evaluación.



**Fructosa.** La evaluación realizada en las hojas, sobre acumulación de fructosa, muestra que en el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia, 35 DAPF, el valor promedio fue de 10.3 mg g<sup>-1</sup>PF, este valor se redujo ligeramente en las hojas colectadas en la etapa de floración, siete DDPF, y posteriormente tuvo un incremento en las colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDPF, (Cuadro 6). A los siete DDPF las hojas redujeron su acumulación de fructosa con la aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado; además se registraron interacciones significativas en N x anillado y N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones que mostraron mayor valor fueron 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + sin anillado (9.7 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de

AG<sub>3</sub> + sin anillado (10.2 mg g<sup>-1</sup>PF). Las hojas colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDPF, mostraron incrementos de 10.8%, 13.1% y 17.9% en la acumulación de fructosa con la aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado, respectivamente; hubo interacciones significativas en N x anillado y AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación fueron 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (9.9 mg g<sup>-1</sup>PF), 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + sin anillado (10.6 mg g<sup>-1</sup>PF), 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (11.1 mg g<sup>-1</sup>PF); 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (10.7 mg g<sup>-1</sup>PF), 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + sin anillado (9.8 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (10.3 mg g<sup>-1</sup>PF).

**Cuadro 6. Comparación de medias para la acumulación de fructosa, en hojas del flujo vegetativo II de aguacate 'Hass', del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Fructosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>x</sup> )	
		7 DDPF <sup>y</sup>	50 DDPF
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	7.6 b <sup>z</sup>	10.2 a
	0	8.6 a	9.2 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	7.6 b	10.3 a
	0	8.6 a	9.1 b
Anillado	Con anillado	7.7 b	10.5 a
	Sin anillado	8.6 a	8.9 b
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		ns	ns
N x anillado		s	s
AG <sub>3</sub> x anillado		ns	s
N x AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns

<sup>x</sup>PF= peso fresco; <sup>y</sup>DDPF= días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); s= significativo y ns= no significativo (Tukey,  $p > 0.05$ ).

El valor promedio de fructosa, en las inflorescencias en desarrollo, a los 35 DAPF, fue de 6.1 mg g<sup>-1</sup>PF. Este valor se incremento en la segunda fecha de evaluación, a los 7 DDPF, y en la tercera evaluación, 50 DDPF, los valores se redujeron ligeramente (Cuadro 7). En las panículas florales la aplicación de N redujo la acumulación de fructosa, mientras que con la aplicación de AG<sub>3</sub> y anillado se aumento la acumulación en 15.1% y 10.4%, respectivamente. Se registraron interacciones significativas en N x anillado y AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación valor fueron 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (14.7 mg g<sup>-1</sup>PF) y 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (14.3 mg g<sup>-1</sup>PF). En las panículas con frutos en desarrollo se obtuvo aumento de 23.7% en la acumulación de fructosa con la aplicación de N; hubo interacción significativa en N x AG<sub>3</sub> x anillado, en donde

la combinación con mayor acumulación de fructosa fue 160 g de N. árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (11.6 mg g<sup>-1</sup>PF).

De acuerdo con los resultados descritos para la acumulación de fructosa en las hojas, se observó que la aplicación de N y anillado redujeron la acumulación de este azúcar en el período de floración, siete DDPF; sin embargo, ambos factores reflejaron una respuesta favorable en el periodo de amarre de fruto. Para el caso de anillado, se ha encontrado que después de un mes de haber realizado la práctica de incisión al tronco o ramas se incrementó la concentración de azúcares reductores en mandarina 'Mónica' (De la Cruz, 2003) y, en aguacate, Tomer (1977) reportó aumento en

la concentración de carbohidratos después de realizado el anillado, respuesta similar se observó en la acumulación de glucosa y fructosa en las hojas evaluadas a los 50 DDPF en el presente trabajo. Las combinaciones significativas registradas, en las hojas colectadas a los siete DDPF, sugieren que el anillado redujo la acumulación de fructosa; sin embargo, en las hojas evaluadas a los

50 DDPF muestran que se tuvo un efecto aditivo por la práctica de anillado.

En las panículas florales, la respuesta del N fue similar a la registrada en las hojas; mientras que el anillado favoreció la acumulación de fructosa en las panículas florales. De acuerdo con las combinaciones de tratamientos, el anillado presentó un efecto aditivo.

**Cuadro 7. Comparación de medias para la acumulación de fructosa en inflorescencias y frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', de floración de invierno, del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Fructosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>x</sup> )	
		Panículas florales (7 DDPF <sup>y</sup> )	Panículas con frutos en desarrollo (50 DDPF)
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	11.5 b <sup>z</sup>	9.9 a
	0	12.7 a	8.0 b
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	12.9 a	9.1 a
	0	11.2 b	8.9 a
Anillado	Con anillado	12.7 a	9.1 a
	Sin anillado	11.5 b	8.8 a
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		ns	ns
N x anillado		s	ns
AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns
N x AG <sub>3</sub> x anillado		ns	s

<sup>x</sup>PF=peso fresco; <sup>y</sup>DDPF=días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey,  $p \leq 0.05$ ); s=significativo y ns=no significativo (Tukey,  $p > 0.05$ ).

**Sacarosa.** Las hojas colectadas del flujo vegetativo I, 35 DAPF, mostraron un valor promedio de 2.4 mg g<sup>-1</sup>PF de sacarosa, valor que se incrementó a los siete DDPF y se redujo ligeramente a los 50 DDPF (Cuadro 8). En las hojas colectadas en el período de floración, siete DDPF, se incrementó la acumulación de sacarosa en 61.0% y 62.0% con la aplicación de AG<sub>3</sub> y anillado, respectivamente; además se registraron interacciones significativas en N x AG<sub>3</sub>, N x anillado y AG<sub>3</sub> x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (10.9 mg g<sup>-1</sup>PF); 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + con anillado (9.9 mg g<sup>-1</sup>PF) y 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (10.5 mg g<sup>-1</sup>PF). Mientras que en las hojas colectadas en el período de amarre inicial de fruto, 50 DDPF, se redujo la acumulación de sacarosa con la aplicación de N y AG<sub>3</sub>, y se registró un aumento de 34.3% con el anillado; hubo interacciones significativas en

N x AG<sub>3</sub>, AG<sub>3</sub> x Anillado y N x AG<sub>3</sub> x Anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron 160 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (4.6 mg g<sup>-1</sup>PF), 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (4.7 mg g<sup>-1</sup>PF), 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (5.5 mg g<sup>-1</sup>PF); 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (7.1 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 0 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (8.5 mg g<sup>-1</sup>PF).

En las inflorescencias colectadas en el estado ocho de desarrollo, 35 DAPF, se registro un valor promedio de 0.5 mg g<sup>-1</sup>PF de sacarosa que se incrementó en las evaluaciones posteriores (Cuadro 9). En las panículas florales, a los 7 DDPF, se aumentó la acumulación de sacarosa 54.5% y 15.3% con la aplicación de AG<sub>3</sub> y anillado, respectivamente; también se registraron interacciones significativas en N x AG<sub>3</sub>, AG<sub>3</sub> x anillado y N x AG<sub>3</sub> x anillado, en

donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron 0 g de N árbol<sup>-1</sup> + 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> (3.8 mg g<sup>-1</sup>PF); 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> + con anillado (4.0 mg g<sup>-1</sup>PF) y 0 g de N árbol<sup>-1</sup> +25 mg L<sup>-1</sup> de

AG<sub>3</sub> + con anillado (4.6 mg g<sup>-1</sup>PF). Mientras que en las panículas con frutos en desarrollo no se registraron diferencias entre los factores evaluados y no hubo interacciones.

**Cuadro 8. Comparación de medias para la acumulación de sacarosa, en hojas del flujo vegetativo II de aguacate 'Hass', del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Sacarosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>x</sup> )	
		7 DDPF <sup>y</sup>	50 DDPF
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	7.5 a <sup>z</sup>	2.5 b
	0	7.6 a	5.1 a
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	9.2 a	2.5 b
	0	5.9 b	5.0 a
Anillado	Con anillado	9.4 a	4.3 a
	Sin anillado	5.8 b	3.2 b
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		s	s
N x anillado		s	ns
AG <sub>3</sub> x anillado		s	s
N x AG <sub>3</sub> x anillado		ns	s

<sup>x</sup>PF= peso fresco; <sup>y</sup>DDPF= días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey, *p*≤0.05); s= significativo y ns= no significativo (Tukey, *p*>0.05).

**Cuadro 9. Comparación de medias para la acumulación de sacarosa en inflorescencias y frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', de la floración de invierno, del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicación de N, AG<sub>3</sub> y anillado.**

Factor	Niveles	Sacarosa (mg g <sup>-1</sup> PF <sup>x</sup> )	
		Panículas florales (7 DDPF <sup>y</sup> )	Panículas con frutos en desarrollo (50 DDPF)
N (g árbol <sup>-1</sup> )	160	2.7 a <sup>z</sup>	3.4 a
	0	2.9 a	4.1 a
AG <sub>3</sub> (mg L <sup>-1</sup> )	25	3.4 a	5.4 a
	0	2.2 b	2.1 a
Anillado	Con anillado	3.0 a	3.9 a
	Sin anillado	2.6 b	3.6 a
Interacciones			
N x AG <sub>3</sub>		s	ns
N x anillado		ns	ns
AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns
N x AG <sub>3</sub> x anillado		s	ns

<sup>x</sup>PF= peso fresco; <sup>y</sup>DDPF= días después de plena floración; <sup>z</sup>Medias con diferente letra en una columna son diferentes (Tukey, *p*≤0.05); s= significativo y ns= no significativo (Tukey, *p*>0.05).

La aplicación de N redujo la acumulación de sacarosa en las hojas evaluadas durante el período de amarre inicial de fruto y la práctica de anillado aumentó la concentración en las hojas evaluadas en la floración y amarre inicial

de fruto. Como se ha indicado, el anillado promueve la acumulación de carbohidratos (Tomer, 1977). El comportamiento de la acumulación de sacarosa, azúcar no reductor, en las hojas es diferente a la tendencia registrada en

'Colín-V-33', en donde los valores oscilaron entre 70 a 80 mg g<sup>-1</sup>PF de azúcares no reductores, con mayor contenido durante el desarrollo de la inflorescencia, posteriormente se redujo en el período de floración y se incrementó ligeramente durante el amarre de fruto (Castillo, 1996); mientras que en aguacate 'Hass', Delgado (1997) encontró una concentración de 55.5 mg g<sup>-1</sup>PF de azúcares no reductores en las hojas evaluadas durante el período de amarre de fruto; y observamos que los valores oscilaron entre 2 a 9 mg g<sup>-1</sup>PF, lo cual sugiere que este azúcar podría estar limitando la retención de fruta. En las panículas florales sólo se tuvo efecto por la práctica de anillado, aunque también se registró un efecto de AG<sub>3</sub>; sin embargo, como se indicó con anterioridad, en la literatura no se tiene reportado la acción del AG<sub>3</sub> en la acumulación de azúcares. Las combinaciones de tratamientos muestran que la práctica de anillado registró un efecto aditivo en la acumulación de sacarosa en hojas y panículas florales.

## CONCLUSIONES

En ambos años de alta y baja producción, la combinación de 160 g de N árbol<sup>-1</sup> con y sin 25 mg L<sup>-1</sup> de AG<sub>3</sub> aumentaron el amarre inicial y final de fruto de aguacate 'Hass' y la combinación de éstos con anillado mostraron un efecto aditivo positivo.

A los 50 días después de plena floración, la aplicación de N promovió la acumulación de glucosa y fructosa en hojas y en panículas con frutos en desarrollo y el anillado aumentó la acumulación de fructosa en las hojas y panículas florales. Así mismo, la acumulación de sacarosa en hojas se redujo con la aplicación de N y se incrementó con la práctica de anillado. En panículas florales, se incrementó la acumulación de sacarosa con el anillado. Existió un efecto aditivo del anillado en la combinación de tratamientos, lo que determinó la acumulación de glucosa, y sacarosa y fructosa en panículas y hojas, respectivamente.

## LITERATURA CITADA

- Bergh, B.O. 1967. Reasons for low yields of avocados. Cal. Avocado Soc. YB. 51:161-172.
- Bergh, B.O. 1977. Factors affecting avocado fruitfulness. In: Sauls, J. W.; Philips, R. L.; Jackson, L. K. (Eds). First Intl. Trop. Fruit Course Proc.: The avocado. University of Florida, Gainesville, pp. 83-88.
- Blumenfield, A.; Gazit, S. and Argaman, E. 1983. Factors involved in avocado productivity. Volcani Center, Israel, Spec. Publ. No. 222:84-85.
- Bower, J. P.; Lovatt, J. C.; Cutting, J. G. M., and Blanke, M. M. 1990. Interaction of plant growth regulator and carbohydrate in flowering and fruit set. Acta Hort. 275: 425-434.
- Castillo, G. A. M. 1996. Fluctuación anual de carbohidratos y nutrimentos en relación al amarre de fruto de aguacate (*Persea americana* Mill.) cv Colín-V33. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Darnell, L. R.; Cano-Medrano, R.; Koch, E. K., and Avery, L. M. 1994. Differences in sucrose metabolism relative to accumulation of bird-deterrent sucrose levels in fruits of wild and domestic *Vaccinium* species. Physiol. Plantarum. 92:336-342.
- Davie, S. J.; Van Der Walt, M. and Stassen, P. J. C. 1995a. A study of avocado tree carbohydrate cycles to determine ways of modifying alternate bearing. World Avocado Congress III. Program Book of Abstracts. Tel Aviv, Israel.
- Davie, S. J.; Stassen, P. J. C.; Van Der Walt, M. and Snijder, B. 1995b. Girdling avocado trees for improved production. S. Afr. Avocado Grow. Assoc. YB. 18:51-53.
- Davie, S. J.; Stassen, P. J. C. and Van Der Walt, M. 1995c. Girdling for increased 'Hass' fruit size and its effect on carbohydrate production and storage. Proceedings of the World Avocado Congress III. pp. 25-28.
- De la Cruz, D. L. C. E. 2003. Aplicación de ácido giberélico e incisión anular para incrementar el amarre en mandarina 'Mónica' (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Delgado, C. G. 1997. Contenido de carbohidratos en hojas e inflorescencias de tres cultivares de aguacate (*Persea Americana* Mill.). Tesis de Licenciatura. Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México.
- Goldschmidt, E. E. and Golomb, A. 1982. The carbohydrate balance of alternative-bearing citrus trees and the significance of reserves for flowering and fruiting. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107:06-208.
- Guardiola, J. L.; Barrés, M. T. C.; Albert, C. and García-Luis, A. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in citrus unshiu. Ann. Bot. 71:169-176.

- Flores, P. I. R. 2004. Intensidad de raleo y fotosíntesis en durazno (*Prunus persica* L. Batsch.) 'ORO B' y CP 91-16C. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Jaganath, I. and Lovatt, C. J. 1996. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocados in California. Avocado Res. Symp. p. 51-53.
- Jaganath, I. and Lovatt, C. J. 1998. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocado. Acta Hort. 1:181-184.
- Köhne, E. 1992. Increased yield through girdling of young Hass trees prior to thinning. S. Afr. Avocado Grow. Assoc. YB. 15:68.
- Lavah, E.; Geffen B., and Zamet, B. 1971-1972. The effect of girdling on fruit quality, phenology and mineral analysis of the avocado tree. Cal. Avo. Soc. YB. 55:162-168.
- Malo, S. E. 1971. Girdling increases avocado yield in South Florida. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 15:19-25.
- Niculcar, C. R. C. 1999. Efecto de la aplicación de un producto bioestimulante [Frutaliv] a base de aminoácidos, ácido giberélico y una solución de macro y microelementos sobre la cuaja y retención de frutos de palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la zona de Quillota. Quillota. Taller de licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía.
- McNeil, R. and Parsons, G. 2003. Girdling of 'Hass' avocado trees to increase fruit yield and income in "off" years in California Coastal Valley. Proceedings of the V World Avocado Congress. pp. 263-265.
- Rubí, A. M. 1992. Efecto del anillado en ramas sobre contenido de carbohidratos, concentración de N, P, K, crecimiento vegetativo y reproductivo del aguacate Colin V-33. Tesis de Maestría. Programa de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Salazar-García, S. and Lovatt, C. J. 1998. GA3 application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123:791-797.
- Salazar-García, S. 2000. Fisiología reproductiva del aguacate. p 57-83. In: Téliz, O. D. (Ed.) El aguacate y su manejo integrado. Mundi Prensa, México, D. F.
- Salazar-García S. and Lovatt, C. J. 2000. Use of GA3 to manipulate flowering and yield of 'Hass' avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125:25-30.
- Tomer, E. 1977. The effect of girdling on flowering, fruit setting and abscission in avocado trees. Unpublished Ph. D. Thesis. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- Trochoulis, T. and O'Neill, G. H. 1976. Girdling of 'Fuerte' avocado in subtropical Australia. Scientia Hort. 5:239-242.
- Wolstenholme, B. N. and Whiley, A. W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. S. Afr. Avocado Grow. Assn. YB. 12:33-37.