



COLEGIO DE POSTGRADUADOS

INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO

POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

FRUTICULTURA

NITRÓGENO REDUCIDO, AG_3 Y CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN EL AMARRE DE FRUTOS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) 'HASS'

MARÍA DE LA CRUZ ESPÍNDOLA BARQUERA

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

DOCTORA EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2007

La presente tesis titulada: **NITRÓGENO REDUCIDO, AG₃ Y CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN EL AMARRE DE FRUTOS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) 'HASS'**, realizada por la alumna **MARÍA DE LA CRUZ ESPÍNDOLA BARQUERA**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTORA EN CIENCIAS
RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
FRUTICULTURA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:

DRA. RAQUEL CANO MEDRANO

ASESOR:

DR. JORGE RODRÍGUEZ ALCÁZAR

ASESOR:

DR. R. MARCOS SOTO HERNÁNDEZ

ASESOR:

DR. ALFREDO LÓPEZ JIMÉNEZ

ASESOR:

DR. PROMETEO SÁNCHEZ GARCÍA

Montecillo, Texcoco, México, septiembre de 2007

NITRÓGENO REDUCIDO, AG₃ Y CARBOHIDRATOS SOLUBLES EN EL AMARRE DE FRUTOS DE AGUACATE (*Persea americana* Mill.) 'HASS'

María de la Cruz Espíndola Barquera, Dra.

Colegio de Postgraduados, 2007

La investigación aquí reportada examina la relación entre el amarre de fruto de aguacate 'Hass' y las aplicaciones de N, AG₃ y anillado, así como los cambios en el nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, carbohidratos solubles, AG₃, anomalías florales y calidad de fruto. La investigación se realizó en la floración II durante el ciclo de baja (2003-2004 y 2005-2006) y alta producción (2004-2005). La aplicación de N realizada durante el crecimiento vegetativo I incrementó el amarre inicial de fruto, entre 168% y 207%, sólo en el primer año de evaluación (2003-2004). No hubo efecto en la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anomalías florales y calidad de fruto.

Los tratamientos aplicados en el estado ocho del desarrollo de la inflorescencia y floración II (N, AG₃ y anillado) registraron que en el año de baja producción hubo incremento, entre 13.6% y 91.6%, en el amarre inicial con N, anillado y N + AG₃ + anillado; y en el amarre final, entre 25% y 133.3%, con N, anillado y N + anillado. La acumulación de nitrógeno reducido aumentó con anillado y N. Los tratamientos no afectaron las variables fotosintéticas y los valores de lecturas SPAD aumentaron 16% con N. En el año de alta producción aumentó el amarre inicial en 26.6% y 23.6% con N y AG₃, respectivamente, y el amarre final en 41.1% y 100% con anillado y N + AG₃ + anillado, respectivamente. Los tratamientos no modificaron la acumulación de nitrógeno reducido. N y anillado promovieron la acumulación de carbohidratos solubles en hojas y en panículas con frutos en desarrollo. La combinación de AG₃ + anillado aumentó la acumulación de AG₃. Los tratamientos evaluados no redujeron la proporción de anomalías florales y no afectaron la calidad de fruto. No hubo correlación en la acumulación de nitrógeno y anomalías florales con el amarre de fruto.

Palabras clave: amarre inicial, amarre final, fotosíntesis, anomalías florales, calidad de fruto.

REDUCED NITROGEN, GA₃ AND SOLUBLE CARBOHYDRATES IN THE FRUIT SET
OF AVOCADO (*Persea americana* Mill.) 'HASS'

María de la Cruz Espíndola Barquera, Dra.

Colegio de Postgraduados, 2007

The purpose of this research was to investigate the relationship between fruit set in 'Hass' avocado trees (*Persea americana* Mill.) and applications of N, GA₃, as well as changes in reduced nitrogen, photosynthetic variables, soluble carbohydrates, AG₃, abnormalities floral, and quality fruit. This research was realized in the flowering II during "Off" (2003-2004 y 2005-2006) and "On" crop year (2004-2005). Application of N realized during the growth vegetative I increased initial fruit set, between 168% and 207%, only in the first year of evaluation (2003-2004). There was effect in the accumulation of reduced nitrogen and photosynthetic variables, abnormalities floral and quality fruit.

Treatments were realized in stage eight of inflorescence development and flowering II (N, GA₃, and girdling) showed that "Off" crop year there was increased, between 13.6% and 91.6%, initial fruit set with N, girdling, and N+ GA₃ + girdling; and final fruit set, between 25% and 133.3%, with N, anillado, and N + anillado. It was increased accumulation of reduced nitrogen with girdling, N. Treatments were not affected photosynthetic variables, and N was increased 16% the values of SPAD lectures. In the "On" crop year was increased initial fruit set in 26.6% and 23.6% with N and GA₃, respectively, and the final fruit set in 41.1% and 100% with girdling and N + GA₃ + girdling, respectively. Treatments were not affected accumulation of reduced nitrogen. N and girdling promoted the accumulation of soluble carbohydrates in leaves and panicles with development fruits. GA₃ + girdling increased the accumulation of GA₃ in panicles with flowers. Treatments evaluated were not reduced proportion of floral abnormalities and not affected fruit quality. There were no correlations in the accumulation of reduced nitrogen y abnormalities floral with fruit set.

Key words: fruit set initial, fruit set final, soluble carbohydrates, floral abnormalities, and fruit quality.

A Dios por haberme dado la fortaleza para levantarme en cada tropiezo, por iluminar mi sendero y por ser siempre el consuelo de quienes acudimos a él.

A mis padres: Inés Barquera Salinas y Luis Espíndola Hernández

A mis hermanos y sus respectivas familias: Sonia, Celina y Avelino

A mis amigos: Patty, Rosa, Irma, Eduardo Hernández, Eduardo Campos, Rubén Salinas...

AGRADECIMIENTOS

Al consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Colegio de Postgraduados, por la oportunidad que me brindaron para realizar mis estudios.

A los integrantes de mi consejo particular: Dra. Raquel Cano Medrano, Dr. Jorge Rodríguez Alcázar, Dr. R. Marcos Soto Hernández, Dr. Alfredo López Jiménez y Dr. Prometeo Sánchez García, por sus aportaciones al presente.

A los profesores del Colegio de Postgraduados quienes contribuyeron en mi formación profesional.

A las secretarias de Fruticultura: Rocío, Elsa y Olga.

Por su disponibilidad y apoyo para la realización del presente a:

Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C.

Ing. Pedro Mijares Oviedo

Ing. Moisés Lara Choncoa

Dr. Eduardo Campos Rojas

Ing. Abdiel Aguirre Aguirre

Dra. Patricia Zamora Morales

A todos los investigadores de la Fundación S.S.C CICTAMEX, S.C., en especial a la Sra. Berenice Rogel e Ing. Aguilar.

Dr. Victor González, Dr. Marcos Soto Hernández, Dra. Ana Bertha Cruz, M.C. Ma. Teresa Rodríguez González, Sr. Arturo Veloz y Sr. Gabriel por su apoyo en la fase de laboratorio.

CONTENIDO

	Página
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
CAPITULO I. FERTILIZACION FOLIAR NITROGENADA DURANTE EL PERÍODO DE DESARROLLO DE LA YEMA FLORAL DE AGUACATE ‘HASS’	3
1.1. Introducción.....	5
1.2. Materiales y Métodos.....	7
1.3. Resultados y Discusión.....	15
1.4. Conclusiones.....	25
1.5. Literatura Citada.....	47
1.6. Anexo A.....	51
CAPITULO II. AG₃, N Y ANILLADO DURANTE EL DESARROLLO DE LA INFLORESCENCIA EN AGUACATE	55
‘HASS’	57
1.1. Introducción.....	59
1.2. Materiales y Métodos.....	66
1.3. Resultados y Discusión.....	87
1.4. Conclusiones.....	106
1.5. Literatura Citada.....	111
1.6. Anexo A.....	126
CONCLUSIONES GENERALES.....	127
LITERATURA CITADA.....	

LISTA DE CUADROS

	Página
Cuadro 1.1. Tratamientos aplicados en aguacate 'Hass', en los ciclos de producción 2003-2004 (baja producción), 2004-2005 (alta producción) y 2005-2006 (baja producción).....	7
Cuadro 1.2. Área específica foliar (AEF) de aguacate 'Hass', año de baja producción, del flujo vegetativo I (septiembre 2003 a enero 2004), con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	27
Cuadro 1.3. Área específica foliar (AEF) de aguacate 'Hass', año de baja producción, del flujo vegetativo II (febrero a julio 2004), con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	28
Cuadro 1.4. Porcentaje total de flores anormales de la floración II, en aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003 y 2004).....	28
Cuadro 1.5. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios y nectarios, de la floración II, en aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003 y 2004).....	29
Cuadro 1.6. Porcentaje de flores anormales con relación al número de tépalos, pistilos y estilos curvos, de la floración II, en aguacate (<i>Persea americana</i> Mill.) 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el período de diferenciación de la inflorescencia (agosto y septiembre de 2003 y 2004).....	29
Cuadro 1.7. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios y forma del estilo, de la floración II de aguacate 'Hass', del ciclo de producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2004).....	30
Cuadro 1.8. Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de	

	nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	30
Cuadro 1.9.	Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	31
Cuadro 1.10.	Color del exocarpio, representados por valores de luminosidad, croma y Hue, de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	32
Cuadro 1.11.	Color del exocarpio, representados por valores de luminosidad, croma y Hue, de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003).....	32
Cuadro 1.12.	Porcentaje total de flores anormales de la floración II de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto de 2004 y 2005).....	33
Cuadro 1.13.	Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios, pistilo y forma del estilo de la floración II, del ciclo 2004-2005, de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto de 2004).....	33
Cuadro 1.14.	Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios, estilos, nectarios, tépalos y forma del estilo de la floración II, del ciclo 2005-2006, de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto de 2005).....	34
Cuadro A-1.	Curva de calibración.....	52
Cuadro 2.1.	Tratamientos aplicados en aguacate 'Hass'.....	60
Cuadro 2.2.	Porcentaje de amarre de fruto de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares N y AG ₃ , y anillado.....	90

Cuadro 2.3. Porcentaje de amarre de fruto de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	90
Cuadro 2.4. Porcentaje de amarre de fruto en aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y la práctica del anillado.....	91
Cuadro 2.5. Acumulación de nitrógeno reducido en hojas de aguacate 'Hass' del flujo de crecimiento vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo 2003-2004, año de baja producción, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	91
Cuadro 2.6. Acumulación de nitrógeno reducido en hojas de aguacate 'Hass' del flujo de crecimiento vegetativo I, (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF), del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	92
Cuadro 2.7. Tasa fotosintética de hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	92
Cuadro 2.8. Tasa fotosintética de hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	93
Cuadro 2.9. Conductancia estomática de hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo I, del ciclo de baja 2003-2004, año de baja producción, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	93
Cuadro 2.10. Conductancia estomática en hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	94
Cuadro 2.11. Tasa de transpiración de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	94
Cuadro 2.12. Tasa de transpiración de hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	95
Cuadro 2.13. Área específica foliar en aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I,	

	del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	95
Cuadro 2.14.	Área específica foliar en aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	96
Cuadro 2.15.	Lecturas SPAD en hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	96
Cuadro 2.16.	Lecturas SPAD en hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	97
Cuadro 2.17.	Porcentaje total de anomalías florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en tres ciclos de producción, con la aplicación foliar de N y AG ₃ , y anillado.....	97
Cuadro 2.18.	Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	98
Cuadro 2.19.	Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	98
Cuadro 2.20.	Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	99
Cuadro 2.21.	Acumulación de glucosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N Y AG ₃ , y anillado.....	99
Cuadro 2.22.	Acumulación de fructosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	100
Cuadro 2.23.	Acumulación de sacarosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	100

Cuadro 2.24. Acumulación de ácido giberélico en panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	101
Cuadro 2.25. Peso y pérdida de peso de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.	101
Cuadro 2.26. Cambios en la firmeza de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	102
Cuadro 2.27. Color del exocarpio, representado por valores de luminosidad, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ y anillado.....	102
Cuadro 2.28. Color del exocarpio, representado por los valores Cromo, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.	103
Cuadro 2.29. Color del exocarpio, representado por valores Hue, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con la aplicación de N y AG ₃ , y anillado.....	103
Cuadro 2.30. Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	104
Cuadro 2.31. Cambios en la firmeza de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	104
Cuadro 2.32. Color del exocarpio, representado por valores luminosidad, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	105

Cuadro 2.33. Color del exocarpio, representado por valores Cromo, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.	105
Cuadro 2.34. Color del exocarpio, representado por valores Hue, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG ₃ , y anillado.....	106
Cuadro A.1. Curva de calibración.....	112
Cuadro A.2. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 0 DDC, en la interacción de los factores: N y AG ₃	121
Cuadro A.3. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 6 DDC, en la interacción de los factores: N y AG ₃	122
Cuadro A.4. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y AG ₃	122
Cuadro A.5. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y anillado.....	123
Cuadro A.6. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 6 DCC, en la interacción de los factores: AG ₃ y anillado.....	123
Cuadro A.7. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y anillado.....	124
Cuadro A.8. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración	

	II del ciclo 2003-2004, a los 9 DCC, en la interacción de los factores: AG ₃ y anillado.....	124
Cuadro A.9.	Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DCC, en la interacción de los factores: N, AG ₃ y anillado.....	125

LISTA DE FIGURAS

	Página
<p>Figura 1.1. Ciclo de crecimiento de aguacate ‘Hass’, tratamientos y variables evaluadas. TF= Tasa de fotosíntesis, T= Tasa de transpiración, CE= Conductancia estomática, AEF= Área específica foliar, US= Unidades spad, PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.....</p>	9
<p>Figura 1.2. Ciclo de crecimiento de aguacate ‘Hass’, tratamientos y variables evaluadas. PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.....</p>	14
<p>Figura 1.3. Amarre inicial y final de fruto en aguacate ‘Hass’ de la floración II, en los ciclos 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006, año de baja, alta y baja producción, respectivamente, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias ±EE; n=6; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....</p>	35
<p>Figura 1.4. Acumulación de nitrógeno reducido (mg N g⁻¹ m.s.) en hojas de aguacate ‘Hass’ del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDPF) del ciclo 2003-2004, año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias ±EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....</p>	36
<p>Figura 1.5. Acumulación de nitrógeno reducido (mg N g⁻¹ m.s.) en hojas de aguacate ‘Hass’ del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo 2004-2005, año de alta producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2004). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias ±EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....</p>	37

- Figura 1.6. Tasa de fotosíntesis de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N.árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N.árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N.árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N.árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo..... 38
- Figura 1.7. Tasa de fotosíntesis de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=una aplicación de 160 g de N.árbol; 2N=dos aplicaciones de 80 g de N.árbol; 3N= tres aplicaciones de 53.3 g de N.árbol y 4N= cuatro aplicaciones de 40 g de N.árbol. Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo. 39
- Figura 1.8. Conductancia estomática de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo de crecimiento I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N.árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N.árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N.árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N.árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo. 40
- Figura 1.9. Conductancia estomática de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N.árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N.árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N.árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N.árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo. 41
- Figura 1.10. Tasa de transpiración de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N.árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N.árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N.árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N.árbol⁻¹ (4x).

Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....	42
Figura 1.11. Tasa de transpiración de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol ⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol ⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol ⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol ⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.	43
Figura 1.12. Unidades Spad de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol ⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol ⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol ⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol ⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....	44
Figura 1.13. Lecturas Spad de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol ⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol ⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol ⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol ⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....	45
Figura 1.14. Amarre de fruto inicial y final en aguacate 'Hass', de la floración II de los ciclos 2004-2005 y 2005-2006, año de baja y alta producción, respectivamente, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2004). T1=160 g de N árbol ⁻¹ ; T2=240 g de N árbol ⁻¹ ; T3=320 g de N árbol ⁻¹ y Testigo. Los valores son medias \pm EE; n=6; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.....	46
Figura 1.15. Acumulación de nitrógeno reducido (mg N g ⁻¹ m.s.) en hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo 2004-2005, año de alta producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo (agosto de 2004). T1=160 g de N árbol ⁻¹ ; T2=240 g de N árbol ⁻¹ ; T3=320 g de N árbol ⁻¹ y T4=testigo. Los valores son medias \pm EE; n=6; la barra del EE se muestra	

sólo cuando es mayor que el símbolo.....	47
Figura A1.1. Curva de calibración.....	53
Figura 2.1. Ciclo de crecimiento de aguacate 'Hass', tratamientos y variables evaluadas TF= Tasa de fotosíntesis, TT= Tasa de transpiración, CE= Conductancia estomática, AEF= Área específica foliar, US= Unidades spad, PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.....	60
Figura 2.2. Estado ocho del desarrollo de la inflorescencia (coliflor).....	62
Figura A1.1. Curva de calibración.....	112
Figura A2.1. Curva patrón para sacarosa.....	115
Figura A2.2. Curva patrón para glucosa.....	115
Figura A2.3. Curva patrón para fructosa.....	116
Figura A2.4. Curva patrón para manitol.....	116
Figura A2.5. Cromatograma de carbohidratos solubles.....	117
Figura A3.1. Curva de calibración para AG ₃	120
Figura A3.2. Cromatograma del estándar de AG ₃	120
Figura A3.3. Cromatograma del estándar de AG ₃ + el AG ₃ de la muestra...	121

INTRODUCCIÓN GENERAL

Uno de los problemas que presenta la producción de aguacate es el bajo amarre de fruto. Este fenómeno se ha tratado de explicar con base en la competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo por nutrimentos, carbohidratos y reguladores de crecimiento.

Los estudios desarrollados en cuanto a la dinámica nutricional han demostrado que la concentración de N disminuye en el período de diferenciación floral (Saeig, 2006), en la floración, amarre de frutos (Figuroa, 1997), brotación vegetativa, crecimiento vegetativo (Palacios, 1986) y cuando los frutos están en pleno crecimiento (Bárceñas, 2003). Las aplicaciones exógenas de N podrían reducir esta posible competencia en las etapas de crecimiento vegetativo y reproductivo y reflejarse en un mayor amarre de fruto.

Por otra parte, en aguacate se han efectuado estudios para determinar únicamente la dinámica de acumulación de azúcares solubles en hojas, tallos, raíz e inflorescencias sin determinar su relación con el amarre de fruto (Castillo, 1996; Wolstenholme y Whiley, 1997; Liu *et al.*, 1999). Se desconoce aun que causa el amarre de fruto; sin embargo, cuando ocurre polinización y fecundación se ha observado alta concentración de carbohidratos en el ovario en desarrollo, similar a la encontrada cuando se aplican reguladores de crecimiento en forma exógena y anillado. En naranja dulce 'Valencia' han reportado que la aplicación de AG₃ influye en las relaciones fuente-demanda y los frutos han registrado mayor contenido de ¹⁴C (Mauk *et al.*, 1986). La práctica de anillado ha sido también utilizada en frutales como mango, vid (Noel, 1970), olivo (Lavee *et al.*, 1983), cítricos (González, 2000; De la Cruz, 2003) y aguacate (Arteaga, 1982; Rubí, 1992) para favorecer el amarre de fruto. El efecto inmediato del anillado es la acumulación de carbohidratos y giberelinas debido a la obstrucción física del floema.

La mayoría de los trabajos de aguacate han sido realizados en condiciones de una sola floración; sin embargo, en las condiciones de 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 frutos, lo cual podría generar una situación de competencia más fuerte.

En la actualidad, en México, no existe información suficiente que evidencie si el suministro foliar de N, AG₃ y anillado o su aplicación combinada mejoren el amarre de fruto en aguacate. Con base en lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivos: a) evaluar el porcentaje de amarre inicial y final de fruto de la floración II y su relación con la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anormalidades florales y calidad de fruto del ciclo anterior, con la aplicación foliar de N durante el crecimiento vegetativo I; y b) evaluar la aplicación foliar de N y AG₃ y anillado durante el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia y floración II, respectivamente, a fin de investigar si éstos mejoran el amarre inicial y final de fruto, y determinar su relación con la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anormalidades florales, acumulación de carbohidratos y ácido giberélico, y su efecto en la calidad de fruto del ciclo anterior.

Las hipótesis planteadas fueron: a) que debido al traslape de eventos fisiológicos como desarrollo del fruto del ciclo anterior, crecimiento vegetativo I y diferenciación floral II podrían resultar en una alta competencia por N, siendo la diferenciación floral II la de menor fuerza de demanda y que su efecto se reflejaría en el amarre de fruto de la floración II; y b) que el traslape del fruto del ciclo anterior, desarrollo de frutos de la floración I y crecimiento vegetativo II podrían resultar en una alta competencia por N y carbohidratos, siendo el amarre de fruto de la floración II la de menor fuerza en la demanda. Por lo anterior se plantearon dos formas de incrementar nitrógeno, mediante la aplicación foliar de N y anillado; y dos formas de aumentar carbohidratos en los sitios de demanda, con la aplicación foliar de AG₃ y anillado.

CAPITULO I. FERTILIZACIÓN FOLIAR NITROGENADA EN EL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE AGUACATE 'HASS' CON ALTA Y BAJA PRODUCCIÓN Y SU RELACION CON EL AMARRE DE FRUTO

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación foliar de N, durante el crecimiento vegetativo I y diferenciación de las inflorescencias, en el amarre de fruto inicial y final de aguacate (*Persea americana* Mill.) 'Hass' de la floración II y su relación con la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anomalías florales y calidad de fruto. En el experimento I se evaluaron las dosis de: 160, 80, 53 y 40 g árbol⁻¹ de N, en 1, 2, 3 y 4 aplicaciones, respectivamente; las aplicaciones fueron realizadas cada ocho días, de agosto a septiembre durante 2003, 2004 y 2005. Las variables fotosintéticas fueron registradas de septiembre a julio y la acumulación de nitrógeno reducido en noviembre, enero y febrero. En el experimento II se evaluaron las dosis de: 160, 260 y 320 g árbol⁻¹ de N, se realizaron en una sola aplicación en agosto de 2004 y 2005. La acumulación de nitrógeno reducido se evaluó en la misma fecha que el experimento I. En el año de baja producción (2003-2004 y 2005-2006), los tratamientos con N del experimento I aumentaron el amarre inicial, entre 168% y 207 %, y en el segundo año (2005-2006) no hubo efecto en el amarre inicial y final. Los tratamientos del experimento II no incrementaron el amarre inicial y final de fruto y no tuvieron efecto en la acumulación de nitrógeno reducido. Los tratamientos del experimento I no afectaron la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, a excepción de los valores de clorofila (se incrementaron), y calidad de fruto. En el año de alta producción (2004-2005), los tratamientos con N de los dos experimentos no aumentaron el amarre inicial y final de fruto; y no hubo incremento en la acumulación de nitrógeno reducido. La calidad de fruto no se modificó. En ambos experimentos no hubo correlación en la acumulación de nitrógeno reducido y anomalías florales con el amarre de fruto. La presencia de las anomalías florales no se redujo.

Palabras clave: *Persea americana* Mill., nitrógeno reducido, fotosíntesis, anomalías florales, calidad de fruto.

FOLIAR NITROGEN FERTILIZATION IN THE VEGETATIVE GROWTH OF AVOCADO 'HASS' IN THE "OFF" AND "ON" CROP YEAR AND ITS RELATIONSHIP WITH FRUIT SET

Abstract

The aim of this study was to evaluate the foliar application of nitrogen during the vegetative growth I y flower bud differentiation on initial and final fruit set in 'Hass' avocado trees (*Persea americana* Mill.), of the flowering II, and its relationship with accumulation of reduced nitrogen, photosynthesis, floral abnormalities and fruit quality. In the experiment I was evaluated the doses of: 160, 80, 53 y 40 g/tree of N, in 1, 2, 3 and 4 applications, respectively; the applications were realized each eight days in August and September during 2003, 2004 y 2005. Photosynthetic variables were evaluated in September to July, and accumulation of reduced nitrogen in November, January, and February. In the experiment II was evaluated the doses of: 160, 260, and 320 g/tree of N, in a single application in August of 2004 and 2005. Date of evaluation of accumulation of reduced nitrogen was equal to the experiment I. In the "Off" crop year (2003-2004 and 2005-2006), the treatments with N of experiment I increased the initial fruit set, between 168% and 207%, and the second year there was no effect on the initial and final fruit set. Treatments of the experiment II did not increase initial and final fruit set. Treatments of the experiment I were no effect the accumulation of reduced nitrogen, photosynthetic variables, except the values of chlorophyll (it was increased), and quality fruit. In the "On" crop year (2004-2005), the treatments with N evaluated in the two experiments had no increase the initial and final fruit set; and there was no increase in the accumulation of reduced nitrogen. The quality fruit was no modified. Treatments evaluated in two experiments did not have correlation in the accumulation of reduced nitrogen y abnormalities floral with fruit set. Abnormalities floral were no reduced.

Key words: *Persea americana* Mill., reduced nitrogen, photosynthesis, floral abnormalities, fruit quality.

1.1. Introducción

Las causas de la baja productividad de las plantaciones de aguacatero son complejas; entre éstas se encuentra la competencia por nutrimentos entre el crecimiento vegetativo y el crecimiento reproductivo.

En aguacate 'Hass' se ha reportado que la reducción del contenido de N en hojas ocurre durante el crecimiento vegetativo de los flujos (Palacios, 1986) y en los brotes portadores de yemas florales durante el período de diferenciación floral (Saeig, 2006). La reducción de N ha estado relacionada con la carga de fruto, con mayor número de frutos presentes menor concentración. Cuando los frutos se encuentran en pleno crecimiento, seis a ocho meses después de floración, las hojas presentan reducción de N (Bárcenas, 2003). La demanda del fruto por N, probablemente este relacionado con la acumulación de aceite que ocurre cinco meses después de la floración (Blumenfeld y Gazit, 1972). En aguacate 'Hass', se ha reportado que la aplicación foliar de urea en hojas con $\frac{2}{3}$ de su expansión foliar hubo incremento en el contenido de N (Lovatt, 2001); sin embargo, no se sabe si la aplicación de urea en ese período tuvo un efecto positivo en la producción. Es probable que la aplicación foliar de N durante el crecimiento vegetativo y diferenciación floral mejore la calidad de flor y reduzca la posible competencia entre los eventos fenológicos y su efecto se refleje en un aumento del amarre de fruto.

En algunas especies se ha reportado que las condiciones ambientales y prácticas culturales podrían influir en la promoción de una diferenciación anormal de flores (Meyer, 1966). La formación de los órganos florales se efectúa a expensas de los nutrimentos transferidos a los meristemos florales, en consecuencia, los órganos no se desarrollarán adecuadamente si el abastecimiento de nutrimentos, carbohidratos y nitrógeno no son óptimos (Coutanceau, 1964). En plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), con 3 a 4 hojas verdaderas, sometidas a bajas temperaturas (17°C/7°C) registraron alteraciones en el número, morfología y fusión de órganos florales (Lozano *et al.*, 1998). En aguacate, las anomalías florales fueron primero reportadas por Schoroeder (1940), pero no indicó las condiciones nutricionales de los

árboles y las condiciones ambientales del lugar de estudio. En la región de Coatepec Harinas, Méx., donde predomina el clima templado subhúmedo se identificaron 48 tipos de anomalías diferentes en aguacate 'Hass', 'Colín-V33' y 'Fuerte' (Roldán, 2001). Las más comunes fueron estilo curvo en 'Hass', estilo recto en 'Colín-V33' y 'Fuerte'; nectarios fusionados, nectarios rudimentarios; desviación en el número del perianto, de estaminodios y de estambres; fusión de estambres y ovario con dos estilos curvos. Los estudios desarrollados en aguacate no han reportado la relación de las anomalías florales con el amarre de fruto.

En las condiciones de México, no existe información suficiente que evidencie si el suministro foliar de N mejora el amarre de fruto en aguacate. Por lo anterior, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el porcentaje de amarre inicial y final de fruto de la floración II y su relación con la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anomalías florales y calidad de fruto del ciclo anterior, con la aplicación foliar de N durante el crecimiento vegetativo y diferenciación floral.

La hipótesis planteada fue que el traslape de eventos fisiológicos como el desarrollo del fruto del ciclo anterior, crecimiento vegetativo I y diferenciación floral II podrían resultar en una alta competencia por N, siendo la diferenciación floral II la de menor fuerza de demanda y que su efecto se reflejaría en el amarre de fruto de la floración II. Por lo anterior se planteó incrementar la disponibilidad de N mediante la aplicación foliar de este nutrimento.

1.2. Materiales y Métodos

Experimento I

Material vegetal

El experimento se desarrolló en el Centro Experimental “La Labor”, de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., ubicado en el Km. 8.5 de la carretera Temascaltepec-San Andrés de los Gama, Temascaltepec, Méx.

Se utilizaron 36 árboles del cultivar Hass injertados sobre criollos de la raza mexicana, de 8 años de edad, establecidos en marco real a una distancia de 5 x 10 m. Los árboles presentaron dos floraciones: floración I o de otoño (octubre y noviembre) y floración II o de invierno (diciembre, enero y febrero).

Manejo agronómico de la plantación

Durante el período de investigación se fertilizó al suelo con 3 Kg de 13-00-46 (NPK) por árbol, dividida en dos aplicaciones (agosto y septiembre de 2003, 2004, 2005 y 2006). La aplicación se hizo a 2 m del tronco considerando en los cuatro puntos cardinales del árbol. Asimismo, se realizó fertilización al follaje con elementos menores, Sulfato de Zinc[®] (35.5 % Zn), 2 g por litro de agua, y Sagaquel[®] (Fe, Zn, Mg, Mn), 2 mL por litro de agua, en agosto; y Solubor (20.5 % B), 2 g por litro de agua, en diciembre, de cada año, respectivamente.

Para el combate de plagas se aplicó malathión[®] 500 (malathion 500 g de I.A) y thiodan[®] (Endosulfán 350 g de I.A.) cuando fue necesario, y como control preventivo de enfermedades caldo bordelés (1 Kg de cal y 1 Kg de cobre en 100 L de agua), este se aplicó durante los últimos tres meses del desarrollo del fruto.

Se realizaron deshierbes manuales y químico con faena[®] (Glifosato 480 g de I.A.).

Se proporcionó riego rodado cada 28 días y se suspendió durante el período lluvioso.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en la aplicación de N durante el crecimiento vegetativo I y periodo de diferenciación de las inflorescencias, en los ciclos de producción 2003-2004 (baja producción), 2004-2005 (alta producción) y 2005-2006 (baja producción) (Cuadro 1.1).

Cuadro 1.1. Tratamientos aplicados en aguacate 'Hass', en los ciclos de producción 2003-2004 (baja producción), 2004-2005 (alta producción) y 2005-2006 (baja producción).

Tratamiento	Dosis de N ² (g árbol ⁻¹)	Número de aplicaciones	Épocas de aplicación
1N	160	1	25 ago.
2N	80	2	25 ago. y 1 sep.
3N	53	3	25 ago., 1 sep. y 8 sep.
4N	40	4	25 ago., 1 sep., 8 sep. y 15 sep.
Testigo	0	0	

²Nitrocel-45[®] (45 % N). Como surfactante se utilizó Adher[®] (Nonil fenol 318 g. de i.a.).

La aspersión se realizó a punto de goteo a las 10:00 am, 12 L por árbol, se inició el 25 de agosto de cada uno de los tres años de evaluación y se continuó cada 8 días de acuerdo al tratamiento (Cuadro 1.1).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones. La unidad experimental fue un árbol. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" SAS para Windows V8e. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Variables y Métodos

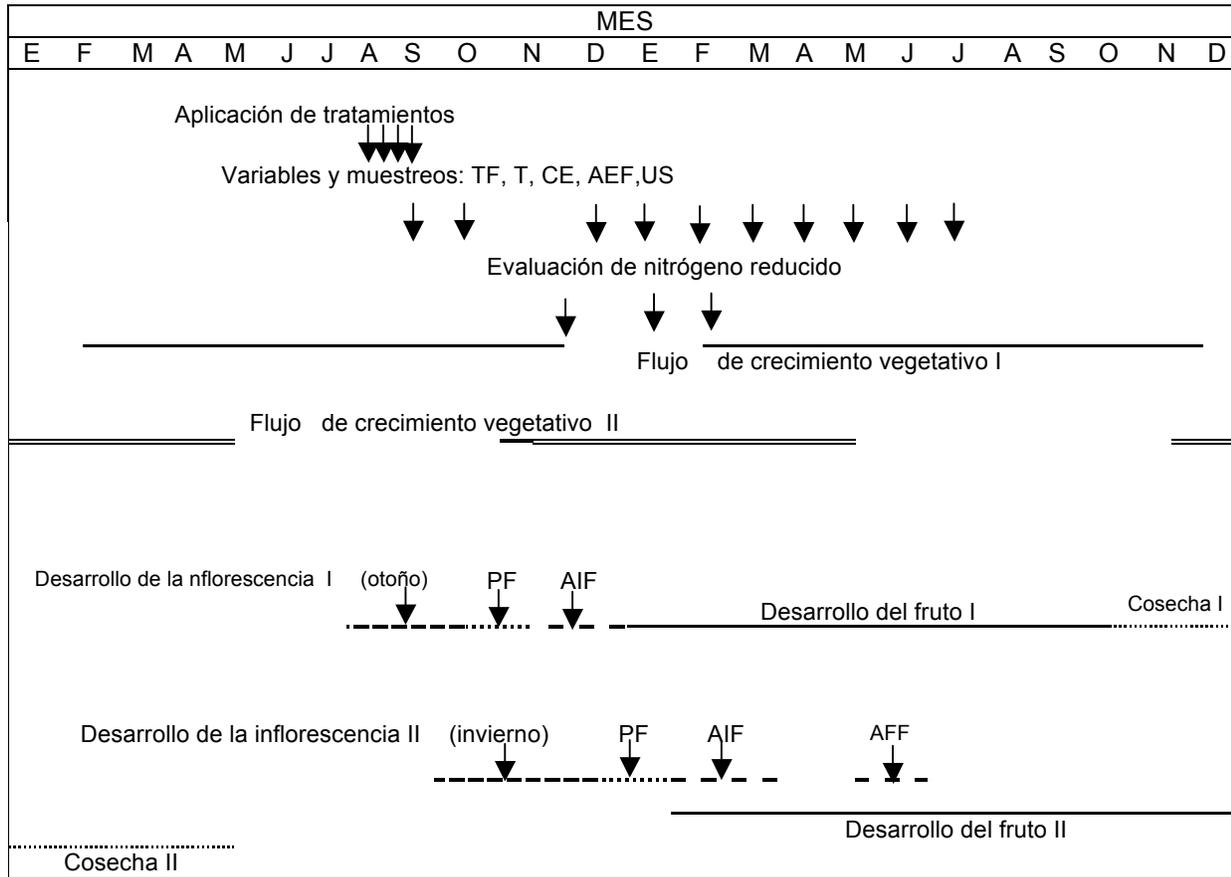


Figura 1.1. Ciclo de crecimiento de aguacate 'Hass', tratamientos y variables evaluadas. TF= Tasa de fotosíntesis, T= Tasa de transpiración, CE= Conductancia estomática, AEF= Área específica foliar, US= Unidades SPAD, PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.

Porcentaje de amarre

El número de flores y frutos se contabilizó con el uso de un cubo (1 m³), el cual se localizó a una altura de 2 m del suelo. Esta determinación fue realizada en el lado norte y sur del árbol de la floración II. El conteo de flores se realizó en plena floración (cero días después de la floración II, 0 DDF, 3 de enero) (t₀), el amarre inicial de fruto (0.5 cm de diámetro) a los 50 DDF (t₁) y el amarre final (3 a 4 cm de diámetro) a los 164 DDF (t₂) (Fig. 1.1).

Se evaluó el amarre de fruto en la floración II (invierno) del ciclo 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006.

Esta variable se determinó mediante las siguientes ecuaciones:

Ec. 1.1

$$\% \text{ amarre inicial} = \frac{\text{Número de frutos en } t_1}{\text{Número de flores en } t_0} (100)$$

Donde:

$t_0 = 0$ DDF

$t_1 = 50$ DDF

Ec. 1.2

$$\% \text{ amarre final} = \frac{\text{Número de frutos en } t_2}{\text{Número de flores en } t_0} (100)$$

Donde:

$t_0 = 0$ DDF

$t_2 = 164$ DDF

Los valores se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Determinación de nitrógeno reducido

Las muestras se obtuvieron del flujo vegetativo I (-35 DDF) y del flujo vegetativo II a los 0 DDF y 50 DDF (floración II) (Fig. 1.1). Se colectaron 16 hojas por árbol, de los cuatro puntos cardinales, las cuales se enjuagaron una vez con agua corriente y dos veces con agua destilada, se eliminó el exceso de humedad y se transfirieron éstas a bolsas de papel para ser secadas en la estufa con aire circulante a una temperatura constante de 70 °C, durante 72 horas, posteriormente se molieron en un molino de acero

inoxidable. Esta evaluación se realizó en los ciclos de producción 2003-2004 y 2004-2005.

El contenido de nitrógeno reducido (NR) se determinó por el método de Nessler descrito por Alcántar y Sandoval (1999) (Anexo A).

Tasa fotosintética (TF), conductancia estomática (CE) y transpiración (T)

Los muestreos se realizaron cada mes en las hojas de los flujos vegetativos I y II. La medición en el flujo vegetativo I (septiembre 2003 a enero 2004) se inició a los -106 DDF y en el flujo vegetativo II (febrero a julio 2004) se inició a medir a los 38 DDF (floración II). La evaluación de éstas variables se realizó con el analizador de gases infrarrojo (IRGA, LI-6200, LI-COR, Lincoln, NE, USA). Se evaluaron dos hojas por repetición y se realizaron en total 12 mediciones. Las mediciones se realizaron de 10 a 12 am; la temperatura media fue de 33.1 °C, humedad relativa media de 37.2 % y radiación fotosintéticamente activa media de 1171.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Área específica foliar (AEF)

Las hojas utilizadas para medir TF se colectaron para determinar el AEF. El área de la hoja (AF) se midió con el integrador de área foliar LI-3100 (LI-COR, Inc, Lincoln, Nebraska, E.U.) y el peso de la materia fresca con una balanza OHAUS Explorer (con una precisión ± 0.01 g). El AEF se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

Ec. 1.3

$$\text{Área específica foliar} = \frac{\text{AH}}{\text{PF}}$$

Donde:

AH= Área de la hoja

PF= Peso de materia fresca

Contenido de clorofila en hojas (Lecturas SPAD)

Se emplearon las mismas hojas en las que se midió la TF. Las lecturas SPAD se determinaron con el medidor portátil de clorofila SPAD 502 (Spectrum Technologies, Inc. Minolta Co., LTD. Japan).

Determinación de anomalías florales

La evaluación se realizó en la floración II (invierno), 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006. Las muestras se colectaron a los 0 DDF, sin considerar el estado de apertura floral y tipo de inflorescencia, en 1 m², de cuatro árboles por tratamiento. Las flores colectadas se fijaron en FAA (50 mL de alcohol etílico al 95% + 5 mL de ácido acético glacial + 10 mL de formaldehído al 40% + 35 mL de agua destilada), después de 30 días se cambiaron a GAA (Glicerol 25% + agua destilada 25% + alcohol 50%).

Las anomalías florales en el número de estambres, estaminodios, estambres, nectarios, tépalos, pistilo y forma del estilo se observaron en un microscopio estereoscópico (Carl Zeiss West Germany 475022) y se determinó el porcentaje para cada estructura y el porcentaje total, los cuales se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Calidad de fruto

Se evaluaron 45 frutos por tratamiento en madurez fisiológica correspondientes a la floración II, ciclo 2002-2003, los cuales se cosecharon el 19 de enero de 2004 y del ciclo 2003-2004, cosechados el 17 de enero de 2005. La temperatura promedio durante el proceso de maduración de consumo fue de 18 °C.

Las variables de calidad fueron las siguientes:

Pérdida de peso. Los frutos se pesaron en una báscula electrónica (Model EY-2200A, A&D Co., LTD Tokio, Japan). Las pérdidas de peso acumulativas se determinaron de acuerdo con la diferencia de peso fresco a los cero días después de la cosecha, 0 DDC, (t_0), y el peso fresco a los tres, seis, nueve y doce días después de la cosecha

(t_n), dividido entre el peso fresco inicial. Las pérdidas de peso se registraron en porcentaje, de acuerdo con la ecuación 1.4, los cuales se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Ec. 1.4

$$\text{Pérdida de peso} = \frac{\text{Peso fresco en } t_0 - \text{Peso fresco en } t_1}{\text{Peso fresco en } t_0} (100)$$

Color. Las mediciones se realizaron con un colorímetro Hunter Lab D25-PC2 (Hunter Associates laboratory, Inc. Reston, VA, USA), el cual reporta los valores L, a, b, que miden luminosidad, espectros verde-rojo y azul-amarillo, respectivamente, los valores se convirtieron a ángulo ($^{\circ}h$) y croma (C) (Voss, 1992).

Firmeza. La firmeza se determinó con un texturómetro Chatillon Force Five (Model FDV-30, 30 LB x 0.01 B, Wagner) y un puntal cónico de 0.7 cm., en seis frutos por tratamiento.

Experimento II

Se realizó en la misma huerta que el Experimento I. Se utilizaron 24 árboles del cultivar Hass injertados sobre criollos de la raza mexicana, de 9 años de edad,

Tratamientos

La aplicación de tratamientos se realizó durante el crecimiento vegetativo I y periodo de diferenciación de las inflorescencias (agosto), en los ciclos de producción 2004-2005 (alta producción) y 2005-2006 (baja producción). Los tratamientos consistieron en diferentes dosis de nitrógeno, en una sola aplicación foliar, que fueron: 160 g de N árbol (T1); 260 g de N árbol (T2); 320 g de N árbol (T3) y Testigo (T4). La fuente de nitrógeno fue Nitrocel-45 (45 % N) y como surfactante se utilizó Adher (Nonil fenol 318 g. de i.a.). Las aspersiones se hicieron a punto de goteo aplicando 12 L árbol⁻¹. Todos los tratamientos se aplicaron a las 10:00 am.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con seis repeticiones. La unidad experimental fue un árbol. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico “Statistical Analysis System” SAS para Windows V8e. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Variables y Métodos

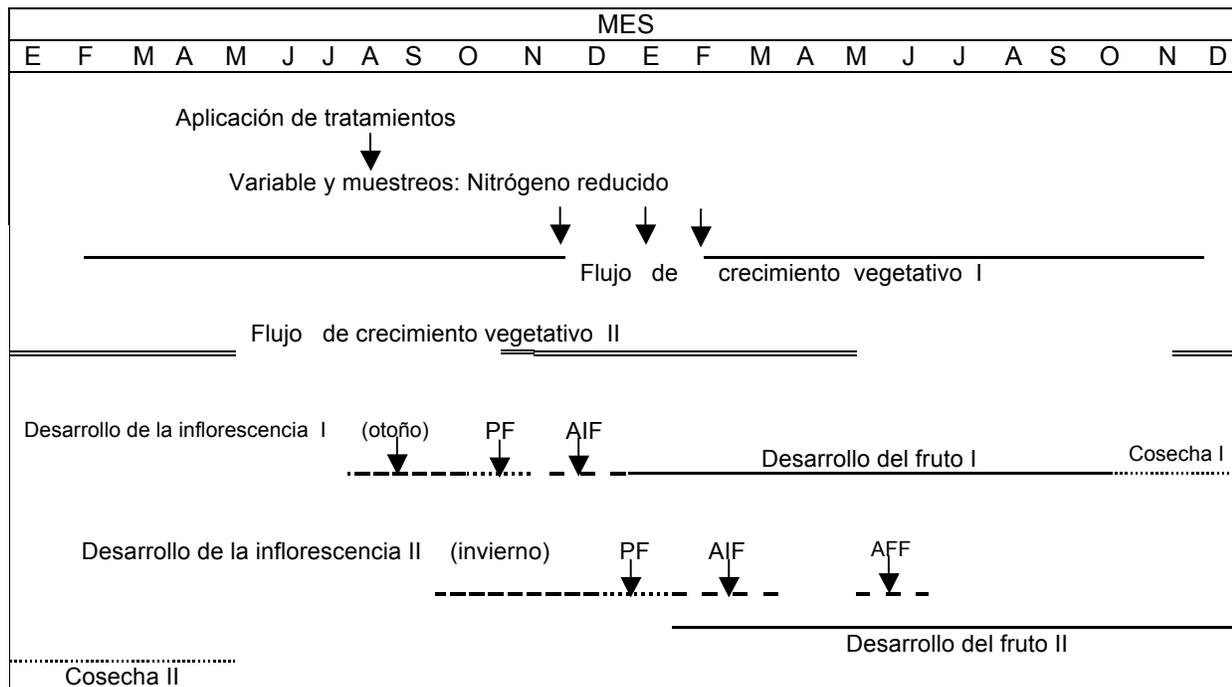


Figura 1.2. Ciclo de crecimiento de aguacate 'Hass', tratamientos y variables evaluadas. PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.

Porcentaje de amarre

La determinación se realizó de la misma forma que en el Experimento I.

Se evaluó el amarre de fruto en la floración II (invierno) del ciclo 2004-2005 y 2005-2006. El conteo de flores se realizó a los 0 DDF (t_0), el amarre inicial a los 52 DDF (t_1) y amarre final a los 166 DDF (t_2). Los valores se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Determinación de nitrógeno reducido

Las hojas se colectaron del flujo vegetativo I, a los -35 DDF, y del flujo vegetativo II, a los 0 DDF y 52 DDF (floración II) (Fig. 1.2). La metodología fue la misma que la empleada en el Experimento I.

Determinación de anomalías florales

La evaluación se realizó en la floración II, 2004-2005 y 2005-2006. Las muestras se colectaron a los 0 DDF, sin considerar el estado de apertura floral y tipo de inflorescencia. El conteo de anomalías se realizó de la misma forma que en el experimento I.

1.3. Resultados y Discusión

Experimento I

Porcentaje de amarre

En el ciclo 2003-2004, año de baja producción, se registraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.0001$) en el amarre inicial de fruto de la floración II. Los tratamientos de 1N, 3N y 4N superaron al testigo en 168%, 207% y 172%, respectivamente (Fig. 1.3). En el año de alta producción, ciclo 2004-2005, todos los tratamientos tuvieron un comportamiento similar en el porcentaje de amarre inicial y final (Fig. 1.3). En el tercer ciclo de evaluación, 2005-2006, de baja producción, no se registraron diferencias entre tratamientos en el porcentaje de amarre inicial y final (Fig.

1.3). Numéricamente, el tratamiento 2N registro mayor porcentaje de amarre inicial y final (4.7 y 1.7 %, respectivamente).

El N aplicado durante agosto y septiembre en los tres ciclos evaluados probablemente fue utilizado para el crecimiento vegetativo, desarrollo de la yema floral y desarrollo de los frutos. Esto debido que las hojas de aguacate toman aproximadamente el 85% de la urea aplicada de 2 a 5 días posteriores a su aplicación de acuerdo con lo observado por Klein y Zilkah (1986). De este porcentaje un 22% se transloca al fruto después de 28 días de su aplicación (Zilkah *et al.*, 1987).

En el primer ciclo de evaluación se observó aumentó en el amarre inicial de la floración II, sin embargo en los dos ciclos posteriores ésta respuesta no se manifestó. Es probable que la respuesta principal de la aplicación foliar de N fue registrada en la floración I de todos los ciclos de evaluación. En la floración I se registró 160 a 180% de aumentó en el amarre inicial, del ciclo 2003-2004, con los tratamientos de N (1N= 1.4%, 2N=1.4%, 3N=1.3 % y 4N=1.4 %), mientras que el testigo registró solamente 0.5 % de amarre inicial.

Contenido de nitrógeno reducido

En las hojas colectadas en el flujo de crecimiento I y II del ciclo 2003-2004, año de baja producción (Fig. 1.4), no hubo diferencias significativas durante el estado 8 de desarrollo de la inflorescencia (-35 DDF), floración (0 DDF) y amarre inicial de fruto (50 DDF). Los valores registrados en el ciclo 2004-2005 (Fig. 1.5), año de alta producción, fueron inferiores a los del ciclo de baja producción y no se registraron diferencias significativas entre tratamientos. La concentración de nitrógeno reducido estuvo relacionada con la carga de fruto, respuesta similar a la reportada por Palacios (1986).

En el año de baja producción, en todos los tratamientos, hubo una reducción en la acumulación de NR en las hojas del flujo de crecimiento I que comenzaban a senescer, y en las hojas del flujo de crecimiento II, que se encontraban en su etapa inicial de desarrollo. Probablemente el nitrógeno se movilizó a la floración y amarre inicial de

fruto (Fig. 1.4) como lo reportado por Sánchez y Ramírez (2000) y Bárcenas *et al.* (2003), quienes encontraron que en el período de floración y fructificación los árboles de aguacate 'Hass' presentaron mayor demanda de N. Tendencia similar, en el comportamiento de N, fue observado en durazno 'Diamante', en donde la dinámica de acumulación de N de las hojas en etapas iniciales tuvieron bajo contenido del elemento y a medida que transcurrió el ciclo vegetativo incrementó el valor y al final del ciclo lo redujo (Hernández, 2006). Sin embargo, en el presente trabajo en el año de alta producción la acumulación de NR se incrementó ligeramente después del período de floración (Fig. 1.5).

No hubo correlación significativa entre la acumulación de NR en las hojas colectadas y el amarre de fruto inicial (ciclo 2003-2004), amarre de fruto inicial y final (ciclo 2004-2005). No se observaron diferencias significativas entre tratamientos porque la evaluación de la acumulación de NR se realizó hasta el fin del mes de noviembre, en enero y febrero, mientras que la aplicación de los tratamientos se hizo en agosto y septiembre. Tendencia similar fue registrada por Li *et al.* (1997), quienes observaron incremento en el contenido de N en las hojas sólo en los días posteriores a su aplicación, mientras que a los 28 días no encontraron diferencia.

Tasa fotosintética

No hubo diferencias entre tratamientos para cada fecha de evaluación en las hojas del flujo de crecimiento I y II del ciclo 2003-2004 (Fig. 1.6 y 1.7, respectivamente). En la primera fecha de evaluación (-106 DDF) se observó mayor tasa de fotosíntesis, lo cual probablemente se debió a que en ese período se tuvo el desarrollo de las respectivas inflorescencias de la floración I y II, y quizá se requería mayor aporte para el desarrollo de los frutos de la floración del ciclo 2002-2003, como lo observaron Olarte-Ortíz *et al.* (2001) en naranja 'Valencia Late' y Lenz (1978) en *Citrus madurensis*.

En general, las hojas del flujo de crecimiento I, las cuales ya estaban maduras, fueron reduciendo sus valores de fotosíntesis conforme las hojas fueron senesciendo. Lo anterior probablemente se debió a una mayor acumulación de cera y menor apertura

estomatal como lo observado por Mickelbart *et al.* (2000); mientras que en las hojas del flujo de crecimiento II la fotosíntesis incrementó porque éstas estaban en proceso de desarrollo (8 DDF) y al final del período de evaluación (188 DDF) la fotosíntesis empezó a reducirse de acuerdo con la edad de la hoja.

Conductancia estomática

En general, las hojas del flujo de crecimiento I del ciclo 2003-2004 mostraron un decremento en los valores de conductancia estomática (Fig. 1.8). Ésta respuesta probablemente este relacionada con la acumulación de cera en las hojas más maduras como lo reporta Mickelbart *et al.* (2000) y por lo tanto la reducción de la conductancia estomática (Schaffer *et al.*, 1991). Lo anterior probablemente fue debido a la variación en la limitación de gas alrededor y dentro de la hoja como lo observado por Liu *et al.* (2000). A los -76 DDF y -22 DDF, el tratamiento de 4N fue estadísticamente superior a los demás tratamientos con $0.229 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ($P\leq 0.0356$) y $0.297 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ($P\leq 0.0473$), respectivamente.

En las hojas del flujo de crecimiento vegetativo II del ciclo 2003-2004, hubo diferencias significativas ($P\leq 0.0485$) a los 98 DDF (Fig. 1.9). En ésta fecha de evaluación, el testigo registró mayor conductancia estomática ($0.243 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), los tratamientos tuvieron valores inferiores a la fecha anterior de evaluación. En las otras fechas de evaluación, los tratamientos aplicados mostraron un comportamiento similar. A pesar de que se registraron diferencias entre los tratamientos en algunas fechas de evaluación, éstas no se manifestaron en diferencias significativas en la tasa fotosintética de los diferentes tratamientos aplicados.

Tasa de transpiración

Las hojas del flujo de crecimiento I, del ciclo 2003-2004, en general mostraron una reducción en la tasa de transpiración conforme se acercaban a la senescencia (Fig. 1.10) y en las del flujo de crecimiento II la transpiración fue incrementando conforme las hojas se desarrollaron (Fig. 1.11). A los -76 DDF, el tratamiento 4N mostró una tasa de

transpiración de $4.812 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, valor superior al registrado por los otros tratamientos ($P \leq 0.0282$).

En las evaluaciones realizadas en las hojas del flujo de crecimiento II se registraron diferencias significativas sólo en dos fechas, a los 98 y 128 DDF. A los 98 DDF los valores registrados fueron inferiores a todas las fechas de evaluación, lo cual coincidió con el comportamiento de la conductancia estomática. Posterior a esta fecha de evaluación, la transpiración aumentó sus valores. A los 128 DDF se encontró una correlación alta y positiva ($r=0.97$; $P < 0.0001$) entre la tasa de transpiración y conductancia estomática. Esta respuesta probablemente estuvo en función de la apertura estomática porque una mayor conductancia estomática mejora el intercambio de gases debido a la menor resistencia estomática, como lo observaron Calderón *et al.* (1997) en durazno 'Flordamex 1'.

Las diferencias observadas en algunos tratamientos y fechas no se manifestaron en cambios significativos en la tasa de fotosíntesis por la aplicación de los tratamientos de N.

Área Específica Foliar

Los tratamientos de nitrógeno no tuvieron efecto en el área específica (AEF) de las hojas del flujo de crecimiento I y II del ciclo 2003-2004. En los cuadros 1.2 y 1.3 se observa que el AEF mantuvo constante sus valores durante todas las fechas de evaluación. En aguacate 'Booth-8' y 'Peterson' se ha reportado que el área foliar y materia incrementa linealmente hasta los 20 días después de la brotación vegetativa y posteriormente se ha mantenido constante (Schaffer *et al.*, 1991). De acuerdo con esto, en el presente estudio las hojas del flujo de crecimiento I se encontraban en fase madura y las del flujo de crecimiento II tenían más de un mes de haber brotado, por lo que en los dos flujos el comportamiento del AEF fue constante.

Contenido de clorofila en hojas (Lecturas SPAD)

Se registró diferencia estadística entre los tratamientos a los 8 DDF ($P \leq 0.0357$), correspondiente al flujo vegetativo I del ciclo 2003-2004. Los tratamientos de 1N y 2N registraron mayores valores, 54.3 y 54.9 lecturas SPAD, respectivamente (Fig. 1.12). La respuesta probablemente estuvo relacionada con la capacidad que tienen todas las hojas de aguacate de absorber el N y tomar cerca del 85% de la urea suministrada en los primeros cinco días posteriores a su aplicación como lo observaron Zilkah *et al.* (1987). La primera evaluación en este estudio se realizó a los 19 días después de la última aplicación foliar de N para el tratamiento 1N y 26 días para el tratamiento 2N y por lo tanto, la concentración de N que se aumentó en las hojas se reflejó en el aumento de los valores de clorofila (SPAD).

En las hojas del flujo de crecimiento II las diferencias entre los tratamientos se registraron a los 188 DDF ($P \leq 0.0138$). El tratamiento con mayor valor de lecturas SPAD fue el 2N (Fig. 1.13). En este caso no fue un efecto directo de la aplicación foliar de N porque la primera evaluación que se realizó en estas hojas correspondió a 144 días después de haber realizado la aplicación y como se indicó con anterioridad, las diferencias no se manifiestan posteriores a 28 días de su aplicación de acuerdo con lo observado por Li *et al.* (1997). En general, se observó que las lecturas SPAD se redujeron conforme comenzó a senescer la hoja y se incrementaron con el desarrollo de la hoja.

Anormalidades de flores

No se registraron diferencias significativas en el número total de anomalías florales que se cuantificaron en la floración II, de los tres ciclos de producción (2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006) (Cuadro 1.4). Sin embargo, numéricamente los valores registrados en el ciclo 2003-2004 fueron superiores a las anomalías que se presentaron en los dos años subsecuentes.

En la evaluación realizada para cada estructura floral del ciclo 2003-2004, hubo diferencias significativas en el número de estambres, estaminodios y pistilos. En el número de estambres, el tratamiento 4N mostró mayor porcentaje de anomalía,

30.1%; en el número de estaminodios el mayor valor fue del tratamiento 2N (Cuadro 1.5) y en el número de pistilos fueron los tratamientos 1N y 2N (Cuadro 1.6). No se mostraron diferencias en el número de nectarios y tépalos. En este ciclo de evaluación el número de estambres predominante como anomalía fue de ocho; de estaminodios de cuatro y dos; de nectarios de tres y ocho; de tépalos de siete; y de pistilo de dos. Las anomalías que podrían tener mayor influencia en el amarre de fruto serían: un número menor a tres estaminodios, porque son los que secretan néctar en la primera apertura floral femenina, un número menor a seis nectarios, los cuales secretan el néctar en la segunda apertura floral (Bergh, 1975) y ambos atraen a los insectos (Scholefield, 1982); y un número de pistilos mayor a uno, porque inicialmente forman frutos dobles y posteriormente se caen del árbol como lo reportado por Cabezas *et al.* (2003). Sin embargo, no hubo correlación entre el porcentaje total de anomalías y el amarre inicial ($r=12$; $P>0.4457$).

En los ciclos de evaluación 2004-2005 y 2005-2006, año de alta y baja producción, respectivamente, no hubo diferencias significativas en las anomalías de cada estructura floral (Cuadro 1.5 y 1.6, y 1.7, respectivamente). En el ciclo 2004-2005 las anomalías predominantes en número fueron: de siete y ocho estambres, dos estaminodios, cuatro y cinco nectarios, cero y dos pistilos; y en el ciclo 2005-2006 fueron: de siete y ocho estambres, y cero y dos estaminodios. No se registraron correlaciones entre el porcentaje de anomalías totales y el amarre inicial y final de fruto el ciclo 2004-2005 ($r=0.18$; $P>0.3287$ y $r=0.35$; $P>0.1787$, respectivamente) y 2005-2006 ($r=0.26$; $P>0.2557$ y $r=0.37$; $P>0.2467$, respectivamente).

Las anomalías registradas en el número de estambres en las tres evaluaciones mostraron máximos porcentajes con relación a las otras estructuras florales, tendencia similar se ha reportado en los cultivares Zutano, Bacon y Fuerte por Inoue y Takahashi (1991).

La presencia de menor número de anomalías en este estudio probablemente este relacionado con las temperaturas predominantes en la región de Temascaltepec, México durante el período de diferenciación floral. En el presente estudio probablemente la diferenciación floral ocurrió en los meses de julio-septiembre como lo reportado por Osuna (1982) para aguacate 'Fuerte'; durante este período la temperatura promedio máxima y mínima fue de 24.4 °C y 10.8 °C, respectivamente. En el estudio desarrollado por Roldán (2001), en las condiciones de Coatepec Harinas, México, encontró un total de 48 tipos de anomalías diferentes en los cultivares de Hass, Fuerte y Colín V-33, en donde las condiciones climáticas son más frías (temperatura media anual de 16.1°C, temperatura máxima anual de 32 °C; y mínima de 0 °C) comparada a la de Temascaltepec, Méx., en donde la temperatura media anual fluctúa entre 18°C y 22°C. Además en este mismo estudio encontraron mayor número de anomalías en las flores que colectaron en el lado norte del árbol y lo atribuyeron al mayor enfriamiento a que estuvo expuesta la planta en ese lado.

Los resultados exponen un comportamiento irregular de la presencia de anomalías año con año. Adicional a las anomalías descritas se presentaron estructuras rudimentarias de estambres y pistilo, los cuales solamente se registraron en cinco flores en el conjunto de evaluaciones realizadas, 3 y 2 flores, respectivamente.

Calidad de fruto

En los frutos correspondientes a la floración del ciclo 2002-2003, cosechados en enero de 2004, no hubo diferencias en las variables peso de fruto a la cosecha, pérdida de peso (% acumulado) y firmeza durante el proceso de madurez de consumo (Cuadro 1.8). Los frutos obtenidos con los tratamientos 1N, 2N, 3N y Testigo fueron del calibre Extra (211 a 265 g) y con el tratamiento 4N fueron del calibre de Primera (171 a 210 g).

En los frutos de la floración del 2003-2004, cosechados en enero 2005, se registró un comportamiento similar al de los frutos cosechados en enero de 2004 a excepción de la firmeza de los frutos, a los 3 días después de cosecha (DDC) los frutos que recibieron el tratamiento 4N mostraron mayor firmeza (2.7 kg·cm²), (Cuadro 1.9); sin embargo, en

las demás fechas el comportamiento de los frutos fue similar a los frutos tratados con los otros tratamientos. El tamaño de los frutos fue menor a los cosechados en enero de 2004. Los tratamientos 1N y Testigo registraron frutos de calibre Extra, y los demás tratamientos fueron de Primera.

Con relación al color del exocarpio de los frutos, representado por la luminosidad (L), no se registraron diferencias en los frutos cosechados en enero de 2004. Los valores muestran que la luminosidad se redujo conforme el fruto alcanzó la madurez de consumo (Cuadro 1.10). Este comportamiento fue similar en los frutos cosechados en enero de 2005 (Cuadro 1.11).

Los frutos cosechados en enero de 2004 registraron diferencias en los valores cromáticos (C), el color verde de fondo, a los 3 y 9 DDC, en donde el testigo mostró mayor valor en ambas fechas de evaluación (Cuadro 1.10), lo cual indica que los tratamientos de N aumentaron la adquisición de la tonalidad violeta oscuro sobre el color verde de fondo. Este comportamiento fue diferente en los frutos cosechados en enero de 2005, en donde los tratamientos no tuvieron efecto en los valores de cromáticos (Cuadro 1.11).

Los valores de ángulo de matiz Hue registrados al momento de la cosecha, en los frutos cosechados en enero de 2004, registraron diferencias. Los frutos que recibieron el tratamiento 1N mostraron mayor valor (78.5) (Cuadro 1.10); sin embargo, en las fechas de evaluación subsecuentes todos los frutos tuvieron un comportamiento similar. Mientras que los frutos cosechados en enero de 2005 no registraron efecto por los tratamientos de N (Cuadro 1.11).

Las aplicaciones foliares de N durante los meses de agosto y septiembre, en general no afectaron la calidad de fruto porque en ese período los frutos estaban en desarrollo y probablemente algunas las diferencias registradas se debieron a otros efectos como ambientales, calidad de aire o efectos posicionales tanto dentro del huerto como dentro del árbol de acuerdo con lo propuesto por Arpaia *et al.* (2004).

Experimento II

Porcentaje de amarre

En ambos ciclos de evaluación, 2004-2004 y 2005-2006 (año de alta y baja producción, respectivamente) no hubo diferencias estadísticas en el amarre inicial y final de fruto (Fig. 1.14); y se tuvo un comportamiento similar en el porcentaje de amarre. En este experimento, a pesar de que las dosis de N fueron superiores a las empleadas en el experimento I, el N suministrado probablemente también se empleó para el desarrollo de las inflorescencias y frutos del ciclo anterior y la respuesta en el aumento del amarre fue registrada en la floración I como lo observado en el experimento I.

Contenido de nitrógeno reducido

En las hojas colectadas en el flujo de crecimiento I y II del ciclo 2004-2005, año de alta producción, no hubo diferencias significativas en las tres fechas de evaluación. La tendencia observada (Fig. 1.15) fue similar a la registrada en el experimento I, en el ciclo de alta producción.

No hubo correlación significativa ($r=13$; $P>0.5689$) entre la acumulación de NR en las hojas colectadas y el amarre de fruto inicial del ciclo 2004-2005. Esta respuesta probablemente se debió a que la aplicación se realizó en el mes de agosto y se aprovechó principalmente para el desarrollo de las inflorescencias y frutos debido a que la urea foliar suministrada es tomada por las hojas dentro los primeros días posteriores a su aplicación de acuerdo con lo observado por Klein y Zilkah (1986).

Anormalidades de flores

No hubo diferencias significativas en el número total de anomalías florales de la floración II, evaluados en los ciclos 2004-2005 y 2005-2006 (Cuadro 1.12). Sin embargo, en el ciclo de alta producción, ciclo 2004-2005, hubo menos anomalías florales y solamente se presentaron en el número de estambres, estaminodios, pistilos y forma del estilo (Cuadro 1.13); mientras que en el ciclo de baja producción, 2005-2006, las anomalías fueron mayores (Cuadro 1.14).

En el ciclo 2004-2005 el número predominante en las anormalidades registradas fueron de ocho estambres, dos estaminodios y dos pistilos; y en el ciclo 2005-2006 fueron de ocho estambres, cero y dos estaminodios, cero y dos pistilos, ocho y dos nectarios, cinco y siete tépalos. Como se mencionó en el experimento I, las anormalidades que podrían afectar el amarre inicial de fruto serían: el número de estaminodios inferior a tres o su carencia, el número mayor a uno de pistilos o su carencia y el número inferior a seis nectarios.

No hubo correlación entre el porcentaje total de anormalidades y el amarre de fruto inicial ($r=0.27$; $P>0.2491$) y final ($r=0.35$; $P>0.4598$). En este estudio también se presentaron pocas anormalidades florales en comparación a las registradas por Roldán (2001), lo cual probablemente fue por las condiciones climáticas de la región de Temascaltepec, Méx., en donde la temperatura media anual fluctúa entre 18 °C y 22 °C, la cual es menos fría a la de Coatepec Harinas, Méx., en donde la temperatura media anual es de 16.1 °C. En tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) han reportado alteraciones en el número, morfología y fusión de órganos florales cuando fueron sometidas a bajas temperaturas (17°C/7°C) (Lozano *et al.*, (1998).

1.4. Conclusiones

En el año de baja producción:

Los tratamientos de N del experimento I aumentaron el amarre inicial de fruto sólo en el primer año de evaluación y los tratamientos de N del experimento II no aumentaron el amarre de fruto.

No hubo correlación en la acumulación de nitrógeno reducido y anormalidades florales con el amarre de fruto.

La acumulación de nitrógeno reducido, fotosíntesis, conductancia estomática, tasa de transpiración y área específica foliar no fueron afectados por la aplicación foliar de N. El N incrementó los valores de clorofila en hojas (lecturas SPAD).

No se redujó la proporción de anomalías florales con las aplicaciones de N.

En los frutos cosechados en enero de 2004 no se modificó la calidad de fruto, pero se aceleró la disminución de los valores cromáticos.

En el año de alta producción:

Los tratamientos de N evaluados no incrementaron el amarre inicial y final de fruto; y no hubo aumento en la acumulación de nitrógeno reducido; y no redujeron la proporción de anomalías florales.

No hubo correlación en la acumulación de nitrógeno reducido y anomalías florales con el amarre de fruto.

En los frutos cosechados en enero de 2005 no se modificó la calidad de fruto.

Cuadro 1.2. Área específica foliar (AEF) de aguacate 'Hass', año de baja producción, del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003).

Tratamiento	AEF (cm ² ·g ⁻¹)			
	-106 DDF ^z	-76 DDF	-22 DDF	8 DDF
1N	43.0 a ^y	41.1 a	34.5 a	40.2 a
2N	49.2 a	40.0 a	37.0 a	36.1 a
3N	39.1 a	36.7 a	38.8 a	35.4 a
4N	49.9 a	32.6 a	35.4 a	35.2 a
Testigo	44.0 a	35.1 a	31.3 a	41.4 a

^yMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05).

^zDDF= Días después de la floración II. 1N=160 g de N·árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N·árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N·árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N·árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.3. Área específica foliar (AEF) de aguacate 'Hass', año de baja producción, del flujo vegetativo II (febrero a julio 2004), con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003).

Tratamiento	AEF (cm ² ·g ⁻¹)					
	38 DDF ^z	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
1N	43.0 a ^z	42.2 a	40.9 a	41.4 a	38.0 a	39.4 a
2N	49.2 a	44.7 a	39.8 a	38.8 a	39.8 a	41.3 a
3N	39.1 a	42.9 a	39.0 a	40.3 a	40.0 a	39.4 a
4N	49.9 a	44.0 a	38.1 a	36.4 a	35.1 a	40.8 a
Testigo	44.0 a	44.8 a	42.9 a	39.7 a	32.8 a	40.5 a

^yMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05).

^zDDF= Días después de floración II. 1N=160 g de N·árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N·árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N·árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N·árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.4. Porcentaje total de flores anormales de la floración II, en aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003, 2003 y 2004).

Tratamiento	Porcentaje (%)		
	2003-2004 ^y	2004-2005	2005-2006
1N	41.0 a ^z	25.6 a	26.4 a
2N	35.9 a	29.4 a	20.9 a
3N	25.4 a	28.8 a	22.4 a
4N	38.4 a	21.5 a	30.4 a
Testigo	29.7 a	22.7 a	20.6 a

^yCiclos de producción.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.5. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios y nectarios, de la floración II, en aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003 y 2004).

Tratamientos	Flores anormales (%)		
	2003-2004 ^y		
	Estambres	Estaminodios	Nectarios
1N	18.7 b ^z	10.0 ab	5.9 a
2N	22.9 ab	11.3 a	12.1a
3N	17.4 b	4.9 ab	4.9 a
4N	30.1 a	3.5 b	1.4 a
Testigo	25.1 ab	6.8 ab	2.7 a
		2004-2005 ^y	
1N	14.2 a ^z	0.8 a	2.1 a
2N	15.4 a	3.9 a	6.5 a
3N	18.0 a	3.2 a	4.9 a
4N	11.9 a	1.6 a	2.4 a
Testigo	14.2 a	2.6 a	2.0 a

^yCiclos de producción.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.6. Porcentaje de flores anormales con relación al número de tépalos, pistilos y estilos curvos, de la floración II, en aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003 y 2004).

Tratamientos	Flores anormales (%)		
	2003-2004 ^y		
	Tépalos	Pistilo	Estilo curvo
1N	6.5 a ^z	13.3 a	2.5 a
2N	2.8 a	13.3 a	6.1 a
3N	1.4 a	0.3 b	5.6 a
4N	2.8 a	1.5 b	1.5 a
Testigo	1.7 a	2.2 b	3.0 a
2004-2005 ^y			
1N	0.7 a ^z	0.6 a	18.1 a
2N	1.2 a	4.8 a	24.7 a
3N	1.1 a	1.6 a	21.1 a
4N	1.8 a	0.7 a	17.7 a
Testigo	0.9 a	0.7 a	19.5 a

^yCiclos de producción.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.7. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios y forma del estilo, de la floración II de aguacate 'Hass', del ciclo de producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2004).

Tratamientos	Flores anormales (%)		
	Estambres	Estaminodios	Estilo curvo
1N	17.0 a ^z	5.2 a	15.0 a
2N	9.3 a	4.6 a	18.9 a
3N	11.5 a	3.9 a	14.4 a
4N	17.5 a	6.9 a	26.8 a
Testigo	13.6 a	4.4 a	9.2 a

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.8. Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003).

Tratamiento	Peso (g)	Pérdida de peso (%)		
		3 DDC ^y	6 DDC	9 DDC
1N	227.9 a ^z	9.3 a	15.8 a	19.5 a
2N	219.2 a	9.4 a	16.2 a	20.0 a
3N	220.3 a	7.3 a	14.2 a	19.4 a
4N	204.2 a	7.3 a	13.2 a	17.9 a
Testigo	219.4 a	7.5 a	14.5 a	18.1 a

Tratamiento	Firmeza (Kg cm ²)			
	0 DDC	3 DDC	6 DDC	9 DDC
1N	2.5 a	2.0 a	1.5 a	0.9 a
2N	2.5 a	2.2 a	1.3 a	0.7 a
3N	2.8 a	2.4 a	2.2 a	0.6 a
4N	2.5 a	2.3 a	0.8 a	0.8 a
Testigo	2.5 a	2.0 a	1.0 a	0.5 a

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.9. Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2004).

Tratamiento	Peso (g)	Pérdida de peso (%)		
		3 DDC ^y	6 DDC	9 DDC
1N	237.1 a ^z	10.1 a	14.0 a	17.4 a
2N	207.5 a	11.7 a	14.8 a	19.7 a
3N	208.7 a	11.2 a	14.0 a	22.1 a
4N	208.6 a	10.2 a	13.3 a	16.3 a
Testigo	219.3 a	8.9 a	13.1 a	14.7 a

Tratamiento	Firmeza (Kg cm ²)			
	0 DDC	3 DDC	6 DDC	9 DDC
1N	3.2 a	2.3 b	1.3 a	0.6 a
2N	3.5 a	2.2 b	1.6 a	0.6 a
3N	3.0 a	2.3 b	1.3 a	0.7 a
4N	3.4 a	2.7 a	1.7 a	0.5 a
Testigo	3.2 a	2.4 ab	1.5 a	0.6 a

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.10. Color del exocarpio, representados por valores de luminosidad, croma y Hue, de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003).

Tratamiento	Luminosidad (L)			
	0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
1N	28.0 a ^z	26.5 a	23.2 a	22.2 a
2N	27.3 a	25.3 a	23.0 a	21.5 a
3N	28.0 a	25.6 a	23.1 a	21.2 a
4N	28.6 a	26.7 a	24.4 a	22.8 a
Testigo	28.4 a	26.2 a	23.4 a	21.9 a
Croma (C)				
1N	7.7 a	7.1 ab	5.6 a	3.3 b
2N	6.9 a	6.4 b	5.5 a	3.0 b
3N	8.0 a	7.1 ab	5.2 a	3.8 ab
4N	9.8 a	9.1 ab	6.7 a	4.7 ab
Testigo	8.2 a	8.1 a	6.7 a	5.2 a
Hue (°)				
1N	78.5 a	67.6 a	56.4 a	54.1 a
2N	69.4 ab	64.3 a	52.8 a	48.0 a
3N	65.2 b	56.5 a	60.2 a	52.5 a
4N	71.5 ab	63.7 a	52.8 a	55.2 a
Testigo	64.9 b	60.7 a	58.1 a	54.4 a

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.11. Color del exocarpio, representados por valores de luminosidad, croma y Hue, de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2004).

Tratamiento	Luminosidad (L)			
	0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
1N	28.5 a ^z	23.3 a ^z	28.2 a	25.5 a
2N	28.7 a	26.6 a	28.4 a	26.1 a
3N	28.5 a	27.3 a	27.0 a	24.5 a
4N	28.3 a	26.3 a	28.6 a	26.1 a
Testigo	28.1 a	26.0 a	28.7 a	26.8 a
Croma (C)				
1N	9.5 a	8.2 a	6.4 a	5.3 a
2N	10.1 a	8.3 a	6.4 a	4.0 a
3N	10.9 a	9.6 a	7.1 a	5.2 a
4N	10.5 a	9.5 a	7.2 a	5.5 a
Testigo	11.2 a	8.5 a	7.0 a	5.7 a
Hue (°)				
1N	75.6 a	65.2 a	62.1 a	58.2 a
2N	66.9 a	61.9 a	57.9 a	51.5 a
3N	72.4 a	59.6 a	53.2 a	50.1 a
4N	71.4 a	59.7 a	53.7 a	49.3 a
Testigo	81.6 a	66.2 a	62.0 a	56.8 a

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x) 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x).

Cuadro 1.12. Porcentaje total de flores anormales de la floración II de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2004 y 2005).

Tratamientos	Porcentaje (%)	
	2004-2005 ^y	2005-2006
T1	22.6 a ^z	21.6 a
T2	15.9 a	22.2 a
T3	26.0 a	28.1 a
Testigo	21.7 a	20.9 a

^yCiclo de producción.

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). T1=160 g de N árbol⁻¹; T2= 240 g de N árbol⁻¹; T3= 320 g de N árbol⁻¹.

Cuadro 1.13. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios, pistilo y forma del estilo de la floración II, del ciclo 2004-2005, de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2004).

Tratamientos	Flores anormales (%)			
	Estambres	Estaminodios	Pistilo	Estilo curvo
T1	8.6 a ^z	1.3 a	0.9 a	19.8 a
T2	14.7 a	1.2 a	2.0 a	15.1 a
T3	9.6 a	2.6 a	2.1 a	24.3 a
Testigo	14.5 a	3.2 a	0.8 a	20.1 a

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). T1=160 g de N árbol⁻¹; T2= 240 g de N árbol⁻¹; T3= 320 g de N árbol⁻¹.

Cuadro 1.14. Porcentaje de flores anormales con relación al número de estambres, estaminodios, estilos, nectarios, tépalos y forma del estilo de la floración II, del ciclo 2005-2006, de aguacate 'Hass', con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2005).

Tratamientos	Flores anormales (%)					
	Estambres	Estaminodios	Pistilo	Nectarios	Tépalos	Estilo curvo
T1	14.9 a ^z	4.5 b	4.5 a	5.5 a	3.5 a	10.0 a
T2	5.4 a	4.5 b	4.6 a	2.9 a	5.2 a	18.9 a
T3	16.4 a	9.6 ab	6.3 a	9.6 a	5.1 a	5.3 a
Testigo	9.2 a	13.6 b	5.4 a	4.4 a	5.4 a	5.4 a

^zMedias con la misma letra en cada columna no son significativamente diferentes entre sí (Tukey, 0.05). T1=160 g de N árbol⁻¹; T2= 240 g de N árbol⁻¹; T3= 320 g de N árbol⁻¹.

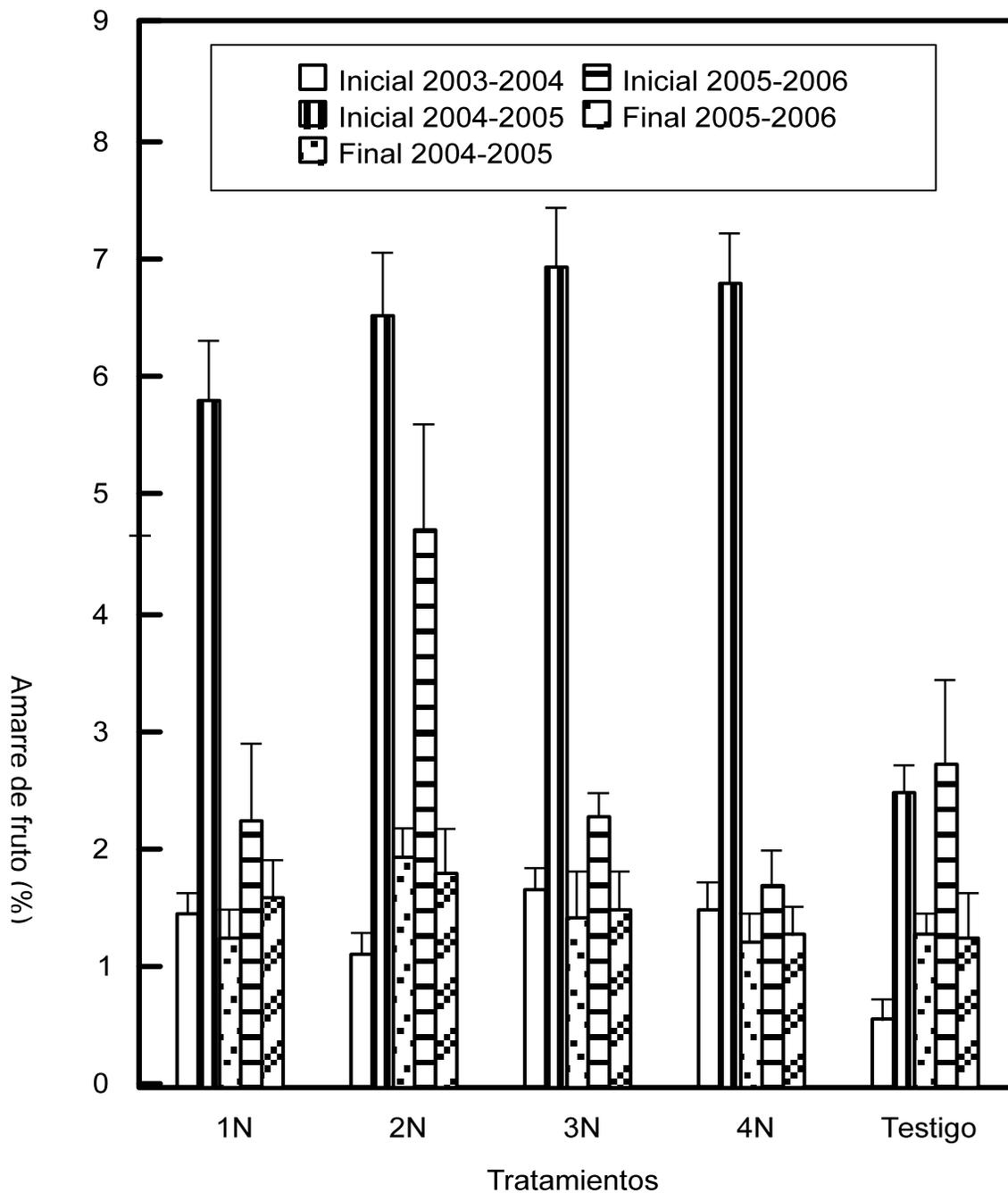


Figura 1.3. Amarre inicial y final de fruto en aguacate 'Hass' de la floración II, en los ciclos 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006, año de baja, alta y baja producción, respectivamente, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre). 1N=160 g de N⁻¹árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N⁻¹árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N⁻¹árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N⁻¹árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=6; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

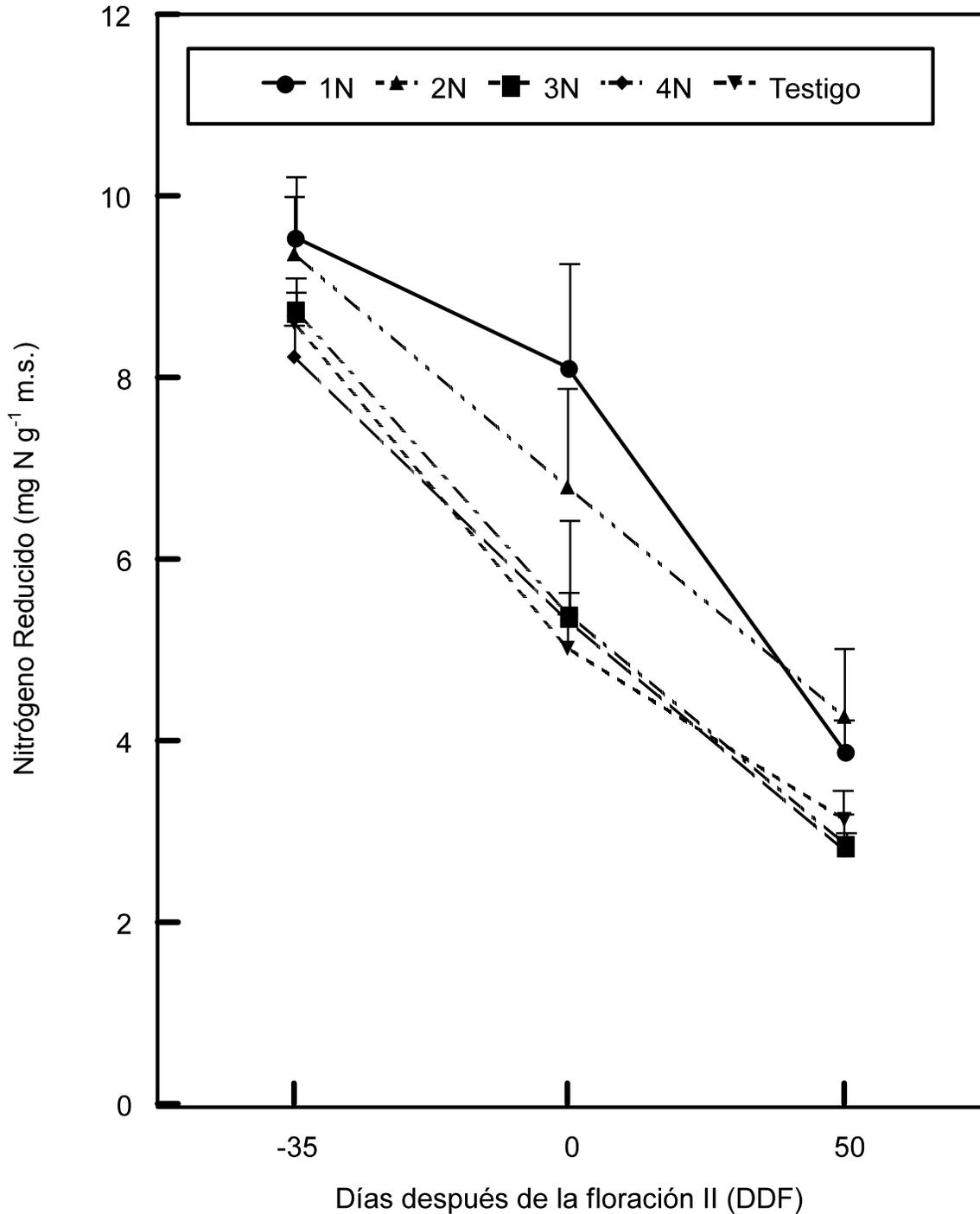


Figura 1.4. Acumulación de nitrógeno reducido ($\text{mg N g}^{-1} \text{ m.s.}$) en hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDPF) del ciclo 2003-2004, año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol^{-1} (1x); 2N= 80 g de N árbol^{-1} (2x); 3N= 53 g de N árbol^{-1} (3x) y 4N= 40 g de N árbol^{-1} (4x). Los valores son medias $\pm \text{EE}$; $n=12$; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

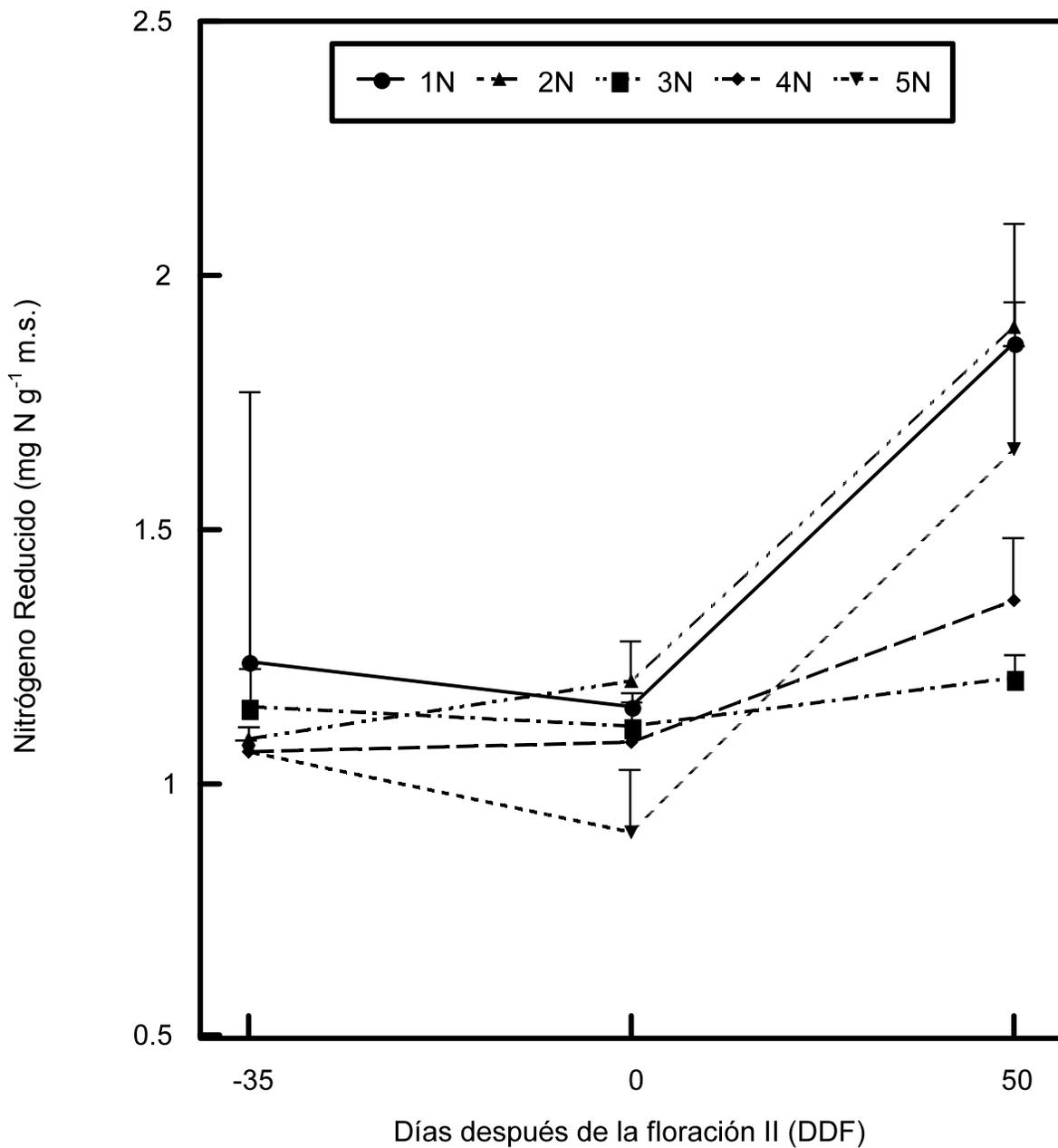


Figura 1.5. Acumulación de nitrógeno reducido ($\text{mg N g}^{-1} \text{ m.s.}$) en hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo 2004-2005, año de alta producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2004). 1N=160 g de N árbol^{-1} (1x); 2N= 80 g de N árbol^{-1} (2x); 3N= 53 g de N árbol^{-1} (3x) y 4N= 40 g de N árbol^{-1} (4x). Los valores son medias $\pm \text{EE}$; $n=12$; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

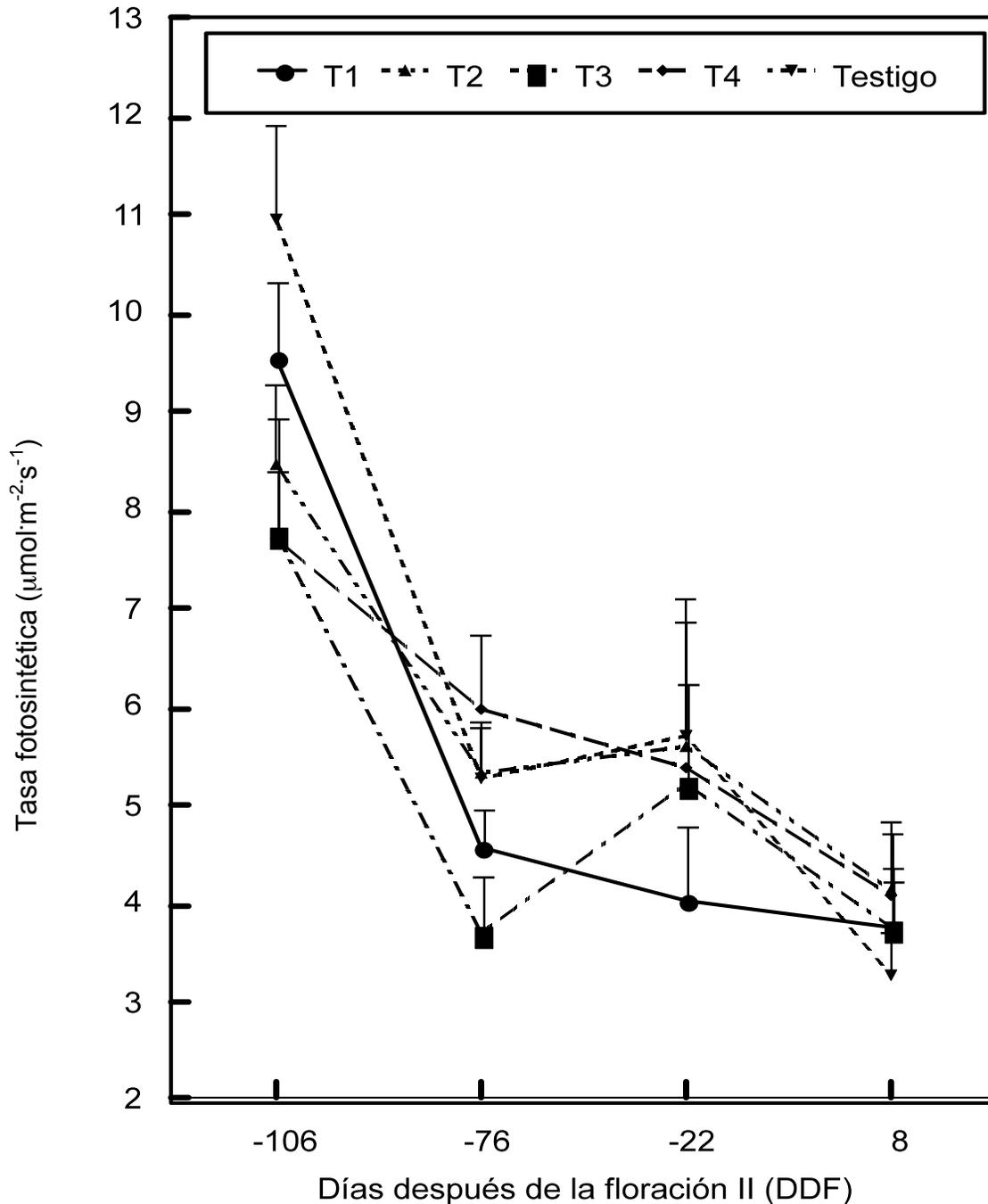


Figura 1.6. Tasa de fotosíntesis de las hojas de aguacate ‘Hass’ del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre 2003). 1N=160 g de N·árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N·árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N·árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N·árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

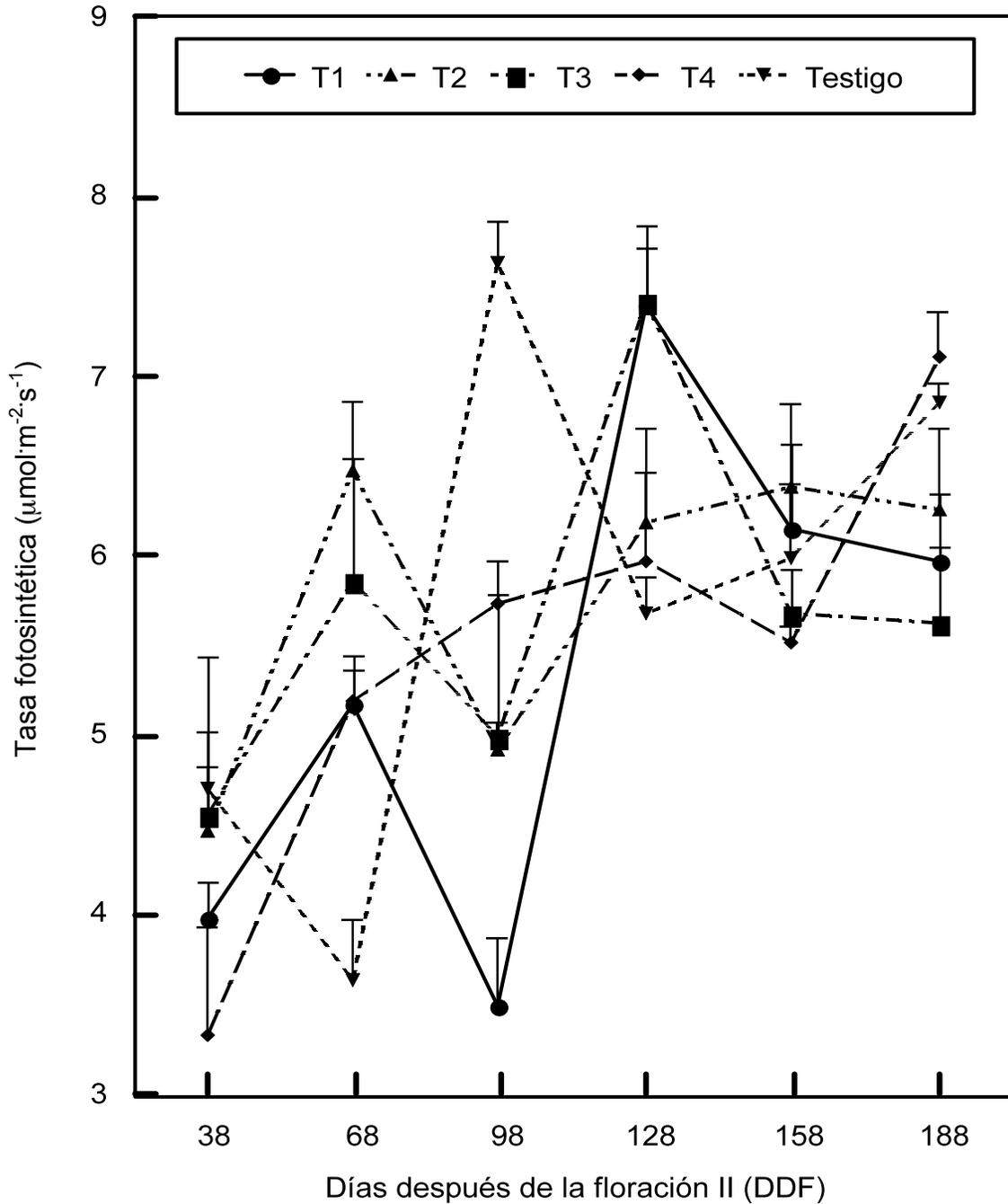


Figura 1.7. Tasa de fotosíntesis de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=una aplicación de 160 g de N/árbol; 2N=dos aplicaciones de 80 g de N/árbol; 3N= tres aplicaciones de 53.3 g de N/árbol y 4N= cuatro aplicaciones de 40 g de N/árbol. Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

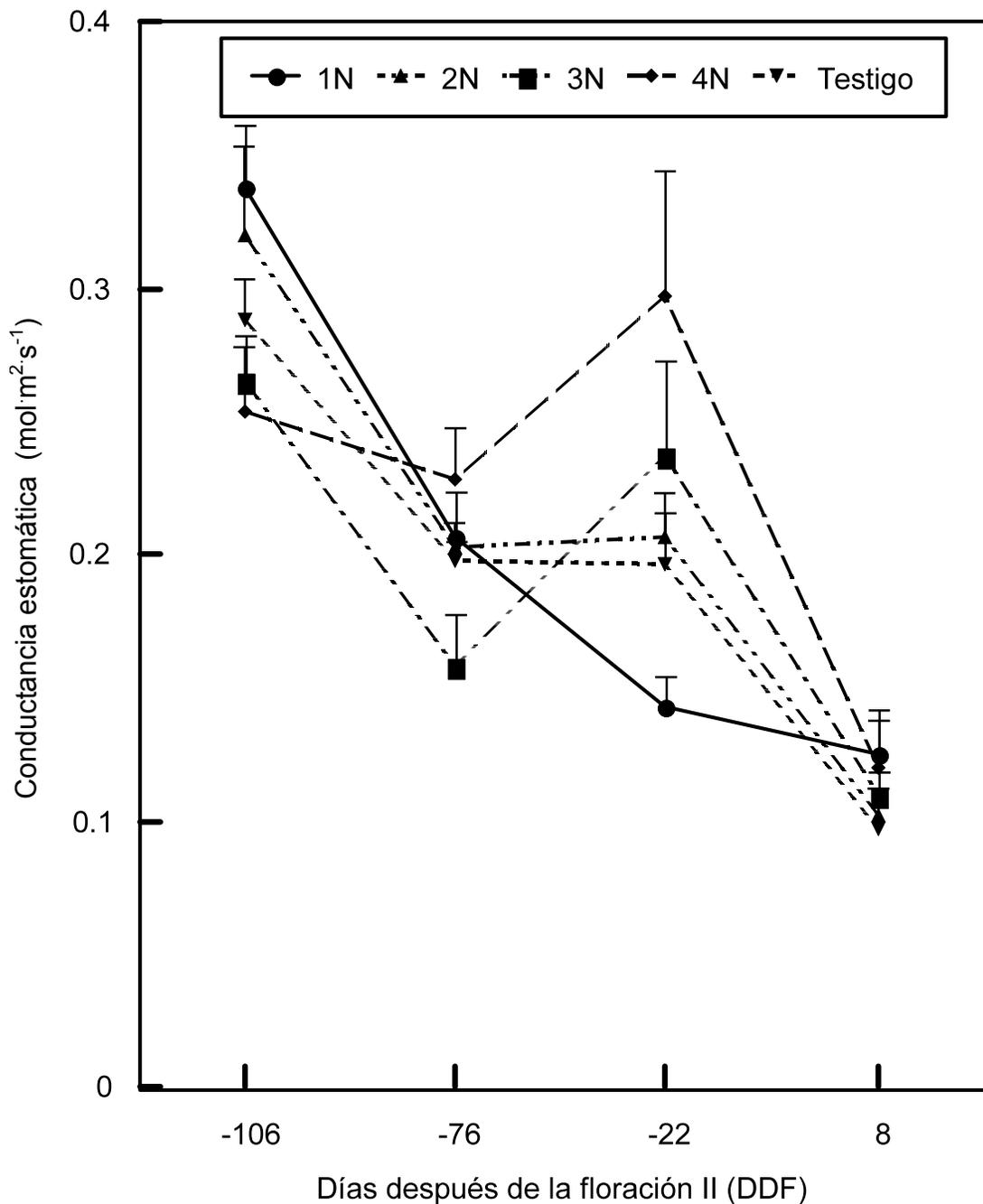


Figura 1.8. Conductancia estomática de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

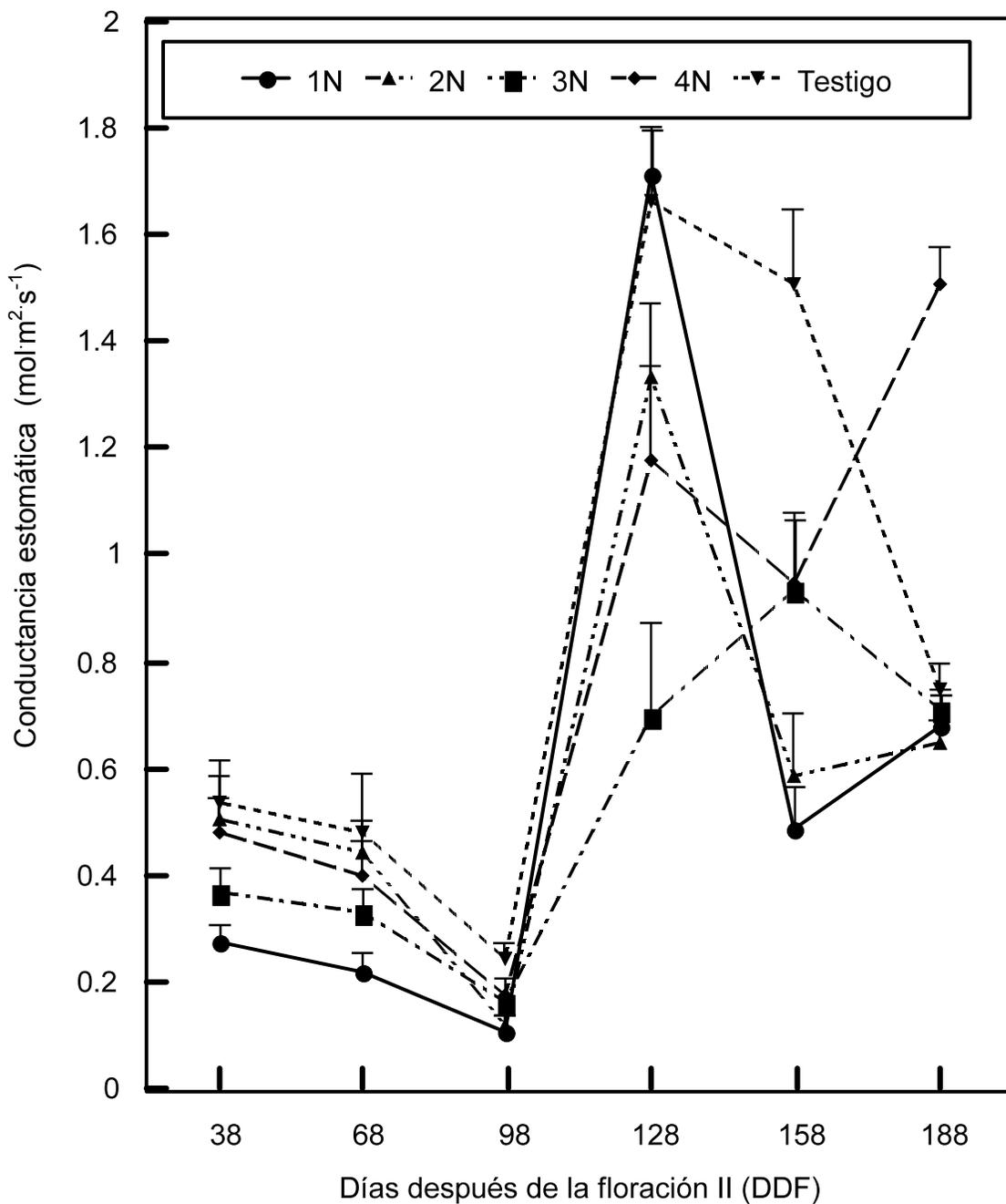


Figura 1.9. Conductancia estomática de las hojas de aguacate ‘Hass’ del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

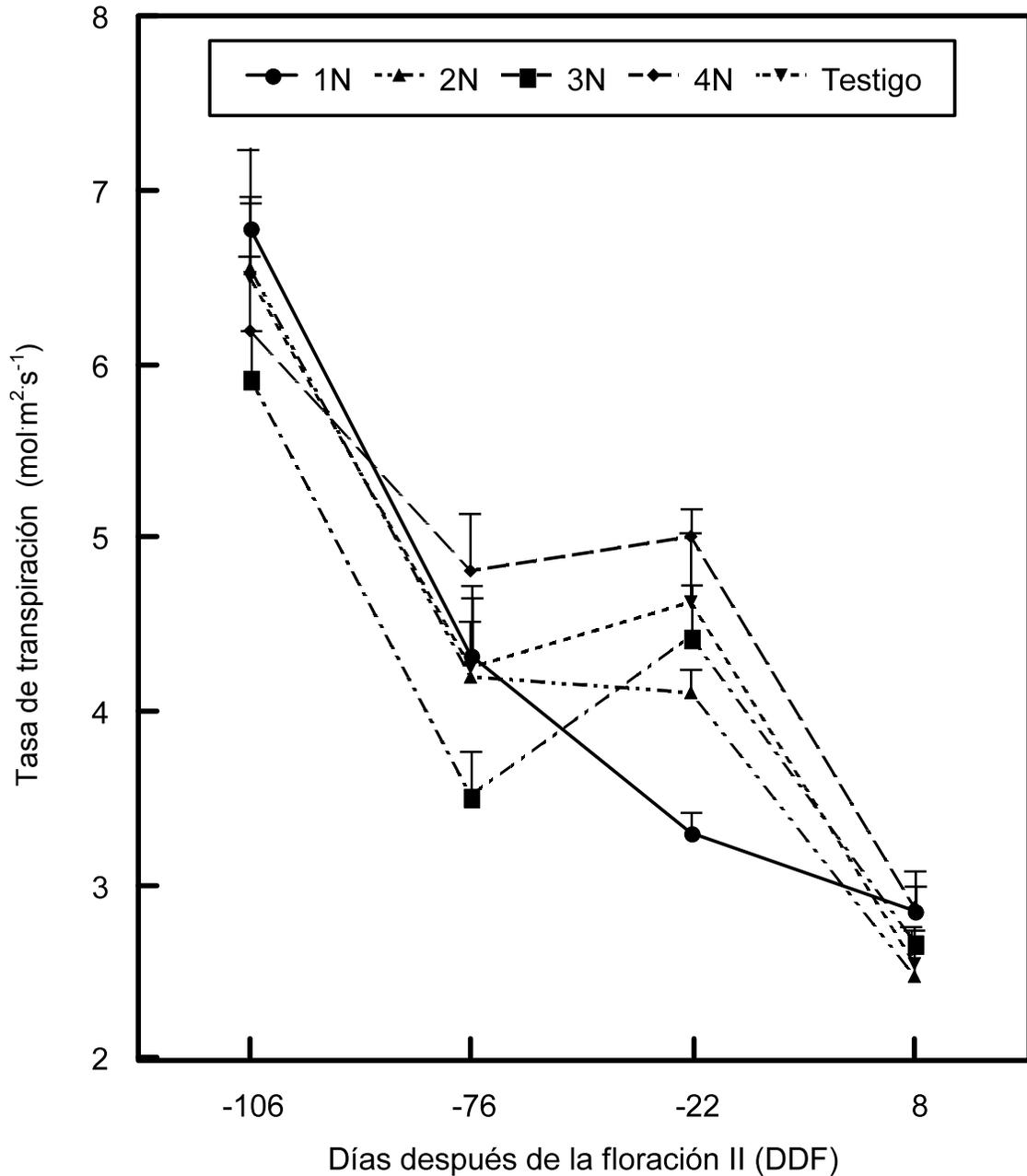


Figura 1.10. Tasa de transpiración de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

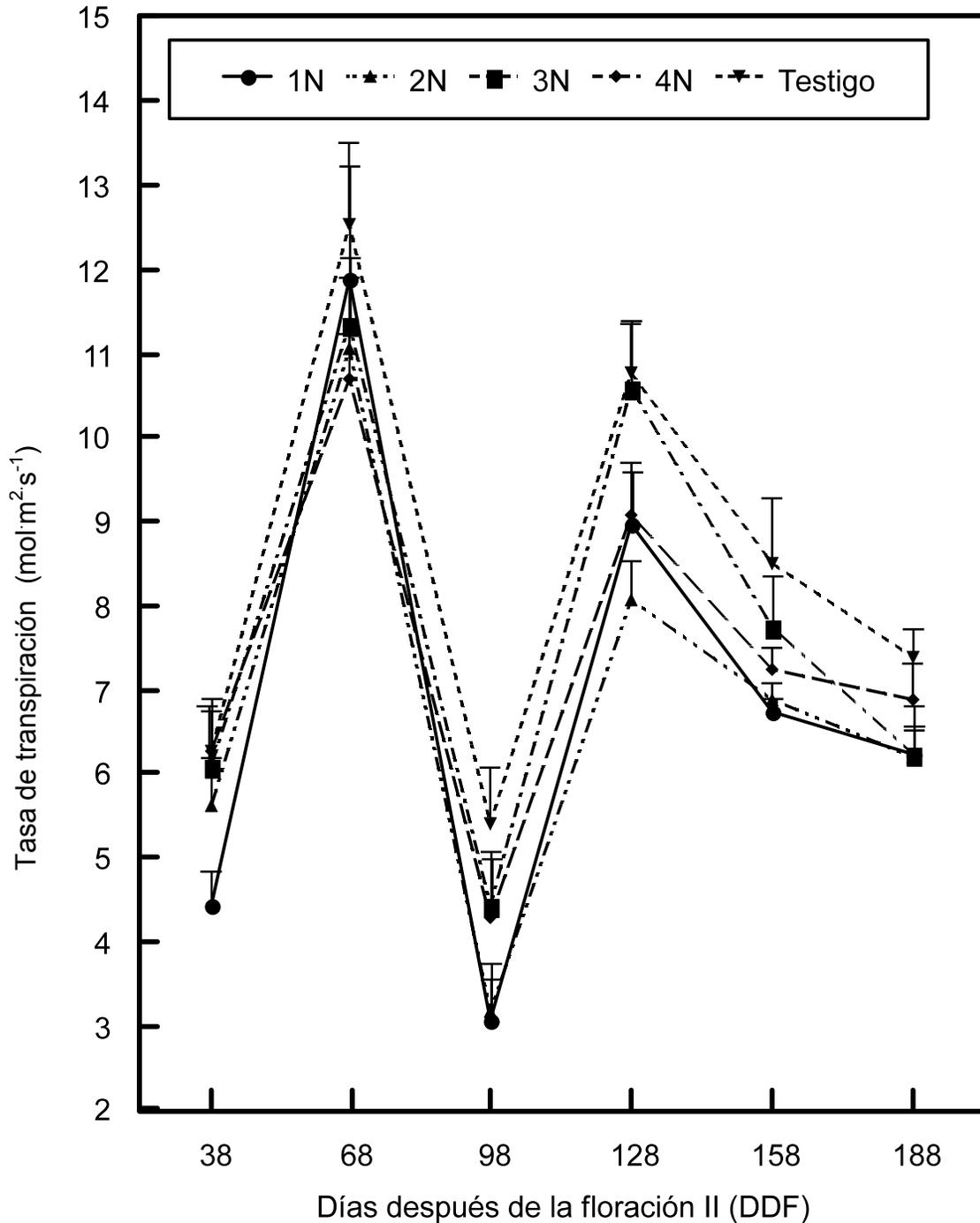


Figura 1.11. Tasa de transpiración de las hojas de aguacate ‘Hass’ del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N·árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N·árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N·árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N·árbol⁻¹ (4x). Los valores son medias \pm EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

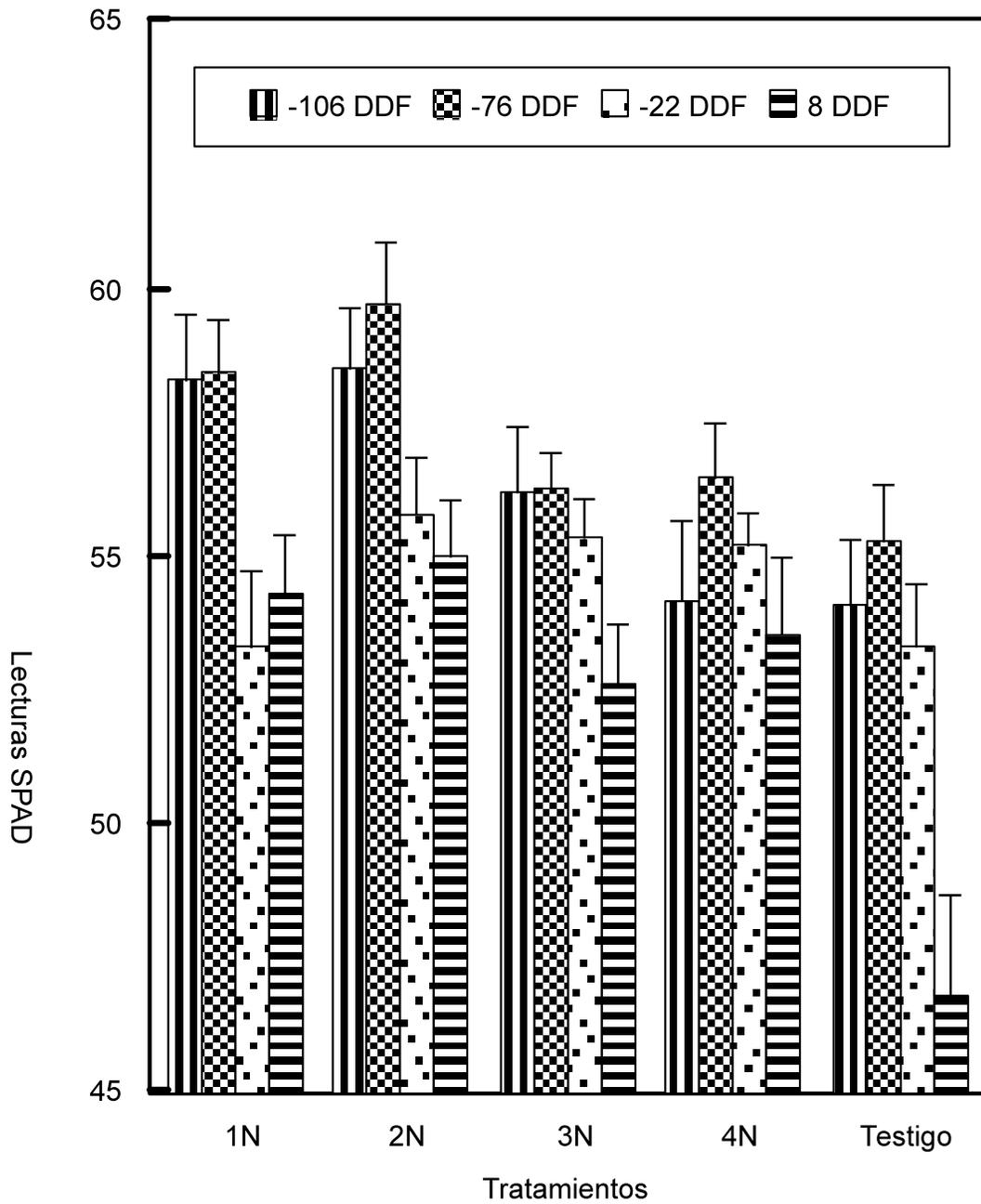


Figura 1.12. Lecturas SPAD de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo I (septiembre de 2003 a enero de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). DDF= Días después de la floración II. Los valores son medias ±EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

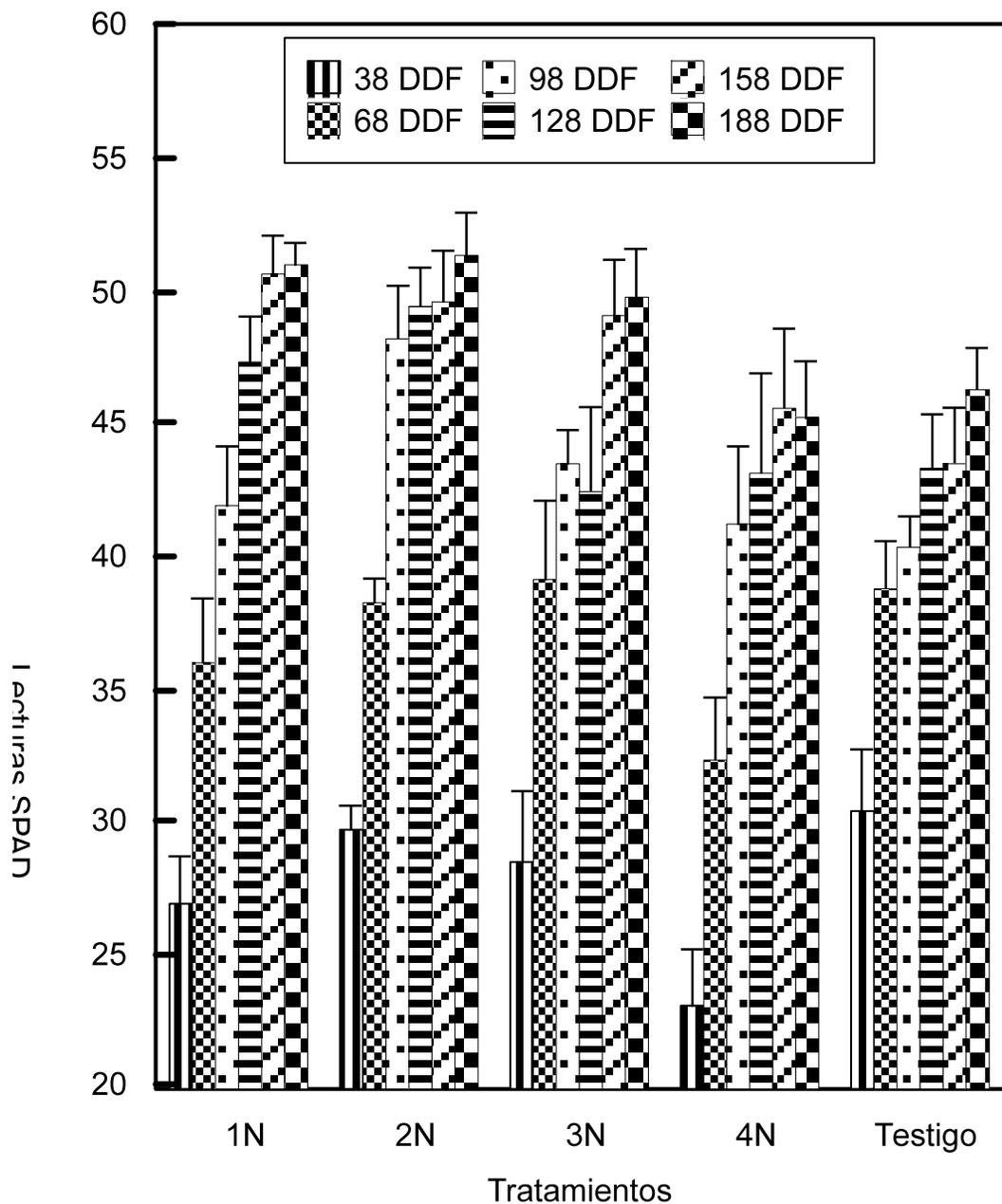


Figura 1.13. Lecturas SPAD de las hojas de aguacate 'Hass' del flujo vegetativo II (febrero a julio de 2004), año de baja producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto y septiembre de 2003). 1N=160 g de N árbol⁻¹ (1x); 2N= 80 g de N árbol⁻¹ (2x); 3N= 53 g de N árbol⁻¹ (3x) y 4N= 40 g de N árbol⁻¹ (4x). DDF= Días después de la floración II. Los valores son medias ±EE; n=12; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

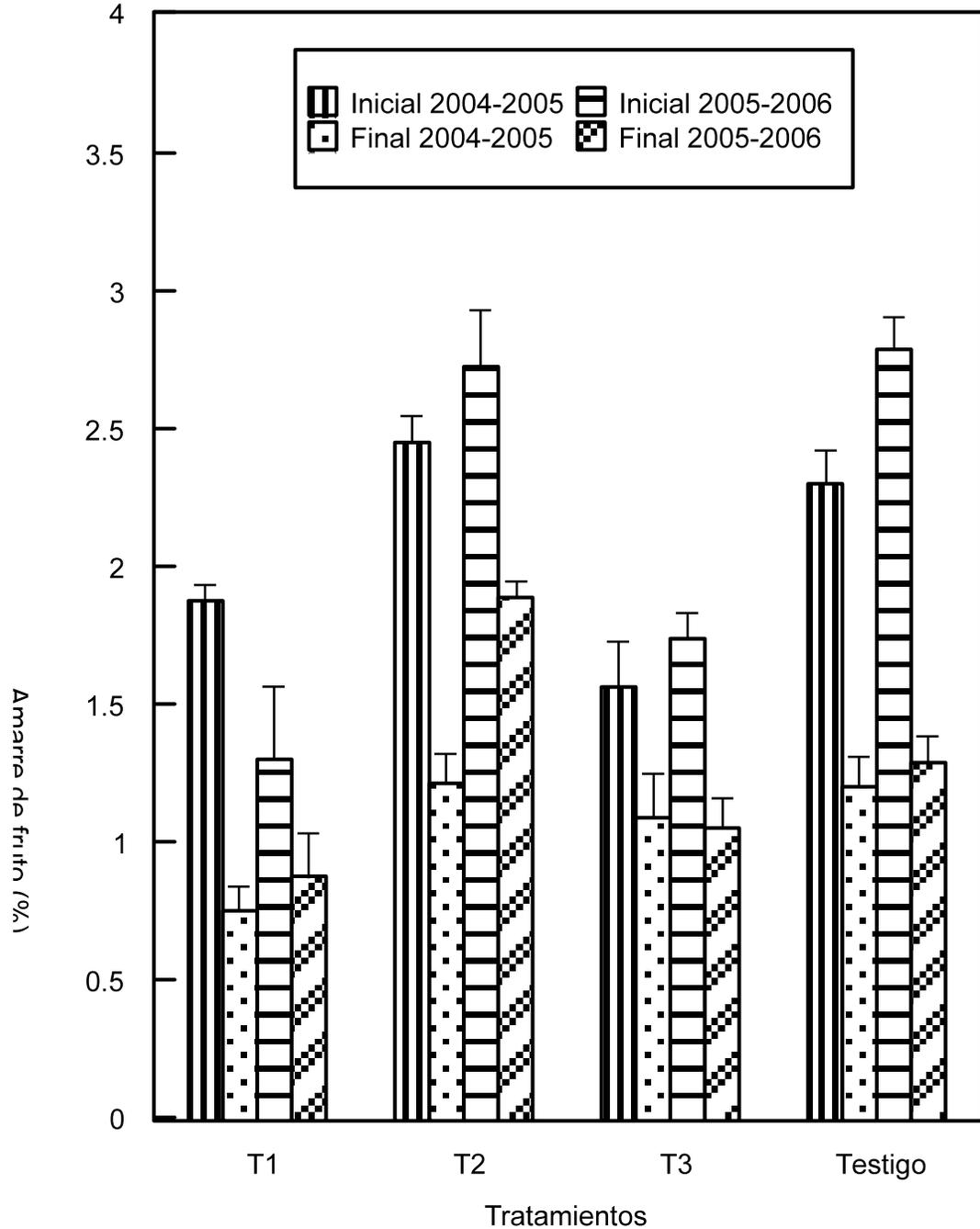


Figura 1.14. Amarre de fruto inicial y final en aguacate 'Hass', de la floración II de los ciclos 2004-2005 y 2005-2006, año de baja y alta producción, respectivamente, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2004). T1=160 g de N árbol⁻¹; T2=240 g de N árbol⁻¹; T3=320 g de N árbol⁻¹ y Testigo. Los valores son medias \pm EE; n=6; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

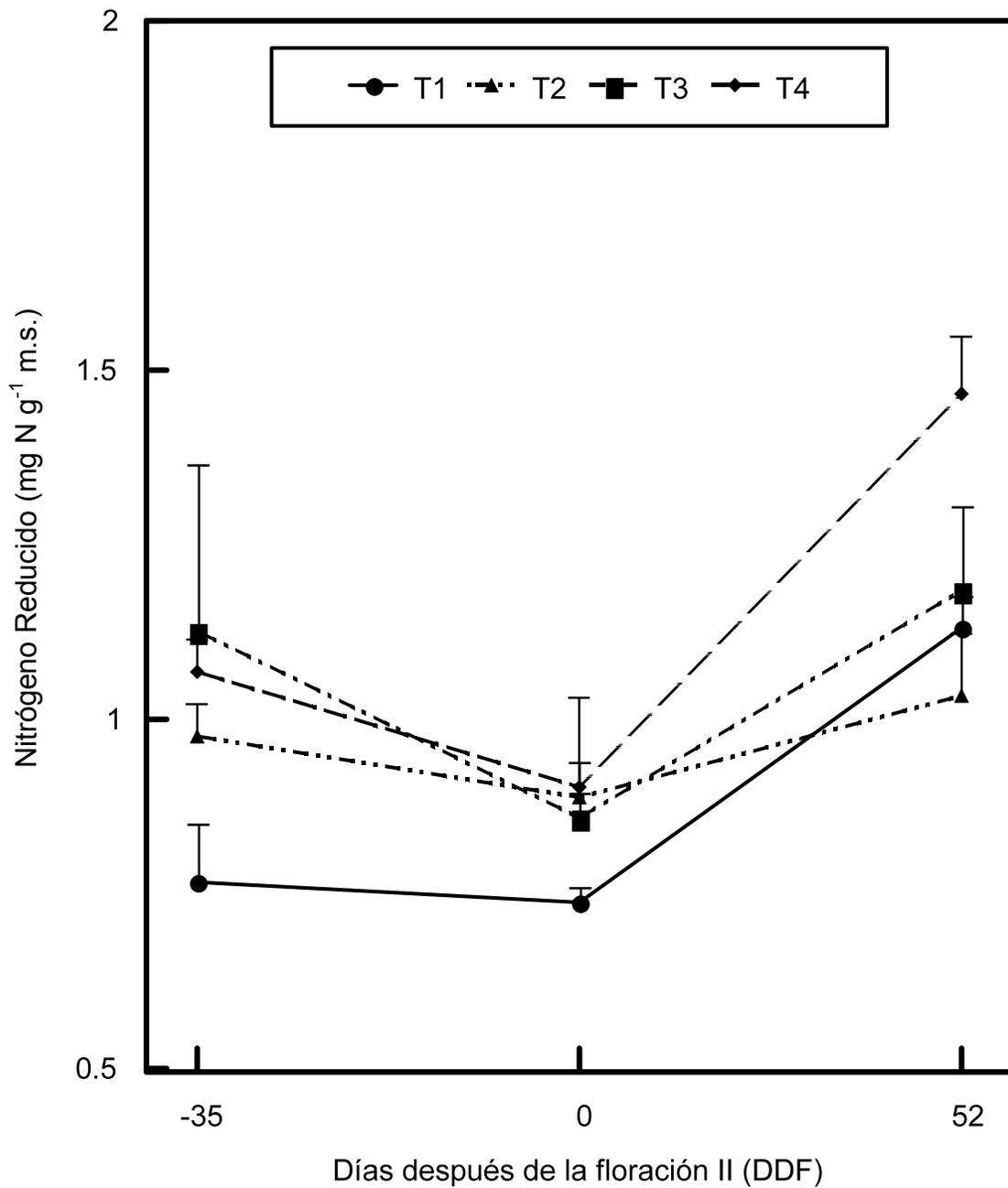


Figura 1.15. Acumulación de nitrógeno reducido ($\text{mg N g}^{-1} \text{ m.s.}$) en hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo 2004-2005, año de alta producción, con aplicaciones foliares de nitrógeno durante el crecimiento vegetativo I (agosto de 2004). T1=160 g de N árbol^{-1} ; T2=240 g de N árbol^{-1} ; T3=320 g de N árbol^{-1} y T4=testigo. Los valores son medias $\pm \text{EE}$; $n=6$; la barra del EE se muestra sólo cuando es mayor que el símbolo.

1.5. Literatura citada

- Alcántar, G.G. y M.V. Sandoval. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. A.C. Chapingo, México.
- Armas, R.R. 1997. Factores que limitan amarre y apertura de yemas florales de chabacano (*Prunus armeniaca* L.). Tesis de doctor en Ciencias. Especialidad en fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Arpaia, M.L., Z.V. Rooyen, J.P. Bower, P.J. Hofman y A. B. Woolf. 2004. Las prácticas culturales influyen sobre la calidad de la fruta en postcosecha. 2° Seminario Internacional de Paltos. 29 de septiembre a 1 de octubre. Sociedad Gardiazabal y Magdahl. Ltda. Quillota, Chile.
- Bárceñas, O.A.E., J. Molina E., M. Huanosto F. y P. Aguirre S. 2003. Contenido de Macro y microelementos en hojas, flor y fruto de aguacate 'Hass' en la región de Uruapan, Michoacán. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 365-379.
- Bergh, B.O. 1975. Avocados. In: Advances in fruit breeding. J. Janick and J.N. Moore (Eds.). Purdue University Press. West Lafayette, Indiana, USA.
- Cabezas, C., J. J. Hueso y J. Cuevas. 2003. Anomalías morfológicas y fisiológicas del ciclo floral del aguacate en la Costa de Almería. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 231-236.
- Calderón, Z.G., J. Rodríguez A. A.E. Becerril R., M. Livera M. y M.T. Colinas L. 1997. Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y el desarrollo de durazno en producción forzada. *Agrociencia*. 31:291-296.
- Castillo, A., Tirado, J., Rubí, M. and Avitia, E. 2000. Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of avocado. *J. Plant Nutr.* 23: 663-671.
- 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 Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Coutanceau, M. 1964. Fruticultura. Ediciones de Occidente. Madrid, España. 108 p.
- Cox, A. K., T.K McGhie, A.White, and A.B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biol. Technology*. 31:287-294.

- González, N. J. 2000. Floración y amarre de frutos estimulado con AG₃, anillado y auxina en mandarino 'Mónica' (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis de Maestría. Especialidad en Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Méx.
- Goren, R., E.E. Goldschmidt and S.P. Monselise. 1971. Interrelation of hesperidium, some other natural components and certain enzyme systems in the developing 'Shamouti' orange fruit. *J. Hort. Sci.* 96:10-13.
- Hernández, V. E.F. 2006. Diagnóstico y dinámica estacional de nitrógeno en hojas y brotes de durazno bajo sistema de producción forzada. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Inoue H. and B. Takahashi. 1991. Scanning electron microscope observation of abnormal flower and their frequency in avocado trees. *J. Japan Soc. Hort. Sci.* 59 (4): 703-710.
- Jaganath, I. and C.J. Lovatt. 1998. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocado. *Acta Hort.* 1:181-184.
- Klein, I. and S. Zilkah. 1986. Urea retention and uptake by avocado and apple leaves. *J. Plant Nutrition.* 9:1415-1425.
- Lavee, S., H Haskal, and Y. Ben-Tal. 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I methods, thinning and direct tree response. *J Hort. Sci.* 58:209-218.
- Lee, T.D. 1987. Patterns of fruit and seed production. In: Doust, J.I. and LL. Doust. (Eds.) *Plant reproductive ecology. Patterns and strategy.* pp. 179-202. Oxford University Press, Oxford, E.U.
- López, J., E. Lidi, M. López y J. Gutiérrez. 1993. Fotosíntesis, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua y temperatura foliar de cultivares de algodón en respuesta al estrés hídrico. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 8:17-27.
- Lozano, R., T. Angosto, P. Gómez, C. Payán, J. Capel, P. Huijser, J. Salinas, and J. M. Martínez-Zapater. 1998. Tomato flower abnormalities induced by low temperatures are associated with changes of expression of MADS-Box genes. *Plant Physiol.* 117:91-100.
- 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 V World Avocado Congress.* pp. 263-265.
- Mickelbart, M.V., R. Miller, S. Parry, M. L. Arpaia, and R. Heath. 2000. Avocado Leaf Surface Morphology. *Calif. Avo. Soc. Yrbk.* 84:139-150.

- Monselise, S.P., R. Goren, and I. Wallerstein. 1972. Girdling effect on orange fruit set and young fruit abscission. *HortScience*. 7:514-515.
- Noel, A.R.A. 1970. The gridling tree. *Bot. Rev.* 36:162-165.
- Olarte-Ortíz, O., G. Almaguer-Vargas y J. R. Espinoza Espinoza. 2001. Efecto de la fertilización foliar en el estado nutricional, la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y el rendimiento en naranjo 'Valencia Late'. *Agrociencia*. 340:347.
- Osuna, E.T. 1982. Estudio de la diferenciación floral y la expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región de Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialista en Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Otero, M., A.E. Becerril, G. Alcántara y R. Mosqueda. 1997. Producción forzada de guayabo en invernadero. *Agrociencia*. 31:285-290.
- Palacios, A.J.M. 1986. Dinámica y balance nutricional en árboles de aguacate cv Hass con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Mich. Tesis Maestría. Especialista en Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Méx.
- Roldán, H. R. 2001. Anormalidades florales en tres cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Tesis de Maestría en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ruan, Y.L. 1993. Fruit set, young fruit and leaf growth of *Citrus Unshiu* in relation to assimilate supply. *Scientia Hort.* 53:99-107.
- Saieg, A. D.M. 2006. Evaluación del comportamiento reproductivo y vegetativo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en función de la carga frutal presente. Taller de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso, Chile.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 1998. GA₃ application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:791-797.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 2000. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:25-30.
- Sánchez, G. P. y P. Ramírez M. 2002. Fertilización y nutrición del aguacatero. In: Téliz, O.D, El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi Prensa. México. 219 pp.
- Schaffer, B., A.W. Whiley, and R.R. Kholi. 1991. Effects of leaf age on gas exchange characteristics of avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 48:21-28.

- Scholefield, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. *Scientia Hort.* 275:425-434.
- Schoroeder, C.A. 1940. Floral abnormalities in the avocado. *Cal. Avo. Soc. Yrbk.* 57:115-117.
- Voss, D. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society color chart. *HortScience* 27:1252-1260.

Anexo A

A1. Determinación de nitrógeno reducido

Se determinó por el método de Nessler descrito por Alcántar y Sandoval (1999).

1. Se pesó 0.1 g de materia seca.
2. Se le agregó 10 mL de una solución reguladora de fosfato de potasio 0.1 M a pH 7.4 (KH_2PO_4 (Fermont) y K_2PO_4 (J.T.Baker)).

Preparación de 1L de solución reguladora a 0.1 M:

- a). Se pesó 27.2 g de fosfato monobásico (KH_2PO_4) y se disolvió en 1L de agua destilada (0.1 M).
 - b). Se pesó 34.8 g de fosfato dibásico (K_2HPO_4) y se disolvió en 1L de agua destilada (0.1 M).
 - c). Se tomó 95 mL de la solución de KH_2PO_4 0.1 M. y se mezcló con 405 mL de K_2HPO_4 0.1 M y 500 mL de agua destilada. Esta solución se ajustó a pH de 7.4.
3. Se agitaron las muestras con la solución reguladora durante 30 min. en un agitador de vaivén.
 4. Se filtró la solución (papel filtro Ahlstrom grade 94) a frascos de vidrio.
 5. Se tomó 0.1 mL del sobrenadante y se transfirió a un tubo de ensaye. Se llevó a un volumen de 7 mL con agua destilada.
 6. Se añadió 2 mL del reactivo de Nessler (Hg_2I y KI).

Preparación de 1L del reactivo de Nessler:

- a). Se pesó 40 g de ioduro de potasio (KI) y 60 g de ioduro de mercurio (Hg₂I).
- c). Se disolvió el KI y Hg₂I y se aforó a 500 mL con agua destilada.
- d). Se pesó 100 g de Hidróxido de sodio (NaOH) y se disolvió en 300 mL de agua destilada.
- e). Se mezclaron las soluciones de NaOH, KI y Hg₂I y se aforó a 1L con agua destilada.
7. Se agitó la solución en un vortex por 30 s.
8. Se dejó reposar la solución durante 10 min. y se registró la absorbancia a 420 nm en el espectrofotómetro (Milton Roy, modelo Spectronic 20+, Rochester, N.Y. USA).
9. La curva de calibración se preparó como se indica en el cuadro A.1.

Cuadro A.1. Curva de calibración.

(NH ₄) ₂ SO ₄ (mL)	Agua destilada (mL)	Reactivo de Nessler (mL)	µg N/tubo
0	7	2	0
0.2	6.8	2	2
0.5	6.5	2	5
1.0	6.0	2	10
1.5	5.5	2	15

Los cálculos de la concentración de nitrógeno reducido en el tejido vegetal se calcularon de acuerdo con la ecuación obtenida de la curva de calibración (Fig. 1), $X = (Y - A/B)$, considerando las diluciones hechas y el peso utilizado del material vegetal.

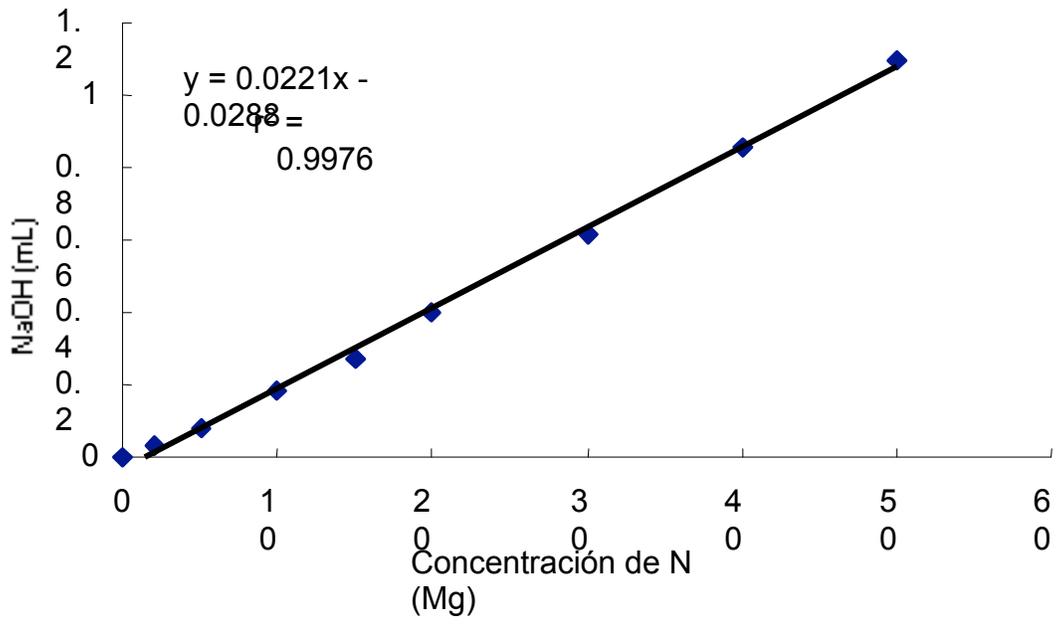


Figura A1.1. Curva de calibración.

CAPITULO II. NITRÓGENO REDUCIDO, CARBOHIDRATOS Y AG₃ EN EL AMARRE DE FRUTO DE AGUACATE 'HASS'

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la aplicación foliar de AG₃ y N, y anillado en el amarre inicial y final de fruto de aguacate (*Persea americana* Mill.) 'Hass' de la floración II y su relación con la acumulación de nitrógeno reducido (NR), variables fotosintéticas, anormalidades florales, acumulación de carbohidratos solubles, AG₃ y calidad de fruto. Los factores evaluados fueron N, AG₃ y anillado, con dos niveles para cada factor: 160 g·árbol⁻¹ y 0 g·árbol⁻¹; 25 mg·L⁻¹ y 0 mg·L⁻¹; con anillado y sin anillado, respectivamente. AG₃ y N fueron aplicados a inflorescencias en estado de coliflor y el anillado se realizó en la floración II. Las variables fotosintéticas fueron determinadas en los meses de diciembre a julio (ciclo 2003-2004); el nitrógeno reducido (ciclos 2003-2004 y 2004-2005), carbohidratos solubles y AG₃ (ciclo 2004-2005) en los meses de noviembre, enero y febrero. En el año de baja producción (2003-2004 y 2005-2006), con N (160 g·árbol⁻¹) y anillado se incrementó el amarre inicial (entre 23.8% y 50%; 13.6% y 91.6%, respectivamente) y final (88.8% y 25%, respectivamente) y las combinaciones de N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado y N (160 g·árbol⁻¹) + anillado aumentaron el amarre inicial (88.2%) y final (133.3%), respectivamente. La acumulación de NR y los valores de clorofila incrementaron con anillado y N (160 g·árbol⁻¹). Los tratamientos no afectaron la fotosíntesis y área específica foliar. En el año de alta producción (2004-2005) aumentó el amarre inicial en 26.6 % y 23.6% con N (160 g·árbol⁻¹) y AG₃ (25 mg·L⁻¹), respectivamente; y el amarre final en 41.1% y 100% con anillado y N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado, respectivamente. No hubo incremento en la acumulación de NR. El nivel de N (160 g·árbol⁻¹) y anillado promovieron la acumulación de carbohidratos solubles. La combinación de AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado aumentó la acumulación de AG₃. Los tratamientos no redujeron la presencia de anormalidades florales y no afectaron la calidad de fruto. No hubo correlación en la acumulación de NR y anormalidades florales con el amarre de fruto.

Palabras clave: *Persea americana* Mill., nitrógeno reducido, anormalidades florales, carbohidratos solubles, calidad de fruto.

REDUCED NITROGEN, CARBOHYDRATES AND GA₃ IN THE FRUIT SET OF AVOCADO 'HASS'

Abstract

The aim of this study was to evaluate the foliar application of GA₃ and N, and girdling on initial and final fruit set in 'Hass' avocado trees (*Persea americana* Mill.) of the flowering II and its relationship with the accumulation of reduced nitrogen (RN), photosynthetic variables, floral abnormalities, accumulation of soluble carbohydrates, GA₃ as well as fruit quality. The factors evaluated were N (160 g and 0 g per tree), GA₃ (25 and 0 mg·L⁻¹) and girdling (girdling and no girdling). GA₃ and N were applied to inflorescence during the "cauliflower" stage, and girdling was performed at full bloom II. Photosynthetic variables were evaluated in December to July (cycle 2003-2004); reduced nitrogen (cycles 2003-2004 and 2004-2005), soluble carbohydrates and GA₃ (cycle 2004-2005) in November, January, and February. On the "Off" year (2003-2004 and 2005-2006), with N (160 g tree⁻¹) and girdling increased initial fruit set (between 23.8 and 50%, 13.6 and 91.6%, respectively) and final (88.8% and 25%, respectively); and the combinations of N (160 g tree⁻¹) + GA₃ (25 mg·L⁻¹) + girdling and N (160 g tree⁻¹) + girdling increased the initial (88.2%) and final fruit set (133.3%), respectively. Accumulation of RN and values of chlorophyll were increased with N (160 g tree⁻¹) or girdling. Treatments were no affected photosynthesis and specific foliar area. On the "On" year (2004-2005) the initial fruit set was increased in 26.6 % and 23.6% with the application of N (160 g tree⁻¹) or GA₃ (0 mg·L⁻¹), respectively; and the final fruit set in 41.1% and 100% with girdling and N (160 g tree⁻¹) + GA₃ (25 mg·L⁻¹) + girdling, respectively. There was no increase in the accumulation of RN. The level of N (160 g tree⁻¹) and girdling promoted the accumulation of soluble carbohydrates. The combinations of GA₃ (25 mg·L⁻¹) + girdling increased the GA₃ accumulation. Treatments were no reduced the proportion of floral abnormalities and did not affect fruit quality. There was correlation in accumulation of RN and abnormalities floral with fruit set.

Key words: *Persea americana* Mill., reduced nitrogen, floral abnormalities, soluble carbohydrates, fruit quality

2.1. Introducción

Los árboles de aguacate generan numerosas flores, de uno a dos millones, y el amarre de fruto representa sólo 0.001% (Moncur, 1988). El bajo porcentaje de amarre se ha atribuido a la competencia entre el crecimiento vegetativo y el crecimiento reproductivo por nutrimentos, carbohidratos y reguladores de crecimiento.

El crecimiento y desarrollo de los árboles frutales dependen de un suministro óptimo de nutrimentos; así como de una síntesis y disponibilidad de carbohidratos. El N es fundamental para que se desarrolle el ciclo general de la fotosíntesis y respiración e influye en la síntesis de hormonas y aminoácidos que regulan el crecimiento de la hoja, la eficiencia de la hoja y la formación posterior de azúcares (Díaz, 2002). Las hojas jóvenes en desarrollo tienen altas tasas metabólicas y de expansión, por lo tanto constituyen fuertes demandas que compiten con otros órganos demandantes de la planta (Ho, 1988). El fruto en desarrollo puede atraer fotosintatos a expensas del crecimiento vegetativo (Bollard, 1970). Sin embargo, la flor generalmente tiene menor prioridad con respecto al fruto de extraer fotosintatos. Debido a la relación que existe entre N y C, es probable que el suministro foliar de N previo a la floración de aguacate reduzca la posible competencia entre los órganos demandantes y mejore el amarre de fruto.

Los estudios desarrollados en aguacate han investigado la fluctuación de los carbohidratos; sin embargo no han determinado su relación con el amarre de fruto. En hojas de aguacate 'Colín-V33' encontraron que la disminución del contenido de azúcares totales coincidió con la floración de invierno y el crecimiento vegetativo de invierno-primavera (Castillo *et al.*, 1998) y en aguacate 'Hass' se ha reportado reducción de carbohidratos solubles totales en hojas y tallos durante el período de rápido crecimiento de fruto, floración, amarre de fruto y crecimiento de las ramas (Liu *et al.*, 1999). La práctica de anillado se ha empleado en varios frutales para incrementar carbohidratos, reguladores de crecimiento y mejorar el amarre de fruto. En mandarina 'Shamouti' y 'Murcott' (González, 2000; De la Cruz, 2003); mango (Noel, 1970), olivo (Lavee *et al.*, 1983) y aguacate (Arteaga, 1982; Rubí, 1992; Davie *et al.*, 1995) se ha

reportado incremento en la acumulación de carbohidratos por la práctica de anillado. En naranjo 'Shamouti' tres semanas después de realizado el anillado observaron acumulación de giberelinas (Goren *et al.*, 1971; Monselise *et al.*, 1972). El aumento en el amarre de fruto se ha registrado en mandarina 'Mónica' (De la Cruz, 2003); y en aguacate 'Colín-V33 (Rubi, 1992) y 'Fuerte' (Lahav *et al.*, 1971; Malo, 1971; Arteaga, 1984).

Por otro lado, la aplicación de AG₃ también se ha relacionado con el aumento de carbohidratos y amarre de fruto. En naranjo dulce 'Valencia' han reportado que la aplicación de AG₃ influye en las relaciones fuente-demanda y los frutos de las plantas tratadas mostraron mayor contenido de ¹⁴C (Mauk *et al.*, 1986). El incremento en el amarre de fruto se ha registrado en mandarina 'Ponkan' con la aplicación de AG₃ (200 mg·L⁻¹) en antesis (Tominaga, 1998) y en aguacate 'Hass' con la aplicación de AG₃ (25 mg·L⁻¹) durante el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia (Salazar-García y Lovatt, 2000).

El efecto combinado de las prácticas para mejorar el amarre de fruto no ha sido investigado en aguacate. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la aplicación foliar de N y AG₃, y anillado durante el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia y floración II, respectivamente, a fin de investigar si éstos mejoran el amarre inicial y final de fruto, y determinar su relación con la acumulación de nitrógeno reducido, variables fotosintéticas, anormalidades florales, acumulación de carbohidratos y ácido giberélico, y su influencia sobre la calidad de fruto del ciclo anterior.

La hipótesis planteada fue que el traslape de eventos fisiológicos como el desarrollo de fruto del ciclo anterior, crecimiento vegetativo II, desarrollo de frutos de la floración I y floración II podrían resultar en una alta competencia por N y carbohidratos, siendo el amarre de fruto de la floración II la de menor fuerza de demanda. Por lo anterior se plantearon dos formas de incrementar N, mediante la aplicación foliar de N y anillado; y dos formas de incrementar carbohidratos en los sitios de demanda, con aplicación foliar de AG₃ y anillado.

2.2. Materiales y Métodos

Material vegetal

El experimento se desarrolló en el Centro Experimental “La Labor”, de la Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C., ubicado en el Km. 8.5 de la carretera Temascaltepec-San Andrés de los Gama, Temascaltepec, Méx.

Se utilizaron 48 árboles del cultivar Hass injertados sobre criollos de la raza mexicana, de 8 años de edad, establecidos en marco real a una distancia de 5 x 10 m. Los árboles presentaron dos floraciones: floración I o de otoño (octubre y noviembre) y floración II o de invierno (diciembre, enero y febrero).

Manejo agronómico de la plantación

Durante el período de investigación se fertilizó al suelo con 3 Kg de 13-00-46 (NPK) por árbol, dividida en dos aplicaciones (agosto y septiembre de 2003, 2004, 2005 y 2006). La aplicación se hizo a 2 m del tronco considerando en los cuatro puntos cardinales del árbol. Asimismo, se realizó fertilización al follaje con elementos menores, Sulfato de Zinc[®] (35.5 % Zn), 2 g por litro de agua, y Sagaquel[®] (Fe, Zn, Mg, Mn), 2 mL por litro de agua, en agosto; y Solubor (20.5 % B), 2 g por litro de agua, en diciembre, de cada año, respectivamente.

Para el combate de plagas se aplicó malathión[®] 500 (malathion 500 g de I.A) y thiodan[®] (Endosulfán 350 g de I.A.) cuando fue necesario, y como control preventivo de enfermedades caldo bordelés (1 Kg de cal y 1 Kg de cobre en 100 L de agua), este se aplicó durante los últimos tres meses del desarrollo del fruto.

Se realizaron deshierbes manuales y químico con faena[®] (Glifosato 480 g de I.A.).

Se proporcionó riego rodado cada 28 días y se suspendió durante el período lluvioso.

Tratamientos

El experimento se desarrolló durante tres ciclos de producción, 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006. Los tratamientos considerados en este trabajo se aplicaron en la floración II (invierno) y estuvieron conformados por los factores N, AG₃ y anillado (Cuadro 2.1). La aspersión foliar de N y AG₃ se hizo a las 10 am., a punto de goteo, aplicando 12 L·árbol⁻¹, cuando el 50% de las inflorescencias alcanzaron el estado 8 de desarrollo de la inflorescencia (Fig. 2.1), 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). El anillado fue de 1 cm. de ancho y 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.

Cuadro 2.1. Tratamientos aplicados en aguacate 'Hass'.

Tratamientos		
Factor	Niveles	Fecha de aplicación
N ^y	160 (g·árbol ⁻¹)	29 de Nov (-35DDF)
	0 (g·árbol ⁻¹)	
AG ₃ ^z	25 (mg·L ⁻¹)	29 de Nov (-35 DDF)
	0 (mg·L ⁻¹)	
Anillado	Con anillado	3 de Ene (0 DDF)
	Sin anillado	

^xNitrocel-45[®] (45 % N). Como surfactante se utilizó Adher[®] (Nonil fenol 318 g. de i.a.).

^zBiogip Técnico GBM[®] (90% de pureza mínima)

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con un arreglo factorial, seis repeticiones por tratamiento y un árbol por unidad experimental. Los análisis estadísticos se realizaron con el paquete estadístico "Statistical Analysis System" SAS para Windows V8e. La separación de medias, de los efectos principales y combinaciones de las interacciones que resultaron significativas, se hizo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Variables y Métodos

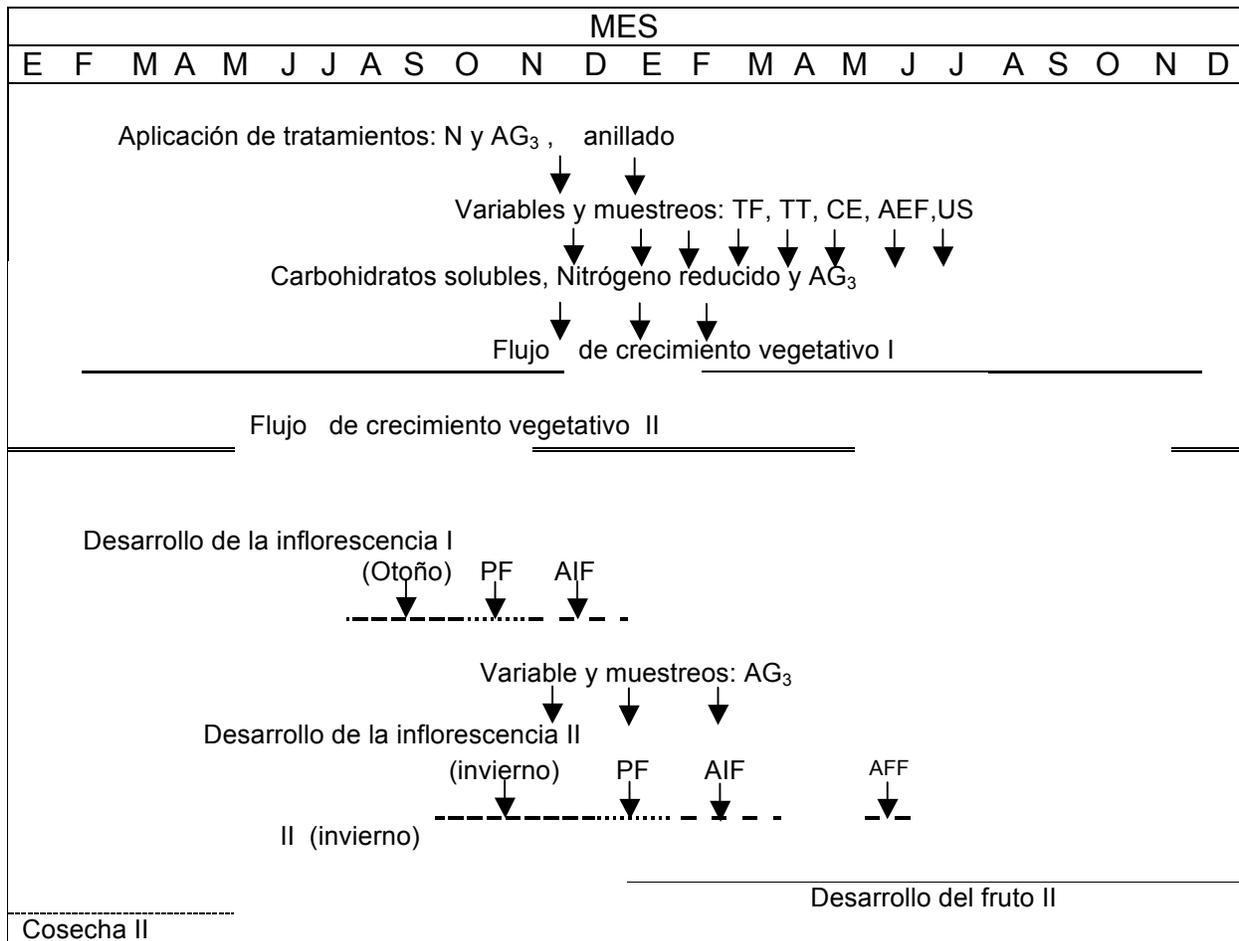


Figura 2.1. Ciclo de crecimiento de aguacate 'Hass', tratamientos y variables evaluadas TF= Tasa de fotosíntesis, TT= Tasa de transpiración, CE= Conductancia estomática, AEF= Área específica foliar, US= Unidades SPAD, PF= Plena floración, AIF= Amarre inicial de fruto, AFF= Amarre final de fruto.



Figura 2.2. Estado ocho del desarrollo de la inflorescencia (coliflor)

Porcentaje de amarre

El número de flores y frutos se contabilizó con el uso de un cubo (1 m^3), el cual se localizó a una altura de 2 m del suelo. Esta determinación fue realizada en el lado norte y sur del árbol de la floración II. El conteo de flores se realizó en plena floración (cero días después de la floración II, 0 DDF, 3 de enero) (t_0), el amarre inicial de fruto (0.5 cm de diámetro) a los 50 DDF (t_1) y el amarre final (3 a 4 cm de diámetro) a los 162 DDF (t_2) (Fig. 2.1).

Se evaluó el amarre de fruto en la floración II (invierno) del ciclo 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006.

Esta variable se determinó mediante las siguientes ecuaciones:

Ec. 2.1

$$\% \text{ amarre inicial} = \frac{\text{Número de frutos en } t_1}{\text{Número de flores en } t_0} (100)$$

Donde:

$t_0=0$ DDF

$t_1=50$ DDF

Ec. 2.2

$$\% \text{ amarre final} = \frac{\text{Número de frutos en } t_2}{\text{Número de flores en } t_0} (100)$$

Donde:

$t_0=0$ DDF

$t_2=162$ DDF

Los valores se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Determinación de nitrógeno reducido

Las muestras de hojas se obtuvieron del flujo vegetativo I (-35 DDF) y del flujo vegetativo II a los 0 DDF y 50 DDF (floración II) (Fig. 2.1). Se colectaron 16 hojas por árbol, de los cuatro puntos cardinales, los cuales se enjuagaron una vez con agua corriente y dos veces con agua destilada, se eliminó el exceso de humedad y se transfirieron a bolsas de papel para ser secados en la estufa con aire circulante a una temperatura constante de 70 °C, durante 72 horas, posteriormente se molieron en un molino de acero inoxidable. Esta evaluación se realizó en los ciclos de producción 2003-2004 y 2004-2005.

El contenido de nitrógeno reducido (NR) se determinó por el método de Nessler descrito por Alcántar y Sandoval (1999) (Anexo A1).

Tasa fotosintética (TF), conductancia estomática (CE) y transpiración (T)

Los muestreos se realizaron cada mes en las hojas de los flujos de crecimiento I y II. La medición en el flujo de crecimiento vegetativo I se inició a evaluar el 12 de diciembre de 2003 (-22 DDF); y en las hojas del flujo de crecimiento II, se inició a evaluar el 19 de febrero de 2004 (38 DDF). La evaluación de éstas variables se realizó con el analizador de gases infrarrojo (IRGA, LI-6200, LI-COR, Lincoln, NE, USA). Se evaluaron dos hojas por repetición y se realizaron en total ocho mediciones. Las mediciones se realizaron de 10 a 12 am; la temperatura media fue de 33.1 °C, humedad relativa media de 37.2 % y radiación fotosintéticamente activa media de 1171.7 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$.

Área específica foliar (AEF)

Las hojas utilizadas para medir TF se colectaron para determinar el AEF. El área de la hoja (AF) se midió con el integrador de área foliar LI-3100 (LI-COR, Inc, Lincoln, Nebraska, E.U.) y el peso de materia fresca (PF) con una balanza OHAUS Explorer (con una precisión ± 0.01 g). El AEF se calculó de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Área específica foliar} = \frac{\text{AH}}{\text{PF}}$$

Donde:

AH= Área de la hoja

PF= Peso de materia fresca

Contenido de clorofila (lecturas SPAD)

Se emplearon las mismas hojas en las que se midió la TF. Las lecturas SPAD se determinaron con el medidor portátil de clorofila SPAD 502 (Spectrum Technologies, Inc. Minolta Co., LTD. Japan).

Determinación de anomalías florales

La evaluación se realizó en la floración II en los ciclos 2003-2004, 2004-2005 y 2005-2006. Las muestras se colectaron en la floración (7 DDF) sin considerar el estado de apertura floral y tipo de inflorescencia, en 1 m², de cuatro árboles por tratamiento. Las flores colectadas se fijaron en FAA (50 mL de alcohol etílico al 95 % + 5 mL de ácido acético glacial + 10 mL de formaldehído al 40 % + 35 mL de agua destilada), después de 30 días se cambiaron a GAA (Glicerol 25 % + agua destilada 25 % + alcohol 50 %).

Las anomalías florales en el número de estambres, estaminodios, estambres, nectarios, tépalos, pistilo y forma del estilo se observaron en un microscopio estereoscópico (Carl Zeiss West Germany 475022) y se determinó el porcentaje para cada estructura y el porcentaje total, los cuales se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Determinación de carbohidratos solubles

Esta evaluación se realizó en hojas, inflorescencias en desarrollo, panículas florales y panículas con frutos. Las hojas se colectaron del flujo vegetativo I, a los -35 DDF y a

los 7 DDF, y del flujo vegetativo II, a los 50 DDF (Floración II); las inflorescencias en la etapa 8 (estado de “coliflor”, -35 DDF); las panículas florales a los 7 DDF, y las panículas con frutos a los 50 DDF (amarre inicial). 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 utilizada para la extracción fue la propuesta por Darnell, *et al.* (1994) con algunas adecuaciones en el presente trabajo (Anexo A2).

Los contenidos de sacarosa, glucosa y fructosa se cuantificaron con un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC, HP 1100, Agilent Technologies).

Contenido endógeno de ácido giberélico

Esta determinación se realizó en la floración II, de diciembre 2004 a enero 2005, correspondiente al ciclo de producción 2004-2005. Se evaluaron en inflorescencias, flores y frutos en desarrollo, los cuales se colectaron en la misma fecha que las hojas para determinar carbohidratos solubles. Las muestras se transportaron en nitrógeno líquido y se almacenaron a -20°C, se liofilizaron y se almacenaron nuevamente a -20°C hasta su extracción.

La metodología utilizada para la extracción fue la propuesta por Croker y Hedden (2000) con algunas modificaciones en el presente trabajo (Anexo A3). Esta determinación se realizó con un cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC, HP 1100, Agilent Technologies).

Calidad de fruto

Se evaluaron 45 frutos en madurez fisiológica correspondientes a la floración II, ciclo 2002-2003 y 2003-2004, los cuales se cosecharon el 19 de enero de 2004 y 17 de enero de 2005, respectivamente. La temperatura promedio durante el proceso de maduración de consumo fue de 18 °C.

Las variables de calidad fueron las siguientes:

Pérdida de peso. Los frutos se pesaron en una báscula electrónica (Model EY-2200A, A&D Co., LTD Tokio, Japan). Las pérdidas de peso acumulativas se determinaron de acuerdo con la diferencia de peso fresco a los cero días después de la cosecha, 0 DDC, (t_0), y el peso fresco a los tres, seis, nueve y doce días después de la cosecha (t_n), dividido entre el peso fresco inicial. Las pérdidas de peso se registraron en porcentaje, de acuerdo con la ecuación 2.4, los cuales se transformaron a valores angulares (raíz cuadrada).

Ec. 2.4

$$\text{Pérdida de peso} = \frac{\text{Peso fresco en } t_0 - \text{Peso fresco en } t_1}{\text{Peso fresco en } t_0} (100)$$

Color. Las mediciones se realizaron con un colorímetro Hunter Lab D25-PC2 (Hunter Associates laboratory, Inc. Reston, VA, USA), el cual reporta los valores L, a, b, que miden luminosidad, espectros verde-rojo y azul-amarillo, respectivamente, los valores se convirtieron a ángulo ($^{\circ}h$) y croma (C) (Voss, 1992).

Firmeza. La firmeza se determinó con un texturómetro Chatillon Force Five (Model FDV-30, 30 LB x 0.01 B, Wagner) y un puntal cónico de 0.7 cm., en seis frutos por tratamiento.

2.3. Resultados y Discusión

En el ciclo 2003-2004, año de baja producción, hubo diferencias estadísticas por efecto de la aplicación de N y por anillado en el porcentaje de amarre inicial. El amarre de fruto se incrementó en 50% y 91.6% con la aplicación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) y la práctica del anillado, respectivamente. No se registraron interacciones entre los factores (Cuadro 2.2).

En la evaluación realizada en el ciclo 2004-2005, año de alta producción, se obtuvo un comportamiento diferente al año de baja producción. Hubo aumento en el amarre inicial de 26.6% y 23.6% con la aplicación de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) y AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), respectivamente (Cuadro 2.3). En el amarre final, el anillado incrementó el amarre en 41.1%, y registró diferencia en la interacción N x AG_3 x anillado, en donde la combinación N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + anillado incrementó en 100% el amarre, y la combinación con menor amarre fue N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sin anillado (0.9 %).

En el ciclo 2005-2006, año de baja producción, la respuesta de los tratamientos aplicados tuvieron una tendencia similar al registrado en el ciclo 2003-2004 (Cuadro 2.4). Se mejoró el amarre inicial en 23.8 % y 13.6%, con la aplicación de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) y anillado, respectivamente. Hubo diferencia en la interacción N x AG_3 x Anillado, donde la combinación N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + anillado resultó ser estadísticamente superior a las demás combinaciones, aumentó 88.2% el amarre. En la evaluación realizada en el amarre final se encontraron diferencias en N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) y anillado, el amarre aumentó en 88.8% y 25%, respectivamente; hubo diferencia significativa en la interacción N x anillado, donde la combinación N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + anillado fue estadísticamente superior al resto de las combinaciones, aumentó el amarre en 133.3%.

Los resultados muestran que en los dos años de evaluación, correspondientes a baja producción, hubo un comportamiento similar en el amarre inicial de fruto, en donde la aplicación de N y anillado favorecieron la retención de los frutos; el efecto del N probablemente fue debido a la acción de la urea sobre el incremento de óvulos viables y número de tubos polínicos que alcanzaron exitosamente el óvulo como lo observado por Jaganath y Lovatt (1998) y por lo tanto hubo incremento en el amarre de fruto. La respuesta obtenida por la práctica de anillado, en baja y alta producción 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.

En el ciclo 2005-2006 (baja producción), la respuesta en el amarre inicial de la combinación N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + 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 AG₃ se hizo en el estado ocho del desarrollo de la inflorescencia, -34 días después de floración (DDF). Respuesta diferente obtuvo Costas (1989), quién no encontró diferencias estadísticas entre tratamientos, al realizar el anillado antes de plena floración, en plena floración y después de plena floración con respecto al testigo, en aguacate 'Fuerte'. Mientras que el AG₃ no mostró diferencias significativas a pesar de que se observó un rápido desarrollo del brote vegetativo, como el reportado por Salazar-García y Lovatt (2000); probablemente en este año de baja floración se requería de una mayor dosis de AG₃, por lo que su efecto sólo se mostro cuando fue combinado con N y anillado. Por otro lado, la respuesta de la combinación de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + anillado en el amarre final es posible que esté 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 de anillado en el amarre final. En este ciclo, la aplicación de N incrementó la acumulación de glucosa en las hojas y panículas con frutos, por lo tanto es probable que este azúcar en conjunto con los efectos que se le han atribuido al N mejoraron el amarre de fruto. El anillado probablemente tuvo mayor efecto en la capacidad de retención de fruto y mejora del amarre final debido a que esta práctica se realizó en la floración y el efecto inmediato del anillado es el incremento de carbohidratos como lo han reportado en cítricos (González, 2000; De la Cruz, 2003); mango (Noel, 1970) y olivo (Lavee *et al.*, 1983). En este estudio el anillado incremento la acumulación de sacarosa y fructosa en hojas; en las panículas florales de sacarosa y fructosa; y glucosa en las panículas con frutos. La aplicación de AG₃ en el año de alta floración (2004-2005) sólo incremento el amarre inicial, respuesta diferente al registrado por

Salazar-García y Lovatt (2000), quienes reportaron aumento del amarre de fruto (0.5 frutos/1m de rama) con la aplicación de AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) en árboles con baja floración; mientras que con alta floración no hubo incremento y el amarre se redujo ligeramente sin ser estadísticamente diferente al testigo. Probablemente la dosis suministrada en el presente estudio no fue suficiente para que el árbol retuviera más frutos e incrementara el amarre final. La combinación de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + 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 nitrógeno reducido

En el ciclo 2003-2003, la acumulación de NR no se modificó en la primera fecha de evaluación (-35 DDF) por N, AG_3 o anillado, porque la colecta de hojas se hizo antes de que se realizara la aplicación de tratamientos, y probablemente se incrementó en los 2 a 5 días posteriores a la aplicación de N como lo registrado por Klein y Zilkah (1986) (Cuadro 2.5). Durante el período de floración (0 DDF) hubo reducción en la acumulación de NR, esto podría estar relacionado con la edad de la hoja, que en este caso comenzaba a senescer y probablemente debido a la mayor demanda de N que la planta de aguacate tuvo durante el período de floración y fructificación como lo propuesto por Sánchez y Ramírez (2002) y Bárcenas *et al.* (2003); y a los 50 DDF las hojas del flujo de crecimiento II estaban en desarrollo y registraron aumento en la acumulación de NR; el tratamiento de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}$) aumentó 12% la concentración de NR.

El anillado no tuvo efecto en las dos primeras evaluaciones porque esta práctica se hizo durante el período de floración (0 DDF). En el período de amarre inicial de fruto (50 DDF) el anillado aumento 73.8% la concentración de NR, respuesta similar registraron Otero *et al.* (1997) en guayaba.

Las combinaciones de la interacción de N x AG_3 , a los 50 DDF, registraron incremento en la acumulación de NR cuando se hizo la aplicación conjunta de los dos factores en sus dosis más altas.

En las hojas colectadas en el flujo de crecimiento I y II del ciclo 2004-2005, año de alta producción, no hubo diferencias significativas e interacciones en las tres fechas de evaluación (Cuadro 2.6). Los valores registrados fueron inferiores a los del ciclo de baja producción. Probablemente la respuesta registrada en este ciclo se deba a la demanda que presentó la planta por la mayor carga de fruta con respecto al ciclo anterior, como lo reportado por Palacios (1986).

No hubo correlación significativa, en el ciclo 2003-2004, en la acumulación de NR en las hojas colectadas a los -35 DDF ($r=0.08$; $P>0.4845$), 0 DDF ($r=0.02$; $P>0.8165$) y 50 DDF ($r=0.02$; $P>0.8363$) con el amarre inicial de fruto; y en el ciclo 2004-2005, a los -35 DDF ($r=-0.06$; $P>0.6422$), 0 DDF ($r=-0.280$; $P>0.0534$) y 50 DDF ($r=0.09$; $P>0.5393$) con el amarre inicial de fruto y a los -35 DDF ($r=0.008$; $P>0.956$), 0 DDF ($r=-0.18$; $P>0.2144$) y 50 DDF ($r=0.09$; $P>0.5359$) con el amarre final.

Tasa fotosintética

En el ciclo 2003-2004, la aplicación foliar de N y AG_3 y anillado no tuvieron efecto sobre la tasa fotosintética de las hojas del flujo de crecimiento I (Cuadro 2.7). Mientras que en el flujo de crecimiento II (Cuadro 2.8) se registraron diferencias significativas a los 158 DDF ($P\leq 0.0031$), en donde el anillado redujo la tasa de fotosíntesis, y a los 188 DDF la aplicación de N también redujo la fotosíntesis ($P\leq 0.0264$). A los 188 DDF hubo interacciones significativas en N x anillado y AG_3 x anillado. Las combinaciones con mayor tasa fotosintética fueron: AG_3 (25 mg·L⁻¹) + sin anillado (5.1 y 4.8 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente).

Se esperaba que la aplicación de N aumentara la tasa fotosintética en los días posteriores a su aplicación (-22 DDF u 8 DDF), porque el contenido de N en la hoja está relacionado con la fotosíntesis. En el flujo de crecimiento I, a los 8 DDF se observó que las hojas redujeron la tasa fotosintética, lo cual probablemente estuvo relacionado con la edad de la hoja y acumulación de mayor cantidad de cera en los estomas, como lo observaron Mickelbart *et al.* (2000). Mientras que en las hojas del flujo de crecimiento

II, a partir de los 38 DDF hubo incremento en la tasa de fotosíntesis conforme se desarrolló la hoja.

Conductancia estomática

Las hojas del flujo de crecimiento I, a los -22 DDF y 8 DDF no registraron diferencias significativas por la aplicación foliar de N y AG₃ y anillado (Cuadro 2.9). La conductancia estomática (CE) disminuyó conforme las hojas envejecieron, lo cual probablemente estuvo relacionado con la mayor acumulación de cera en los estomas de acuerdo con lo registrado por Mickelbart *et al.* (2000). Hubo interacción en la aplicación de nitrógeno y ácido giberélico a los -22 DDF ($P \leq 0.0250$), en donde la combinación de N (0 g árbol⁻¹) + anillado tuvo mayor CE (0.15 mol·m²·s⁻¹).

En las hojas del flujo de crecimiento II registraron diferencias a los 38 DDF, en donde al N (0 g árbol⁻¹), AG₃ (25 mg·L⁻¹) y anillado registraron los mayores valores de CE (Cuadro 2.10). En esta misma fecha se registraron interacciones significativas en N x anillado ($P \leq 0.0006$), AG₃ x anillado ($P \leq 0.0193$) y N x AG₃ x anillado ($P \leq 0.0118$); en donde las combinaciones con valores superiores de CE fueron: N (160 g árbol⁻¹) + anillado (0.04 mol·m²·s⁻¹) y N (0 g árbol⁻¹) + anillado (0.04 mol·m²·s⁻¹); AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (0.13 mol·m²·s⁻¹) y N (0 g) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (0.23 mol·m²·s⁻¹). En estas combinaciones se aprecia que la práctica de anillado es la principal responsable del aumento de la CE. También se registró incremento en la CE conforme la hoja alcanzó su madurez y su máximo fue a los 128 DDF, posteriormente se redujo. A los 158 DDF hubo diferencias significativas por la aplicación de N (160 g árbol⁻¹) y AG₃ (25 mg·L⁻¹) ($P \leq 0.0137$ y $P \leq 0.0060$, respectivamente) (Cuadro 2.10), el N (160 g árbol⁻¹) redujo la CE y el AG₃ (25 mg·L⁻¹) lo aumentó; hubo interacciones en N x AG₃ ($P \leq 0.0386$) y N x Anillado ($P \leq 0.0399$), en donde las combinaciones que aumentaron la CE fueron: N (0 g) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) (0.65 mol·m²·s⁻¹) y N (160 g árbol⁻¹) + anillado (0.57 mol·m²·s⁻¹).

La CE tuvo un comportamiento similar en el aumento y disminución de los valores con la tasa de fotosíntesis porque la menor apertura estomática es la principal limitante de

la actividad fotosintética por la reducción del CO₂ subestomático de acuerdo con lo registrado por López *et al.* (1993).

Tasa de transpiración

En las hojas del flujo de crecimiento I no hubo diferencias significativas, la tasa de transpiración (TT) tuvo un comportamiento similar a los -22 DDF y 8 DDF (Cuadro 2.11). Las hojas del flujo de crecimiento II presentaron diferencias estadísticas a los 38, 128 y 158 DDF, en donde los árboles que no recibieron aplicación foliar de N registraron mayor tasa de transpiración (Cuadro 2.12); a los 38 DDF se observó que el anillado promovió mayor TT ($P \leq 0.0042$); en esta misma fecha se tuvieron interacciones en N x Anillado ($P \leq 0.0001$) y N x AG₃ x Anillado ($P \leq 0.0136$), en donde las combinaciones con mayor TT fueron: N (g árbol⁻¹) + anillado (2.7 mol·m²·s⁻¹) y N (g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (3.4 mol·m²·s⁻¹). A los 128 y 188 DDF el AG₃ (25 mg·L⁻¹) promovió mayor tasa de transpiración; las interacciones fueron N x AG₃ y N x Anillado, y N x AG₃, respectivamente; las combinaciones con mayor TT fueron: N (0 g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) (5.9 mol·m²·s⁻¹), N (0 g árbol⁻¹) + anillado (5.9 mol·m²·s⁻¹) y N (0 g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) (6.0 mol·m²·s⁻¹). Se observó que en la mayoría de las combinaciones el anillado aumentó la TT.

El comportamiento observado en este trabajo no corresponde a los encontrados en otras investigaciones en donde la aplicación foliar de N disminuyó la TT porque los tratamientos de N afectaron la apertura de estomas y con ello se limitó la TT y el intercambio de gases, y el anillado redujo la apertura de los estomas debido a la saturación de los solutos en la copa del árbol como lo reportó Osuna (1998). En este trabajo la disminución en la TT se esperaba que se presentara a los -22 DDF, que corresponde a 13 días después de haber realizado la aplicación foliar de N y a los 8 DDF, que corresponde a 8 días después de haber realizado el anillado. Por lo tanto se sugiere que el comportamiento de la TT en las evaluaciones posteriores a los 8 DDF pudo ser afectado por las condiciones ambientales que prevalecieron en el momento de realizar las mediciones.

Área específica foliar

No hubo diferencias significativas en el área específica foliar (AEF) de los flujos de crecimiento I y II. En los Cuadros 2.13 y 2.14 se observa que el AEF aumentó conforme la hoja alcanzó su madurez y posteriormente se mantuvo. Probablemente no se registraron diferencias porque el área foliar y materia seca se ha observado que incrementan linealmente hasta los 20 días después de la brotación vegetativa y posteriormente se han mantenido constantes de acuerdo con lo observado por Schaffer *et al.* (1991). Al igual que las variables de fotosíntesis se esperaba que los efectos de la aplicación foliar de N, AG₃ y Anillado se reflejaran en las dos primeras evaluaciones.

Contenido de clorofila (lecturas SPAD)

En las hojas del flujo de crecimiento I solamente hubo diferencia significativa a los -12 DDF ($P \leq 0.0001$), que correspondió a 13 días después de haber realizado la aplicación foliar de N y AG₃. La aplicación de N (160 g·árbol⁻¹) aumentó los valores de lecturas SPAD (LS) (Cuadro 2.15) y hubo interacción de los tres factores, en donde la mejor combinación fue: N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (59.8 LS).

En el flujo de crecimiento II la aplicación foliar de AG₃ (25 mg·L⁻¹) aumentó los valores de LS a los 98, 128, 158 y 188 DDF (Cuadro 2.16) y el anillado redujo los valores a los 158 y 188 DDF. Hubo interacción significativa a los 128 DDF, en donde ejercieron influencia tanto N, AG₃ y anillado, aunque el efecto de N por sí sólo fue mayor (48.2 LS). En este flujo las LS redujeron de los 38 DDF a los 68 DDF, esto probablemente porque se tuvo el período de amarre de fruto de la floración II y frutos en desarrollo de la floración I que demandaron N; en este mismo período hubo aumento de la tasa de fotosíntesis. Los árboles anillados redujeron los valores de LS a los 158 y 188 DDF.

En la evaluación de las LS se reflejó el efecto de la aplicación foliar de N y anillado. En el primer caso se aumentaron los valores de LS en la primera fecha de evaluación porque la aplicación de N aumentó probablemente el contenido de N de las hojas y se aumentó la coloración de éstas, lo cual se reflejó en los valores de LS. Mientras que el

anillado incrementó los niveles de N después de los 8 DDF hasta los 38 DDF que aunque no se mostró diferencia significativa los valores fueron mayores al de los árboles sin anillar; además, en la acumulación de NR se encontró que estos valores aumentaron en el período de los 0 DDF a los 50 DDF con el anillado.

Anormalidades florales

En el Cuadro 2.17 se observa que en los tres ciclos de evaluación hubo diferencias significativas en el porcentaje de anomalías totales. Los menores porcentajes en anomalías fueron con la aplicación foliar de AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$), en el ciclo 2003-2004; sin aplicación de N, en el ciclo 2004-2005; y sin aplicación de AG_3 en el ciclo 2005-2006. Los resultados no fueron consistentes en los tres ciclos de evaluación.

Con relación al número de estambres y forma del estilo hubo diferencias estadísticas ($P \leq 0.0227$; $P \leq 0.0137$, respectivamente) (Cuadro 2.18). La aplicación de AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) mostró menor porcentaje de anomalías en el número de estambres y mayor presencia de estilos curvos. En el número de estaminodios, tépalos y pistilos no hubo diferencias significativas. Las anomalías predominantes en número fueron: de ocho estambres, dos estaminodios, cinco nectarios, cinco tépalos y dos pistilos.

En el ciclo 2004-2005 sólo hubo diferencia significativa en el número de nectarios por N ($P \leq 0.01$) y anillado ($P \leq 0.0025$) (Cuadro 2.19), en donde se presentó menor porcentaje de anomalías sin aplicación de N y sin anillado. Las anomalías predominantes en número fueron: siete y ocho estambres, dos estaminodios, cuatro y siete nectarios, cinco y siete tépalos, y dos pistilos.

En el ciclo 2005-2006 se presentaron menores anomalías que en los dos ciclos anteriores (Cuadro 2.20). Hubo diferencias significativas en el número de estambres ($P \leq 0.0058$), pistilos ($P \leq 0.0462$) y forma del estilo ($P \leq 0.0075$), en donde los árboles que no recibieron la aplicación de AG_3 presentaron menor porcentaje de anomalías. Las anomalías predominantes en número fueron: siete y ocho estambres, dos estaminodios, dos nectarios, cinco y siete tépalos, y dos pistilos.

Los resultados obtenidos en los diferentes ciclos de evaluación no fueron consistentes. Es importante señalar que la aplicación de N y AG₃ se realizó durante la etapa 8 del desarrollo de la inflorescencia cuando ya estaban formados todas las partes florales (Salazar-García *et al.*, 1998) y la diferenciación de las inflorescencias ocurrió probablemente durante los meses de julio a septiembre, de acuerdo con el estudio desarrollado en aguacate 'Fuerte' por Osuna (1982); además el anillado se hizo durante la floración, por lo tanto los factores evaluados no tuvieron incidencia directa sobre el proceso de diferenciación de la inflorescencia; sin embargo, es probable que alguna de las estructuras pudiera haber quedado como estructura rudimentaria por falta de desarrollo durante el proceso de formación debido a una variación de nutrimentos entre inflorescencias y hojas de acuerdo con lo propuesto por Castillo *et al.* (2000) y probablemente fue promovido su crecimiento y desarrollo por aplicación de AG₃, N o anillado. Sin embargo, en chabacano Armas (1997) no registró promoción del crecimiento de los pistilos poco desarrollados con la aplicación de AG₃ (20 y 40 mg·L⁻¹) realizado durante el estado de yema hinchada o flores en estado de palomita. En el presente estudio solamente se observaron seis flores con pistilo poco desarrollado en el conjunto total de las flores evaluadas en todos los ciclos.

Considerando las anomalías que se registraron, en los tres ciclos de evaluación, las que mayor influencia tendrían en el amarre de fruto serían: la presencia de flores con menor un número menor a nueve estambres, que son las estructuras que proveen el polen; estaminodios menores a tres porque son los que secretan néctar en la primera apertura floral femenina, así como un número menor a seis nectarios, los cuales secretan el néctar en la segunda apertura floral (Bergh, 1975) y ambos atraen a los insectos (Scholefield, 1982); y un número de pistilos mayor a uno porque inicialmente amarran y posteriormente se caen del árbol (Cabezas *et al.*, 2003). Con la forma del estilo no habría problema, ya que en los cultivares Fuerte y Colín V-33 las flores normales presentan el ovario con estilo curvo (Roldán, 2001).

Las anomalías registradas en este estudio coinciden con las reportadas en otras investigaciones (Schroeder, 1940; Inoue y Takahashi, 1991; Roldán, 2001); sin

embargo, no se han encontrado regularidad en la ocurrencia de éstas anomalías. En este estudio la presencia de anomalías fueron menores a las registradas por Roldán (2001), quien reportó 48 tipos de anomalías diferentes en los cultivares de Hass, Fuerte y Colín V-33 en donde la temperatura media anual es de 16.1°C, temperatura máxima anual de 32°C; y mínima de 0 °C. Esta respuesta podría estar asociada a las condiciones climáticas. En la región de Temascaltepec, Méx. se tuvo una temperatura media anual que osciló entre 18°C y 22°C y durante el período de la diferenciación de la inflorescencia, que probablemente ocurrió durante los meses de julio hasta septiembre, la temperatura promedio máxima y mínima de los tres años de evaluación fue de 24.4 °C y 10.8 °C, respectivamente. Estos resultados nos sugieren que la temperatura podría ser la que determina la presencia de mayor anomalías en la flor, ya que en el estudio de Cabezas *et al.* (2003) encontraron anomalías morfológicas en las condiciones ambientales más frías de Costa de Almería, España y Roldán (2001) encontró la presencia de mayor número de anomalías en el lado norte del árbol y lo atribuyó al mayor enfriamiento al que estuvo expuesta la planta en ese lado; mientras que en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) se reportaron alteraciones en el número, morfología y fusión de órganos florales cuando las plantas fueron sometidas a bajas temperaturas (17°C/7°C) (Lozano *et al.*, 1998).

En los tres ciclos de evaluación no se encontraron correlaciones significativas de las anomalías florales totales con el amarre de fruto inicial y final. Ciclo 2003-2004 ($r=0.06$; $P>0.4789$) y ($r=0.16$; $P>0.1293$); ciclo 2004-2005 ($r=0.44$; $P>0.0682$) y ($r=0.31$; $P>0.1360$) y ciclo 2005-2006 ($r=-0.16.25$; $P>0.2519$) y ($r=0.13$; $P>0.3454$).

Contenido de carbohidratos solubles

Glucosa

El valor inicial promedio, de las hojas correspondientes al flujo vegetativo I, -35 DDF, fue de 13.7 mg·g⁻¹PF ligeramente superior a los valores obtenidos en las hojas del flujo vegetativo II (7 DDF), en donde hubo una reducción por la aplicación de AG₃ (25 mg·L⁻¹) y anillado (Cuadro 2.21); también hubo interacciones significativas en N x AG₃, N x

anillado, AG₃ x anillado y N x AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron: N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) (12.3 mg·g⁻¹PF); N (160 g·árbol⁻¹) + sin anillado (12.4 mg·g⁻¹PF) y N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) + sin anillado (15.4 mg·g⁻¹PF). En éstas combinaciones el efecto principal fue de N (160 g·árbol⁻¹).

En las hojas colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDF, la aplicación de N mostró aumentó en la acumulación de glucosa, mientras que la aplicación de AG₃ aparentemente tuvo un efecto negativo; se registraron interacciones significativas en N x AG₃, N x anillado, AG₃ x anillado y N x AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron: N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) (16.1 mg·g⁻¹PF); N (160 g·árbol⁻¹) + anillado (16.8 mg·g⁻¹PF); AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (14.8 mg·g⁻¹PF) y AG₃ (0 mg·L⁻¹) + anillado (15.3 mg·g⁻¹PF); y N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) + anillado (17.7 mg·g⁻¹PF), respectivamente. En las combinaciones se aprecia que el efecto en la acumulación de glucosa fue principalmente de anillado y N (160 g·árbol⁻¹).

La determinación de acumulación de glucosa de las inflorescencias en el estado ocho de desarrollo, -35 DDF, mostraron un valor promedio de 3.8 mg·g⁻¹PF, este valor se incrementó en las panículas florales colectadas a los 7 DDF, en donde la aplicación de N (160 g·árbol⁻¹) redujo la acumulación de glucosa (Cuadro 2.21). De acuerdo con los resultados de las evaluaciones realizadas en las panículas florales, se registraron interacciones significativas en N x AG₃, N x anillado, AG₃ x anillado y N x AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron: N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) (18.8 mg·g⁻¹PF); N (0 g·árbol⁻¹) + anillado (18.6 mg·g⁻¹PF); AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (19.6 mg·g⁻¹PF); y N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (19.7 mg·g⁻¹PF) y N (0 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (19.4 mg·g⁻¹PF), respectivamente.

En las panículas con frutos en desarrollo, colectadas a los 50 DDF, hubo menor contenido de glucosa; sin embargo se registraron diferencias entre los factores evaluados. La acumulación de glucosa incremento en 27.6%, 20.2% y 30.5%, con la aplicación de N, AG₃ y anillado, respectivamente; también hubo interacciones

significativas en N x anillado y AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de glucosa fueron: 160 g de N árbol⁻¹ + anillado (15.0 mg·g⁻¹PF) y AG₃ (25 mg·L⁻¹) + anillado (14.3 mg·g⁻¹PF), respectivamente.

La aplicación de N promovió la acumulación de glucosa en las hojas del flujo de crecimiento II, 50 DDF, 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 AG₃ redujo la concentración de glucosa en las hojas, a los 7 y 50 DDF, y en las panículas con frutos incremento la concentración (50 DDF); sin embargo, esta respuesta probablemente no está relacionado con AG₃ porque ésta actúa en los primeros días después de su aplicación y su efecto no persiste como lo propuesto por De la Cruz (2003). Además, de acuerdo con Guardiola *et al.* (1993), el modo de acción del AG₃ 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.

La práctica de anillado redujo la acumulación de glucosa en hojas y panículas florales, a los 7 DDF, probablemente porque la acumulación de este azúcar aún no se realizaba debido a que sólo habían transcurrido siete días de haber realizado el anillado; mientras que a los 50 DDF, en el período de amarre de fruto, las panículas con frutos en desarrollo registraron aumentó en la concentración de este azúcar 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 tuvo un efecto contrario en las hojas, colectadas 7 DPF, lo cual probablemente es atribuido al tiempo transcurrido del anillado a la evaluación.

Los resultados mostraron que la aplicación de N, AG₃ y anillado incrementaron la acumulación de glucosa en panículas con frutos a los 50 DDF con respecto a los árboles que no recibieron estos tratamientos, lo cual sugiere que la glucosa tiene influencia en el amarre de fruto.

Fructosa

La evaluación realizada en las hojas, sobre acumulación de fructosa, muestra que en el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia, -35 DDF, el valor promedio fue de 10.3 $\text{mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$, este valor se redujo ligeramente en las hojas colectadas en la etapa de floración, 7 DDF, y posteriormente tuvo un incremento en las colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDF (Cuadro 2.22). A los 7 DDF las hojas redujeron su acumulación de fructosa con la aplicación de N, AG_3 y anillado; además hubo interacciones significativas en N x anillado y N x AG_3 x anillado, en donde las combinaciones que mostraron mayor valor fueron: N ($0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + sin anillado ($9.7 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y N ($0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sin anillado ($10.2 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente. De acuerdo con éstas combinaciones la aplicaciones de N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$), AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) o anillado no favorecieron la acumulación de fructosa.

Las hojas colectadas en el período de amarre de fruto, 50 DDF, mostraron incrementos de 10.8%, 13.1% y 17.9% en la acumulación de fructosa con la aplicación de N, AG_3 y anillado, respectivamente (Cuadro 2.22); hubo interacciones significativas en N x anillado y AG_3 x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación fueron: N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + anillado ($9.9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); N ($160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + sin anillado ($10.6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); N ($0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + anillado ($11.4 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); y AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + anillado ($10.7 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + sin anillado ($9.8 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y AG_3 ($0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + anillado ($10.3 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente.

El valor promedio de fructosa, en las inflorescencias en desarrollo, a los -35 DDF, fue de $6.1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$. Este valor se incrementó en la segunda fecha de evaluación, a los 7 DDF, y en las panículas con frutos, 50 DDF, los valores se redujeron ligeramente (Cuadro 2.22). En las panículas florales la aplicación de N redujo la acumulación de fructosa, mientras que con la aplicación de AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) y anillado se aumentó la acumulación en 15.1% y 10.4%, respectivamente. Se registraron interacciones significativas en N x anillado y AG_3 x anillado (a los 7 DDF), en donde las combinaciones con mayor acumulación valor fueron: N ($0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}$) + anillado ($14.7 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y AG_3 ($25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$) + anillado ($14.3 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente. En éstas

combinaciones se aprecia que el AG₃ (25 mg·L⁻¹) y anillado favorecieron la acumulación de fructosa.

En las panículas con frutos en desarrollo (50 DDF) se obtuvo un aumento de 23.7% en la acumulación de fructosa con la aplicación de N (160 g·árbol⁻¹) (Cuadro 2.22); hubo interacción significativa en N x AG₃ x anillado (a los 50 DDF), en donde la combinación con mayor acumulación de fructosa fue N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) + anillado (11.6 mg·g⁻¹PF).

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, 7 DDF; sin embargo, ambos factores reflejaron una respuesta favorable en el período 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 incrementó la concentración de azúcares reductores en mandarina 'Mónica' (De la Cruz, 2003); así también lo registró González (2000) y, en aguacate, Tomer (1977) reportó un 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 DDF en el presente trabajo. Las combinaciones significativas registradas, en las hojas colectadas a los 7 DDF, sugieren que el anillado redujo la acumulación de fructosa; sin embargo, en las hojas evaluadas a los 50 DDF 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.

Los resultados mostraron que la fructosa también influye en el amarre de fruto, a los 50 DDF las panículas con frutos en desarrollo registraron ligeramente menor concentración con respecto a las hojas en esa misma fecha.

Sacarosa

Las hojas colectadas del flujo vegetativo I, -35 DDF, mostraron un valor promedio de $2.4 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$ de sacarosa, valor que se incrementó a los 7 DDF y se redujo ligeramente a los 50 DDF (Cuadro 2.23). En las hojas colectadas en el período de floración II, 7 DDF, hubo incremento en la acumulación de sacarosa de 61.0% y 62.0% con la aplicación de AG_3 y anillado, respectivamente; además se registraron interacciones significativas en $\text{N} \times \text{AG}_3$, $\text{N} \times \text{anillado}$ y $\text{AG}_3 \times \text{anillado}$, en donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron: $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ ($10.9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{anillado}$ ($9.9 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y $\text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{anillado}$ ($10.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente. Las combinaciones muestran que sólo $\text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ y anillado aumentaron la acumulación de sacarosa.

En las hojas colectadas en el período de amarre inicial de fruto, 50 DDF, hubo reducción en la acumulación de sacarosa con la aplicación de N y AG_3 , y se registró un aumento de 34.3% con anillado (Cuadro 2.23); hubo interacciones significativas en $\text{N} \times \text{AG}_3$, $\text{AG}_3 \times \text{anillado}$ y $\text{N} \times \text{AG}_3 \times \text{anillado}$, en donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron: $\text{N} (160 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ ($4.6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ ($4.7 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); y $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ ($5.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); $\text{AG}_3 (0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{anillado}$ ($7.1 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (0 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{anillado}$ ($8.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente.

En las inflorescencias colectadas en el estado ocho de desarrollo, -35 DDF, se registro un valor promedio de $0.5 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$ de sacarosa que se incrementó en las evaluaciones posteriores. En las panículas florales, a los 7 DDF, se aumentó la acumulación de sacarosa en 54.5% y 15.3% con la aplicación de $\text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ y con anillado, respectivamente (Cuadro 2.23); también se registraron interacciones significativas en $\text{N} \times \text{AG}_3$, $\text{AG}_3 \times \text{anillado}$ y $\text{N} \times \text{AG}_3 \times \text{anillado}$, en donde las combinaciones con mayor acumulación de sacarosa fueron $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ ($3.8 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$); $\text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{anillado}$ ($4.0 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$) y $\text{N} (0 \text{ g}\cdot\text{árbol}^{-1}) + \text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}) + \text{anillado}$ ($4.6 \text{ mg}\cdot\text{g}^{-1}\text{PF}$), respectivamente. Las combinaciones muestran que $\text{AG}_3 (25 \text{ mg}\cdot\text{L}^{-1})$ y anillado fueron los que aumentaron la concentración de sacarosa. Mientras que en las

panículas con frutos en desarrollo no hubo diferencias entre los factores evaluados y no hubo interacciones (Cuadro 2.23).

De acuerdo con los resultados descritos anteriormente, la aplicación de N redujo la acumulación de sacarosa en las hojas evaluadas durante el período de amarre inicial de fruto (50 DDF) y la práctica de anillado aumentó la concentración en las hojas evaluadas en la floración (7 DDF) y amarre inicial de fruto (50 DDF). Como se ha indicado anteriormente, 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⁻¹ 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⁻¹ PF de azúcares no reductores en las hojas evaluadas durante el período de amarre de fruto; y en el presente trabajo los valores oscilaron entre 2 a 9 mg·g⁻¹ PF, lo cual sugiere que este azúcar probablemente podría estar limitando la retención de fruto. En las panículas florales sólo se tuvo efecto por la práctica de anillado, aunque también se registró un efecto de AG₃; sin embargo, como se indicó con anterioridad, el AG₃ actúa en los primeros días después de su aplicación y su efecto no persiste como lo propuesto por De la Cruz (2003). Las combinaciones de tratamientos muestran que la práctica de anillado registró un efecto aditivo en la acumulación de sacarosa en hojas y panículas florales.

En este estudio, en el año de alta producción, se encontró que la concentración de glucosa, fructosa y sacarosa en las hojas y panículas con frutos favorecieron el amarre de fruto.

Ácido giberélico

En las panículas florales, a los 7 DDF, se redujo la acumulación de AG₃ en 60% con la aplicación de N (160 g·árbol⁻¹) (P≤0.0462) (Cuadro 2.24) y hubo interacciones

significativas en N x AG₃ y AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor acumulación de AG₃ fueron N (0 g árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg L⁻¹) (7.4 mg g⁻¹ de tejido liofilizado) y AG₃ (25 mg L⁻¹) + anillado (6.3 mg g⁻¹ de tejido liofilizado) y AG₃ (0 mg L⁻¹) + anillado (6.8 mg g⁻¹ de tejido liofilizado), respectivamente. Las combinaciones mostraron que el anillado fue la principal responsable del aumento de AG₃.

En las panículas con frutos en desarrollo, a los 50 DDF, se tuvo un efecto contrario del N porque aumentó 186% la acumulación de AG₃ ($P \leq 0.0001$) y hubo interacción en N x AG₃, en donde la combinación con mayor acumulación de AG₃ fue de N (160 g árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg L⁻¹) (8.6 mg g⁻¹ de tejido liofilizado).

De acuerdo con las combinaciones, la aplicación foliar de N aparentemente redujo la acumulación de AG₃ y el anillado promovió su acumulación a los 7 DDF, que corresponde a los siete días posteriores de que se realizó el anillado. En naranjo 'Shamouti' tres semanas después de realizado el anillado se ha reportado que aumento la acumulación de giberelinas (Goren *et al.*, 1971; Monselise *et al.*, 1972). Sin embargo existen otros reportes que no han observado aumento en la concentración de AG₃ como lo registrado por Ruan (1993) en mandarino 'Satsuma', quien no encontró aumento en los niveles de AG₃ a los 10 días después de la floración, pero sí observó aumento el amarre y peso de frutos con relación a los árboles no anillados y concluyó que la síntesis de este compuesto se dio localmente; y Cutting y Line (1993) encontraron que el anillado redujo la concentración de AG_{3/1} en la savia, posterior a las cuatro semanas de realizado el anillado. El incremento de AG₃ es probable que este asociado con la producción de giberelinas debido crecimiento del tubo polínico, el cual actúa como un estímulo primario para iniciar el desarrollo del fruto de acuerdo con lo registrado con Lee (1987). En la época en que se colectaron las panículas florales es posible que algunas de las flores contenidas en dichas panículas hubieran iniciado el crecimiento del tubo polínico. El efecto directo del anillado no se registró en el aumento de la concentración de AG₃, a los 50 DDF; numéricamente fue menor (4.96 mg g de tejido liofilizado) al de los árboles si anillar (5.14 mg g de tejido liofilizado).

El valor registrado a los 7 DDF y 50 DDF, por efecto de N, probablemente no fue efecto directo de este nutrimento porque ya habían transcurrido 42 y 85 días, respectivamente, de realizada la aplicación foliar de N. Sin embargo, el aumento de la concentración de AG₃, a los 50 DDF por la aplicación de N, favoreció un mayor amarre de fruto inicial, lo cual probablemente fue en respuesta al incremento de los niveles endógenos de AG₃ que redujeron la abscisión de frutos como lo reportado en cítricos (Talón *et al*, 1992; Agustí *et al.*, 2003).

Calidad de fruto

En los frutos cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, el peso fue incrementado por aplicación de N o anillado ($P \leq 0.00012$; $P \leq 0.0056$, respectivamente) y no hubo diferencias significativas en la pérdida de peso (Cuadro 2.25). Hubo interacciones significativas en N x anillado, AG₃ x anillado y N x AG₃ x anillado. Las combinaciones que incrementaron el peso del fruto fueron N (160 g árbol⁻¹) + anillado (239.9 g); N (0 g árbol⁻¹) + anillado (238.6 g) y N (160 g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg L⁻¹) + anillado (254.4 g), respectivamente.

En la pérdida de peso hubo interacción en N x anillado (Cuadro 2.25), a los 3 DDC, en donde las combinaciones que retrasaron la pérdida de peso fueron: N (160 g árbol⁻¹) + anillado (6.3%) y N (160 g árbol⁻¹) + sin anillado (5.4 %), respectivamente. A los 6 DDC hubo interacciones en N x anillado y AG₃ x anillado, en donde las combinaciones que afectaron en menor proporción la pérdida de peso fueron: N (160 g árbol⁻¹) + sin anillado (20.5 %) y N (0 g árbol⁻¹) + anillado (9.6 %); y N (160 g árbol⁻¹) + sin anillado (11.1%) y N (0 g árbol⁻¹) + con anillado (10.2 %), respectivamente. A los 9 y 12 DDC se registró interacción en N x anillado, en donde las combinaciones con menor proporción de pérdida de peso fueron: N (160 g árbol⁻¹) + sin anillado (13.8 %); N (0 g árbol⁻¹) + anillado (14.3 %); y N (160 g árbol⁻¹) + sin anillado (20.7 %) y N (0 g árbol⁻¹) + anillado (21.2 %), respectivamente.

La aplicación de N (160 g árbol⁻¹) favoreció el incremento en el tamaño del fruto probablemente por la translocación de este elemento al fruto. El efecto del anillado

probablemente fue por el aumento en la concentración de nutrientes y carbohidratos que favorecieron el crecimiento de los frutos próximos a la cosecha.

La firmeza de los frutos tuvo un comportamiento similar dentro de cada factor evaluado desde la cosecha hasta la madurez de consumo (Cuadro 2.26).

Con relación al color del fruto, los valores de L, C y h° decrecieron conforme transcurrió la madurez de los frutos como lo registrado por Cox *et al.* (2004). Con la aplicación de N (160 g) se aceleró la pérdida de luminosidad en los frutos de los 3 a 9 DDC (Cuadro 2.27). A los 3 DDC se registró la interacción de los tres factores, en donde las combinaciones mostraron que el efecto fue sólo del anillado y a los 6 DDC hubo interacción de N x AG₃ x anillado, en donde la combinación con mayor luminosidad fue el tratamiento sin N, AG₃ y anillado (30.5).

En la cromaticidad, la aplicación de AG₃ registró mayor color verde de fondo a 12 DDC (Cuadro 2.28), lo cual retrasó la obtención del color característico del fruto como lo registrado por Salazar-García y Lovatt (2000).

En los valores de Hue no hubo diferencias por efecto de N, AG₃ o anillado (Cuadro 2.29) y las combinaciones de las interacciones mostraron que a los 3 DDC, aun sin diferencia significativa, se redujo el cambio de color con la combinación de N (160 g·árbol⁻¹) + anillado y se incrementó el cambio de color con AG₃ (25 mg·L⁻¹) + sin anillado, en el primer caso es atribuido al aumento de la concentración de N y en el segundo caso no hubo efecto directo de AG₃ porque todas las combinaciones fueron estadísticamente iguales. A los 6 y 12 DDC hubo interacción en N x AG₃ y la combinación que registró menor color púrpura en ambas fechas de evaluación fue N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg·L⁻¹) con valores Hue de 59.8 y 58.2, respectivamente; esta respuesta es probable que sea por el efecto aditivo que tuvieron los dos componentes. La aplicación del AG₃ por separado se reporta que retrasa el cambio de color del fruto (Salazar-García y Lovatt, 2000) y probablemente su efecto se promueve más con la adición de N (160 g).

En los frutos cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, sólo hubo diferencia significativa con anillado, en donde aumentó 5% en el peso del fruto (Cuadro 2.30). Hubo interacciones significativas en: N x AG₃, N x anillado, AG₃ x anillado y N x AG₃ x anillado, en donde las combinaciones con mayor peso de fruto fueron: N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) (221.8 g); N (160 g·árbol⁻¹) + anillado (209.3 g); N (160 g·árbol⁻¹) + sin anillado (209.7 g) y N (0 g·árbol⁻¹) + anillado (216.6 g); AG₃ (0 mg·L⁻¹) + anillado (226.9 g); y N (160 g·árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg·L⁻¹) + anillado (236.6 g), respectivamente. Las combinaciones mostrarán que el anillado o N (160 g·árbol⁻¹) fueron los responsables de los incrementos en el peso de fruto, como lo observado en el ciclo de evaluación anterior.

En la pérdida de peso de los frutos se tuvo un comportamiento similar a los frutos cosechados en enero de 2004; sin embargo, en este ciclo no hubo interacciones (Cuadro 2.30). La firmeza de los frutos se comportó igual que el ciclo anterior (Cuadro 2.31).

Con relación al color del fruto se registraron diferencias en los valores de luminosidad por efecto de N, a los 0, 6 y 9 DDC (Cuadro 2.32), en las dos primeras fechas, el N redujo la luminosidad del fruto y en la madurez de consumo mantuvo mayor luminosidad; la aplicación de AG₃ mostró su efecto a los 0 y 9 DDC con mayor luminosidad; mientras que el efecto del anillado se registró a los 0, 3 y 6 DDC con mayor luminosidad y a los 9 DDC presentó menor luminosidad. Las interacciones significativas fueron: N x AG₃, a los 0 DDC (Cuadro A.1), 6 DDC (Cuadro A.2) y 9 DDC (Cuadro A.3); y N x anillado, a los 9 DDC (Cuadro A.4). En las combinaciones que presentaron mayor luminosidad se observó que el AG₃ (25 mg·L⁻¹) fue el que tuvo mayor influencia en los valores.

En los valores Cromo de los frutos no hubo diferencias por los factores evaluados y no hubo interacciones (Cuadro 2.33). La respuesta de los factores fue similar al registrado en el ciclo anterior de evaluación.

Se registraron diferencias en los valores Hue (Cuadro 2.34). A los 6 DDC, con la aplicación de AG₃ y anillado se retrasó el cambio de color del fruto; mientras que a los 9 DDC el anillado aceleró la obtención del color púrpura del fruto y el N (160 g·árbol⁻¹) retrasó el cambio de color del fruto. A los 6 DDC la interacción fue de AG₃ x anillado (Cuadro A.5) y a los 9 DDC fue de N x anillado (Cuadro A.6), AG₃ x anillado (Cuadro A.7) y N x AG₃ x anillado (Cuadro A.8). En las combinaciones de las interacciones se muestra que el N (160 g·árbol⁻¹) y AG₃ (25 mg·L⁻¹) son los que tuvieron influencia en retrasar la obtención del color púrpura del fruto, respuesta similar se registró en la evaluación del ciclo anterior. La aplicación del AG₃ por separado se reporta que retrasa el cambio de color del fruto (Salazar-García y Lovatt, 2000) y probablemente su efecto fue promovido más con la adición de N (160 g·árbol⁻¹).

Los frutos cosechados en enero de 2004 tuvieron mayor peso con relación a los cosechados en enero de 2005. Este comportamiento probablemente estuvo relacionado con la carga de fruto además del efecto de los tratamientos. En el ciclo de producción 2003-2004 que correspondió a un año de baja producción probablemente hubo menor competencia con los frutos cosechados en enero de 2004; mientras que el ciclo de producción 2004-2005 que correspondió a un año de alta producción probablemente fue mayor la competencia con los frutos cosechados en enero de 2005, lo cual se reflejó en el calibre de los frutos cosechados. En los frutos cosechados en enero de 2004, los árboles que no fueron anillados registraron frutos de Calibre de Primera (171 a 210 g) y los árboles que recibieron los demás tratamientos produjeron frutos de Calibre Extra (211 a 265 g). En los frutos cosechados en enero de 2005 sólo los árboles anillados registraron frutos de Calibre Extra y los árboles que recibieron los demás tratamientos mostraron frutos de Primera.

2.4. Conclusiones

En el año de baja producción:

El N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$), anillado, y la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + anillado aumentaron el amarre inicial de fruto de aguacate 'Hass'; y N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$), anillado y la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + anillado incrementaron el amarre final de frutos.

La acumulación de nitrógeno reducido incrementó con el anillado y la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$). El N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) y anillado aumentaron los valores de lecturas SPAD. Los tratamientos no afectaron las variables fotosintéticas.

Los tratamientos no redujeron la presencia de anomalías florales y la presencia de éstas no fue consistente año con año. No hubo correlación entre anomalías florales y amarre de fruto.

Se mejoró la calidad de fruto con el aumento de peso, por la aplicación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) o anillado y las combinaciones de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + anillado; AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + anillado y N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$); y la reducción de la pérdida de peso, con la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + anillado o sin anillado. Los tratamientos no modificaron el comportamiento de la firmeza. El color del fruto mostró cambios, N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + anillado promovió la pérdida de luminosidad; anillado retrasó la disminución de luminosidad y el AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) retrasó la disminución de la cromaticidad y la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) disminuyó la adquisición del color negro púrpura de los frutos.

En el año de alta producción:

Se aumentó el amarre inicial con N (160 g de N árbol⁻¹) y AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$), y el amarre final con anillado y la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG₃ ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + anillado.

Los tratamientos no aumentaron nitrógeno reducido y no redujeron la presencia de anomalías florales. No hubo correlación entre anomalías florales y amarre de fruto.

El N promovió la acumulación de glucosa y fructosa en hojas y en panículas con frutos en desarrollo y redujo la acumulación de sacarosa en hojas. El anillado aumentó la acumulación de fructosa y sacarosa en hojas y panículas florales; y de glucosa en panículas florales. Se observó 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.

Anillado y AG_3 + anillado incrementaron la acumulación de AG_3 en panículas florales; mientras que N + AG_3 redujo la concentración de AG_3 en panículas con frutos.

Los tratamientos no tuvieron influencia directa en la acumulación de ácido giberélico en las panículas florales y panículas con frutos; mientras que la combinación de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + AG_3 ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) redujo la concentración y AG_3 ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + anillado lo aumentó.

La calidad de fruto se mejoró con el aumento de peso por anillado y las combinaciones de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + con o sin anillado. La pérdida de peso y firmeza no se modificaron por los tratamientos aplicados. El color del fruto mostró cambios, con N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) o AG_3 ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) o la combinación de éstas retrasó la pérdida de luminosidad; el N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) y las combinaciones de N ($160 \text{ g} \cdot \text{árbol}^{-1}$) + con o sin anillado y AG_3 ($25 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$) + sin anillado retrasaron la adquisición del color negro de los frutos y el anillado lo promovió.

Cuadro 2.2. Porcentaje de amarre de fruto de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Amarre inicial (%)
N (g árbol ⁻¹)	160	2.1 a ^z
	0	1.4 b
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	1.9 a
	0	1.6 a
Anillado	Con anillado	2.3 a
	Sin anillado	1.2 b
Interacciones		
N x AG ₃		ns
N x Anillado		ns
AG ₃ x Anillado		ns
N x AG ₃ x Anillado		ns

^zMedias con diferente letra dentro de la columna son diferentes (Tukey, p≤0.05). s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.3. Porcentaje de amarre de fruto de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Amarre (%)	
		Inicial	Final
N (g árbol ⁻¹)	160	9.5 a ^z	2.1 a
	0	7.5 b	2.1 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	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 ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	s

^zMedias con diferente letra dentro de la columna son diferentes (Tukey, p≤0.05). s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.4. Porcentaje de amarre de fruto en aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Amarre (%)	
		Inicial	Final
N (g·árbol ⁻¹)	160	2.6 a ^z	1.7 a
	0	2.1 b	0.9 b
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	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 ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	s
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.5. Acumulación de nitrógeno reducido en hojas de aguacate 'Hass' del flujo de crecimiento vegetativo I (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF) del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Nitrógeno Reducido (mg N g ⁻¹ m.s.)		
		Estado 8 de la inflorescencia (-35 DDF ^y)	Floración (0 DDF)	Amarre inicial de fruto (50 DDF)
N (g·árbol ⁻¹)	160	7.6 a ^z	2.5 a	6.1 a
	0	10.7 a	2.4 a	5.4 b
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	10.0 a	2.4 a	5.6 a
	0	8.3 a	2.5 a	5.9 a
Anillado	Con anillado	10.0 a	2.5 a	7.3 a
	Sin anillado	8.3 a	2.4 a	4.2 b
Interacciones				
N x AG ₃		ns	ns	s
N x Anillado		ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.6. Acumulación de nitrógeno reducido en hojas de aguacate 'Hass' del flujo de crecimiento vegetativo I, (-35 DDF) y II (0 y 50 DDF), del ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Nitrógeno Reducido (mg N g ⁻¹ m.s.)		
		Estado 8 de la inflorescencia (-35 DDF ^y)	Floración (0 DDF)	Amarre inicial de fruto (50 DDF)
N (g árbol ⁻¹)	160	1.0 a ^z	0.8 a	1.5 a
	0	0.9 a	0.8 a	1.6 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	1.0 a	0.7 b	1.7 a
	0	0.8 a	0.9 a	1.4 a
Anillado	Con anillado	1.0 a	0.8 a	1.7 a
	Sin anillado	0.9 a	0.8 a	1.5 a
Interacciones				
N x AG ₃		ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.7 Tasa fotosintética de hojas de aguacate 'Hass', del flujo de crecimiento vegetativo I, del ciclo 2003-2004, año de baja producción, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Tasa Fotosintética (μmol m ⁻² s ⁻¹)	
		-22 DDF ^y	8 DDF
N (g árbol ⁻¹)	160	11.2 a ^z	3.6 a
	0	4.7 a	3.2 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	5.0 a	3.5 a
	0	10.9 a	3.3 a
Anillado	Con anillado	4.6 a	3.3 a
	Sin anillado	11.2 a	3.5 a
Interacciones			
N x AG ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.8. Tasa fotosintética de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Tasa Fotosintética ($\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)					
		38 DDF ^y	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
N ($\text{g}\cdot\text{árbol}^{-1}$)	160	2.9 a ^z	3.7 a	4.3 a	4.9 a	6.8 a	3.4 b
	0	2.8 a	4.0 a	4.2 a	6.9 a	5.8 a	4.3 a
AG ₃ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	25	2.7 a	3.6 a	4.6 a	6.2 a	6.8 a	4.3 a
	0	3.0 a	4.0 a	3.9 a	5.5 a	5.9 a	3.5 a
Anillado	Con anillado	3.1 a	3.8 a	4.2 a	5.8 a	5.0 b	3.9 a
	Sin anillado	2.6 a	2.6 a	4.3 a	5.9 a	7.8 a	3.9 a
Interacciones							
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	s
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	s
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, $p\leq 0.05$); s: Significativo (Tukey, $p\leq 0.05$); ns: No significativo (Tukey, $p> 0.05$).

Cuadro 2.9. Conductancia estomática de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Conductancia Estomática ($\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)	
		-22 DDF ^y	8 DDF
N ($\text{g}\cdot\text{árbol}^{-1}$)	160	0.09 a ^z	0.08 a
	0	0.12 a	0.08 a
AG ₃ ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	25	0.11 a	0.08 a
	0	0.12 a	0.08 a
Anillado	Con anillado	0.12 a	0.08 a
	Sin anillado	0.10 a	0.08 a
Interacciones			
N x AG ₃		ns	ns
N x Anillado		s	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, $p\leq 0.05$); s: Significativo (Tukey, $p\leq 0.05$); ns: No significativo (Tukey, $p> 0.05$).

Cuadro 2.10. Conductancia estomática de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Conductancia Estomática (mol·m ⁻² ·s ⁻¹)					
		38 DDF ^y	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	0.04 b ^z	0.08 a	0.18 a	1.21 a	0.32 b	0.71 a
	0	0.09 a	0.07 a	0.16 a	1.84 a	0.50 a	0.67 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	0.08 a	0.06 a	0.17 a	1.85 a	0.51 a	0.74 a
	0	0.05 b	0.08 a	0.16 a	1.10 a	0.31 b	0.64 a
Anillado	Con anillado	0.09 a	0.09 a	0.15 a	1.29 a	0.41 a	0.75 a
	Sin anillado	0.04 b	0.06 a	0.19 a	1.73 a	0.40 a	0.64 a
Interacciones							
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	s	ns
N x Anillado		s	ns	ns	ns	s	ns
AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.11. Tasa de transpiración de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Tasa de Transpiración (mol·m ⁻² ·s ⁻¹)	
		-22 DDF	8 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	2.0 a	1.9 a
	0	2.8 a	2.0 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	2.6 a	2.0 a
	0	2.1 a	1.9 a
Anillado	Con anillado	2.7 a	2.0 a
	Sin anillado	2.1 a	1.9 a
Interacciones			
N x AG ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.12. Tasa de transpiración de hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Tasa de Transpiración (mol·m ⁻² ·s ⁻¹)					
		38 DDF ^y	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	1.0 b ^z	9.1 a	3.2 a	5.3 b	4.3 b	5.3 a
	0	1.8 a	9.10 a	3.2 a	7.9 a	5.6 a	5.4 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	1.6 a	8.9 a	3.4 a	7.2 a	5.3 a	5.7 a
	0	1.2 a	9.2 a	3.1 a	5.8 b	4.6 a	5.0 b
Anillado	Con anillado	1.8 a	9.4 a	3.1 a	6.8 a	4.8 a	5.5 a
	Sin anillado	1.0 b	8.8 a	3.3 a	6.2 a	5.1 a	5.2 a
Interacciones							
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	s	s
N x Anillado		s	ns	ns	ns	s	ns
AG ₃ x Anillado		ns	s	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	s	ns	ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.13. Área específica foliar en aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Área específica foliar (cm ² ·g ⁻¹)	
		-22 DDF ^y	8 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	31.9 a ^z	36.9 a
	0	34.1 a	36.5 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	34.1 a	36.3 a
	0	31.8 a	36.0 a
Anillado	Con anillado	32.6 a	37.3 a
	Sin anillado	33.3 a	36.0 a
Interacciones			
N x AG ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.14. Área específica foliar en aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Área específica foliar (cm ² ·g ⁻¹)					
		38 DDF ^y	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	39.7 a ^z	40.6 a	41.0 a	37.9 a	36.8 a	38.0 a
	0	40.8 a	42.9 a	43.2 a	41.1 a	38.8 a	39.5 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	41.2 a	42.1 a	42.6 a	38.6 a	37.3 a	38.0 a
	0	39.1 a	41.4 a	41.6 a	40.2 a	38.2 a	39.5 a
Anillado	Con anillado	39.8 a	41.0 a	41.6 a	38.5 a	37.3 a	37.9 a
	Sin anillado	40.6 a	41.4 a	42.6 a	40.3 a	38.2 a	39.5 a
Interacciones							
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.15. Lecturas SPAD en hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo I, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃ y anillado.

Factor	Niveles	Lecturas SPAD	
		-22 DDF ^y	8 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	57.250 a ^z	62.40 a
	0	54.535 b	52.02 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	55.429 a	64.02 a
	0	56.356 a	50.22 a
Anillado	Con anillado	56.013 a	62.40 a
	Sin anillado	55.773 a	52.03 a
Interacciones			
N x AG ₃		ns	ns
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.16. Lecturas SPAD en hojas de aguacate 'Hass', del flujo vegetativo II, del ciclo de baja producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Lecturas SPAD					
		38 DDF ^y	68 DDF	98 DDF	128 DDF	158 DDF	188 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	50.9 a ^z	31.1 a	38.1 a	43.5 a	48.0 a	49.2 a
	0	49.5 a	31.0 a	39.7 a	41.8 a	47.8 a	49.4 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	50.8 a	31.8 a	40.8 a	44.3 a	49.4 a	51.5 a
	0	49.5 a	30.3 a	36.8 b	41.1 b	46.4 b	46.9 b
Anillado	Con anillado	50.5 a	32.0 a	38.5 a	41.6 a	45.7 b	47.6 b
	Sin anillado	49.8 a	30.1 a	39.2 a	43.9 a	50.3 a	51.0 a
Interacciones							
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	s	ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.17. Porcentaje total de anomalías florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en tres ciclos de producción, con la aplicación foliar de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Porcentaje total de anomalías		
		2003-2004 ^y	2004-2005	2005-2006
N (g·árbol ⁻¹)	160	12.2 a ^z	64.5 a	24.1 a
	0	13.9 a	42.0 b	24.8 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	11.5 b	62.0 a	31.7 a
	0	14.5 a	44.4 a	17.2 b
Anillado	Con anillado	13.3 a	60.3 a	23.5 a
	Sin anillado	12.7 a	46.1 b	25.4 a

^yCiclo de producción.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05).

Cuadro 2.18. Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Porcentaje de flores anormales (%)						Forma del estilo
		Estambres	Estaminodios	Tépalos	Nectarios	Pistilo		
N (g·árbol ⁻¹)	160	12.1 a ^z	1.6 a	0.7 a ^z	3.6 a	0.5 a ^z	26.3 a	
	0	13.9 a	3.4 a	0.7 a	1.7 a	0.8 a	21.3 a	
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	11.5 b	3.3 a	0.8 a	2.2 a	0.7 a	29.6 a	
	0	14.5 a	1.7 a	0.6 a	3.1 a	0.6 a	17.9 b	
Anillado	Con anillado	13.3 a	1.7 a	2.1 a	2.1 a	0.5 a	21.1 a	
	Sin anillado	12.7 a	3.4a	3.3 a	3.3 a	0.8 a	26.5 a	

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05).

Cuadro 2.19. Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Porcentaje de flores anormales (%)						Forma del estilo
		Estambres	Estaminodios	Tépalos	Nectarios	Estilo		
N (g·árbol ⁻¹)	160	8.9 a ^z	9.4 a	7.2 a	5.4 a	1.8 a	1.8 a	
	0	10.3 a	3.7 a	5.2 a	2.3 b	1.1 a	0.9 a	
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	8.5 a	8.6 a	7.1 a	4.8 a	0.9 a	0.7 a	
	0	10.7 a	4.5 a	5.3 a	2.9 a	2.0 a	2.0 a	
Anillado	Con anillado	11.0 a	6.1 a	8.0 a	2.0 b	1.4 a	1.2 a	
	Sin anillado	7.0 a	7.0 a	4.4 b	5.7 a	1.5 a	1.55 a	

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05).

Cuadro 2.20. Porcentaje de anomalías en el número de estructuras florales, de la floración II de aguacate 'Hass', en el ciclo de baja producción 2005-2006, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Porcentaje de flores anormales (%)			
		Estambres	Estilo	Forma del estilo	Tépalos
N (g árbol ⁻¹)	160	11.2 a ^z	6.0 a	18.1 a	1.0 a
	0	14.3 a	6.6 a	15.5 a	1.2 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	16.7 a	6.6 a	20.6 a	1.1 a
	0	8.9 b	6.0 b	13.0 b	1.0 a
Anillado	Con anillado	10.6 a	6.1 a	17.7 a	1.0 a
	Sin anillado	15.0 a	6.5 a	15.9 a	1.3 a

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05).

Cuadro 2.21. Acumulación de glucosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Glucosa (mg·g ⁻¹ PF)			
		Hojas		Panículas florales	Panículas con frutos
		7 DDF	50 DDF	7 DDF	50 DDF
N (g árbol ⁻¹)	160	11.2 a ^z	15.5 a	16.1 b	12.4 a
	0	11.0 a	10.9 b	17.5 a	9.4 b
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	10.4 b	11.6 b	18.4 a	11.9 a
	0	11.8 a	14.8 a	15.3 a	9.9 b
Anillado	Con anillado	9.7 b	15.0 a	17.1 a	12.4 a
	Sin anillado	12.5 a	11.3 a	16.5 a	9.5 b
Interacciones					
N x AG ₃		s	s	s	ns
N x Anillado		s	s	s	s
AG ₃ x Anillado		s	s	s	s
N x AG ₃ x Anillado		s	s	s	ns

^vDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.22. Acumulación de fructosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Fructosa (mg·g ⁻¹ PF)			
		Hojas		Panículas florales	Panículas con frutos
		7 DDF	50 DDF	7 DDF ^Y	50 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	7.6 b ^Z	10.2 a	11.5 b	9.9 a
	0	8.6 a	9.2 b	12.7 a	8.0 b
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	7.6 b	10.3 a	12.9 a	9.1 a
	0	8.6 a	9.1 b	11.2 b	8.9 a
Anillado	Con anillado	7.7 b	10.5 a	12.7 a	9.1 a
	Sin anillado	8.6 a	8.9 b	11.5 b	8.8 a
Interacciones					
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns
N x Anillado		s	s	s	ns
AG ₃ x Anillado		ns	s	s	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	s

^YDDF= Días después de floración.

^ZMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.23. Acumulación de sacarosa en hojas, panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Sacarosa (mg·g ⁻¹ PF)			
		Hojas		Panículas florales	Panículas con frutos
		7 DDF	50 DDF	7 DDF ^Y	50 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	7.5 a	2.5 b	2.7 a	3.4 a
	0	7.6 a	5.1 a	2.9 a	4.1 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	9.2 a	2.5 b	3.4 a	5.4 a
	0	5.9 b	5.0 a	2.2 b	2.1 a
Anillado	Con anillado	9.4 a	4.3 a	3.0 a	3.9 a
	Sin anillado	5.8 b	3.2 b	2.6 b	3.6 a
Interacciones					
N x AG ₃		s	s	s	ns
N x Anillado		s	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		s	s	s	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	s	s	ns

^YDDF= Días después de floración.

^ZMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.24. Acumulación de ácido giberélico en panículas florales y panículas con frutos en desarrollo de aguacate 'Hass', en el ciclo de alta producción 2004-2005, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Ácido giberélico (mg·g ⁻¹ de tejido liofilizado)	
		Panículas florales	Panículas con frutos
		7 DDF ^y	50 DDF
N (g·árbol ⁻¹)	160	4.33 b ^z	7.56 a
	0	6.91 a	2.64 b
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	5.85 a	4.69 a
	0	5.38 a	5.51 a
Anillado	Con anillado	5.83 a	4.96 a
	Sin anillado	5.40 b	5.14 a
Interacciones			
N x AG ₃		s	s
N x Anillado		ns	ns
AG ₃ x Anillado		s	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns

^yDDF= Días después de floración.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.25. Peso y pérdida de peso de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Pérdida de peso (%)				
		Peso (g)	3 DDC ^y	6 DDC	9 DCC	12 DCC
N (g·árbol ⁻¹)	160	225.5 a ^z	5.9 a	15.1 a	17.1 a	22.1 a
	0	211.2 b	6.0 a	10.9 a	14.9 a	24.4 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	221.9 a	6.1 a	10.9 a	17.2 a	24.6 a
	0	214.7 a	5.8 a	15.0 a	14.8 a	21.9 a
Anillado	Con anillado	228.1 a	5.8 a	15.3 a	15.1 a	22.3 a
	Sin anillado	208.6 b	6.1 a	10.6 a	16.9 a	24.2 a
Interacciones						
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		s	s	s	s	s
AG ₃ x Anillado		s	ns	s	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.26. Cambios en la firmeza de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N, AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Firmeza (kg·cm ²)				
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC	12 DDC
N (g·árbol ⁻¹)	160	3.9 a ^z	3.5 a	2.8 a	2.1 a	0.6 a
	0	4.2 a	3.2 a	2.6 a	1.9 a	0.4 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	4.3 a	3.3 a	2.7 a	1.9 a	0.4 a
	0	4.3 a	3.4 a	2.8 a	2.1 a	0.6 a
Anillado	Con anillado	4.3 a	3.3 a	2.8 a	1.9 a	0.5 a
	Sin anillado	3.8 a	3.4 a	2.7 a	2.1 a	0.6 a
Interacciones						
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.27. Color del exocarpo, representado por valores de luminosidad, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2002-2003, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Luminosidad (L)				
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC	12 DDC
N (g·árbol ⁻¹)	160	30.3 a ^z	28.6 b	28.1 b	27.9 b	27.0 a
	0	29.4 a	29.6 a	29.0 a	28.9 a	26.9 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	30.1 a	29.0 a	28.2 a	28.5 a	27.2 a
	0	30.2 a	29.3 a	28.9 a	28.3 a	26.8 a
Anillado	Con anillado	30.3 a	29.5 a	28.8 a	28.5 a	27.6 a
	Sin anillado	30.0 a	28.7 a	28.3 a	28.3 a	26.4 a
Interacciones						
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	s	s	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.28. Color del exocarpio, representado por los valores Croma, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Valores Croma (C)				
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC	12 DDC
N (g·árbol ⁻¹)	160	10.5 a	9.9 a	9.9 a	9.6 a	6.7 a
	0	11.2 a	10.3 a	10.1 a	10.0 a	6.5 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	10.5 a	9.9 a	9.6 a	9.4 a	6.1 b
	0	11.2 a	10.4 a	10.4 a	10.1 a	7.2 a
Anillado	Con anillado	11.0 a	10.3 a	10.3 a	9.9 a	6.6 a
	Sin anillado	10.7 a	10.0 a	9.8 a	9.6 a	6.6 a
Interacciones						
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.29. Color del exocarpio, representado por valores Hue, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero 2004, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Valores Hue (°H)				
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC	12 DDC
N (g·árbol ⁻¹)	160	71.2 a	63.7 a	57.6 a	56.0 a	55.6 a
	0	70.9 a	61.6 a	55.3 a	54.8 a	55.1 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	72.4 a	62.5 a	56.4 a	55.0 a	55.9 a
	0	69.9 a	62.7 a	56.5 a	55.8 a	54.8 a
Anillado	Con anillado	71.8 a	62.1 a	57.6 a	55.5 a	55.7 a
	Sin anillado	70.3 a	63.2 a	55.2 a	55.3 a	55.0 a
Interacciones						
N x AG ₃		ns	ns	s	ns	s
N x Anillado		ns	s	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	s	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.30. Peso, pérdida de peso y firmeza de los frutos de aguacate 'Hass' cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Pérdida de peso (%)			
		Peso (g)	3 DDC ^y	6 DDC	9 DCC
N (g árbol ⁻¹)	160	209.5 a ^z	14.5 a	19.5 a	24.0 a
	0	205.3 a	13.1 b	18.4 a	22.6 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	204.3 a	14.0 a	19.1 a	23.3 a
	0	210.5 a	14.0 a	18.8 a	23.3 a
Anillado	Con anillado	212.9 a	14.3 a	19.7 a	23.2 a
	Sin anillado	201.8 b	13.8 a	18.2 a	23.4 a
Interacciones					
N x AG ₃		s	ns	ns	ns
N x Anillado		s	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		s	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.31. Cambios en la firmeza de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Firmeza (kg cm ²)			
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
N (g árbol ⁻¹)	160	3.4 a ^z	2.6 a	2.1 a	0.5 a
	0	3.0 b	2.6 a	1.5 a	0.4 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	3.1 b	2.6 a	1.8 a	0.4 a
	0	3.3 a	2.6 a	1.8 a	0.4 a
Anillado	Con anillado	3.3 a	2.5 a	1.7 b	0.2 b
	Sin anillado	3.1 a	2.5 a	1.9 a	0.8 a
Interacciones					
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.32. Color del exocarpio, representado por valores luminosidad, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Luminosidad (L)			
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
N (g árbol ⁻¹)	160	28.1 b ^z	27.3 a	28.1 b	27.5 a
	0	28.7 a	27.0 a	29.1 a	26.1 b
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	28.7 a	27.0 a	28.8 a	27.1 a
	0	28.1 b	27.2 a	28.4 a	26.5 b
Anillado	Con anillado	29.0 a	27.5 a	29.1 a	26.2 b
	Sin anillado	27.9 b	26.8 b	28.2 b	27.4 a
Interacciones					
N x AG ₃		s	ns	s	s
N x Anillado		ns	ns	ns	s
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.33. Color del exocarpio, representado por valores Cromo, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Valores Cromo (C)			
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
N (g árbol ⁻¹)	160	9.8 a ^z	7.5 a	6.9 b	6.5 a
	0	10.2 a	7.5 a	7.6 a	6.0 a
AG ₃ (mg L ⁻¹)	25	10.2 a	7.4 a	7.2 a	6.4 a
	0	9.8 a	7.5 a	7.4 a	6.7 a
Anillado	Con anillado	10.1 a	7.6 a	7.0 b	6.8 a
	Sin anillado	9.9 a	7.3 a	7.6 a	6.5 a
Interacciones					
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

Cuadro 2.34. Color del exocarpo, representado por valores Hue, de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, con aplicaciones foliares de N y AG₃, y anillado.

Factor	Niveles	Valores Hue (°H)			
		0 DDC ^y	3 DDC	6 DDC	9 DDC
N (g árbol ⁻¹)	160	72.2 a ^z	70.9 a	60.9 a	43.7 b
	0	72.4 a	71.4 a	59.7 a	55.2 a
AG ₃ (mg·L ⁻¹)	25	73.4 a	72.1 a	58.2 b	53.3 a
	0	71.2 a	70.3 a	62.4 a	55.6 a
Anillado	Con anillado	72.0 a	72.0 a	62.2 a	55.9 a
	Sin anillado	72.6 a	70.4 a	58.4 b	53.0 b
Interacciones					
N x AG ₃		ns	ns	ns	ns
N x Anillado		ns	ns	ns	ns
AG ₃ x Anillado		ns	ns	s	ns
N x AG ₃ x Anillado		ns	ns	ns	ns

^yDDC= Días después de cosecha.

^zMedias con diferente letra en cada columna son diferentes (Tukey, p≤0.05); s: Significativo (Tukey, p≤0.05); ns: No significativo (Tukey, p>0.05).

2.5. Literatura Citada

- Agustí, M., A. Martínez-Fuentes, C. Mesejo, M. Juan y V. Almela, 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Valencia. Generalitat Valenciana. Serie de Divulgación Técnica No. 55. 80 p.
- Alcántar, G.G. y M.V. Sandoval. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. A.C. Chapingo, México.
- Armas, R.R. 1997. Factores que limitan amarre y apertura de yemas florales de chabacano (*Prunus armeniaca* L.). Tesis de doctor en Ciencias. Especialidad en fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Arteaga, G. S., E. Becerril R. y J. Rodríguez A. 1982. Efecto del anillado en el crecimiento y rendimiento de aguacate cultivar Fuerte. Tesis de Licenciatura. Especialista en fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Arteaga, G. S., E. Becerril R. y J. Rodríguez A. 1984. Efectos del anillado en el crecimiento y rendimiento de aguacate cv Fuerte. Revista Chapingo. Número Especial. 45-46: 41-46.

- Bárceñas, O.A.E., J. Molina E., M. Huanosto F. y P. Aguirre S. 2003. Contenido de Macro y microelementos en hojas, flor y fruto de aguacate 'Hass' en la región de Uruapan, Michoacán. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 365-379.
- Bollard, E. G. 1970. The physiology and nutrition of developing fruits. In: The Biochemistry of Fruits and their Products. A.C. Hulme (ed.). Academic Press. London, UK. pp. 387-425.
- Cabezas, C., J.J. Hueso y J. Cuevas. 2003. Anomalías morfológicas y fisiológicas del ciclo floral del aguacate en la Costa de Almería. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 231-236.
- Castillo, A., Tirado, J., Rubí, M. and Avitia, E. 2000. Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of avocado. J. Plant Nutr. 23: 663-671.
- 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 Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Castillo-González, A., M.T. Colinas-León, M.L. Ortega-Delgado, A. Martínez-Garza y E. Avitia-García. 1998. Variación estacional de carbohidratos en hojas de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Revista Chapingo. Serie Horticultura 4:13-18.
- Costas, G. 1989. Effect of girdling on fruit set Fuerte avocado variety. Cal. Avo. Soc. Yrbk. 73:153-158.
- Cox, A. K., T.K McGhie, A.White, and A.B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. Postharvest Biol. Technology. 31:287-294.
- Crocker, S.J. and P. Hedden. 2000. Analysis of gibberellins. In: Tucker G.A. and Roberts J.A. (eds.). Methods in Molecular Biology, Vol. 141: Plant Hormone Protocols. Humana Press Incc., Totowa, NJ. p. 93-99.
- Cutting, J. G.M. and M.C. Lyne. 1993. Girdling and the reduction in shoot xylem sap concentrations of cytokinins and gibberellins in peach. J. Hort. Sci. 68:619-626.
- 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.; P.J.C. Stassen, M. Van Der Walt, and B. Snijder. 1995. Girdling avocado trees for improved production. S. Afr. Avocado Grow. Assoc. Yrbk. 18:51-53.

- 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, Méx. 132p.
- 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, México.
- Díaz, M, D.H. 2002. Fisiología de árboles frutales. AGT Editor, S.A. 390p.
- González, N. J. 2000. Floración y amarre de frutos estimulado con AG₃, anillado y auxina en mandarina 'Mónica' (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis de Maestría. Especialidad en Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Méx.
- Goren, R., E.E. Goldschmidt and S.P. Monselise. 1971. Interrelation of hesperidium, some other natural components and certain enzyme systems in the developing 'Shamouti' orange fruit. J. Hort. Sci. 96:10-13.
- Guardiola, J.L., M.T. Barrés, C. Albert, and A. García-Luis. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in *citrus unshiu*. Annals Bot. 71:1169-176.
- Ho, L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol. 39: 355-378.
- Inoue H. and B. Takahashi. 1991. Scanning electron microscope observation of abnormal flower and their frequency in avocado trees. J. Japan Soc. Hort. Sci. 59 (4): 703-710.
- Jaganath, I. and C.J. Lovatt. 1998. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocado. Acta Hort. 1:181-184.
- Klein, I. and S. Zilkah. 1986. Urea retention and uptake by avocado and apple leaves. J. Plant Nutrition. 9:1415-1425.
- Lahav, E., B. Gefen, and D. Zamet. 1971. The effect of girdling on the productivity of the avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:396-398.
- Lavee, S., H Haskal, and Y. Ben-Tal. 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I methods, thinning and direct tree response. J Hort. Sci. 58:209-218.

- Lee, T.D. 1987. Patterns of fruit and seed production. In: Doust, J.I. and LL. Doust. (Eds.) Plant reproductive ecology. Patterns and strategy. pp. 179-202. Oxford University Press, Oxford, E.U.
- Liu, X., W. P. W., Robinson, M. A. Madore, G. W. Witney, and M.L. Arpaia. 1999. 'Hass' avocado carbohydrate fluctuations. I. Growth and phenology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:671-675.
- López, J., E. Lidi, M. López y J. Gutiérrez. 1993. Fotosíntesis, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua y temperatura foliar de cultivares de algodón en respuesta al estrés hídrico. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. 8:17-27.
- Lozano, R., T. Angosto, P. Gómez, C. Payán, J. Capel, P. Huijser, J. Salinas, and J. M. Martínez-Zapater. 1998. Tomato flower abnormalities induced by low temperatures are associated with changes of expression of MADS-Box genes. Plant Physiol. 117:91-100.
- Malo. S.E. 1971. Girdling increases avocado yield in South Florida. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 15:19-25.
- Mauk, C.S., M.G. Bausher, and G. Yelenosky. 1986. Influence growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and ¹⁴C-assimilate partitioning in Citrus. J. Plant Growth Regul. 5:111-120.
- 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 V World Avocado Congress. pp. 263-265.
- Mickelbart, M.V., R. Miller, S. Parry, M. L. Arpaia, and R Heath. 2000. Avocado Leaf Surface Morphology. Calif. Avo. Soc. Yrbk. 84:139-150.
- Moncur, M. W. 1988. Floral Development of Tropical and Subtropical Fruit and Nut Species. An Atlas of Scanning Electron Micro-graphs. CSIRO. Australia. 181 p.
- Monselise, S.P., R. Goren, and I. Wallerstein. 1972. Girdling effect on orange fruit set and young fruit abscission. HortScience. 7:514-515.
- Noel, A.R.A. 1970. The gridling tree. Bot. Rev. 36:162-165.
- Osuna, E.T. 1982. Estudio de la diferenciación floral y la expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región de Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialidad de Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.

- Osuna, E.T. 1998. Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Manguifera indica* L.) cv Manila. Tesis de Doctor en Ciencias. Especialidad de Fruticultura, colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Otero, M., A.E. Becerril, G. Alcántara y R. Mosqueda. 1997. Producción forzada de guayabo en invernadero. *Agrociencia*. 31:285-290.
- Palacios, A.J.M. 1986. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate cv Hass con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Mich. Tesis Maestría. Especialista en Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Méx.
- Roldán, H. R. 2001. Anormalidades florales en tres cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Tesis de Maestría en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ruan, Y.L. 1993. Fruit set, young fruit and leaf growth of *Citrus Unshiu* in relation to assimilate supply. *Scientia Hort.* 53:99-107.
- 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, México.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 1998. GA₃ application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:791-797.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 2000. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:25-30.
- Sánchez, G. P. y P. Ramírez M. 2002. Fertilización y nutrición del aguacatero. In: Téliz, O.D, El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi Prensa. México. 219 pp.
- Schaffer, B., A.W. Whiley, and R.R. Kholi. 1991. Effects of leaf age on gas exchange characteristics of avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 48:21-28.
- Scholefield, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. *Scientia Hort.* 275:425-434.
- Schoroeder, C.A. 1940. Floral abnormalities in the avocado. *Cal. Avo. Soc. Yrbk.* 57:115-117.
- Talón M., L. Zacarias, and E. Primo-Millo. 1992. Gibberellins and parthenocarpic ability in developing ovaries of seedless mandarins. *Plant Physiol.* 99:1575-1581.

Tomer, E. 1977. The effect of girdling on flowering, fruit setting and abscission in avocado trees. Unpublished PhD Thesis. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.

Tominaga, S. 1998. GA₃ sprays delay and reduce physiological fruit drop in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Acta Hort. 463:301-305.

Voss, D. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society Color Chart. HortScience 27:1252-1260.

2.6 Anexo

A1. Determinación de nitrógeno reducido

Se determinó por el método de Nessler descrito por Alcántar y Sandoval (1999).

1. Se pesó 0.1 g de materia seca.
2. Se le agregó 10 mL de una solución reguladora de fosfato de potasio 0.1 M a pH 7.4 (KH₂PO₄ (Fermont) y K₂PO₄ (J.T.Baker)).

Preparación de 1L de solución reguladora a 0.1 M:

- a). Se pesó 27.2 g de fosfato monobásico (KH₂PO₄) y se disolvió en 1L de agua destilada (0.1 M).
- b). Se pesó 34.8 g de fosfato dibásico (K₂HPO₄) y se disolvió en 1L de agua destilada (0.1 M).
- c). Se tomó 95 mL de la solución de KH₂PO₄ 0.1 M. y se mezcló con 405 mL de K₂HPO₄ 0.1 M y 500 mL de agua destilada. Esta solución se ajustó a pH de 7.4.

3. Se agitaron las muestras con la solución reguladora durante 30 min. en un agitador de vaivén.

4. Se filtró la solución (papel filtro Ahlstrom grade 94) a frascos de vidrio.

5. Se tomó 0.1 mL del sobrenadante y se transfirió a un tubo de ensaye. Se Llevó a un volumen de 7 mL con agua destilada.

6. Se añadió 2 mL del reactivo de Nessler (Hg₂I y KI).

Preparación de 1L del reactivo de Nessler:

- a). Se pesó 40 g de ioduro de potasio (KI) y 60 g de ioduro de mercurio (Hg₂I).
- c). Se disolvió el KI y Hg₂I y se aforó a 500 mL con agua destilada.

- d). Se pesó 100 g de Hidróxido de sodio (NaOH) y se disolvió en 300 mL de agua destilada.
- e). Se mezclaron las soluciones de NaOH, KI y Hg₂I y se aforó a 1L con agua destilada.
7. Se agitó la solución en un vortex por 30 s.
8. Se dejó reposar la solución durante 10 min. y se registró la absorbancia a 420 nm en el espectrofotómetro (Milton Roy, modelo Spectronic 20+, Rochester, N.Y. USA).
9. La curva de calibración se preparó como se indica en el cuadro A1.1.

Cuadro A1.1. Curva de calibración.

(NH ₄) ₂ SO ₄ (mL)	Agua destilada (mL)	Reactivo de Nessler (mL)	µg N/tubo
0	7	2	0
0.2	6.8	2	2
0.5	6.5	2	5
1.0	6.0	2	10
1.5	5.5	2	15

Los cálculos de la concentración de nitrógeno reducido en el tejido vegetal se calcularon de acuerdo con la ecuación obtenida de la curva de calibración (Fig. 1), $X = (Y - A/B)$, considerando las diluciones hechas y el peso utilizado del material vegetal.

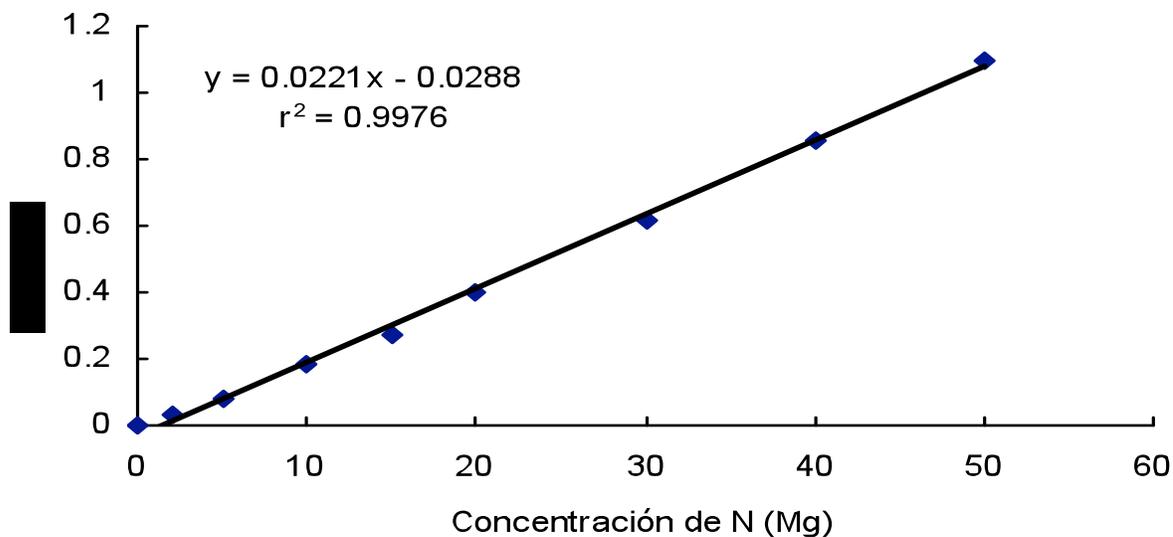


Figura A1.1. Curva de calibración.

A2. Determinación de carbohidratos solubles

La metodología que se utilizó fue la propuesta por Darnell, et al. (1994) con algunas adecuaciones en el presente trabajo.

1. Se colectó el material vegetal y se transporto en nitrógeno líquido. Posteriormente se almacenó a -20°C .
2. Se peso 0.5 g de materia fresca (almacenada a -20°C), se macero en un mortero con nitrógeno líquido, el tejido se vertió a un vaso de precipitado de 50 mL y se le adicionó 10 mL de metanol al 80% y se puso a bullir (temperatura de 37°C) durante 2 min.
3. Se agregó 100 μL de manitol (sigma) como estándar interno (100 mg mL^{-1}) y se transfirió a un tubo de centrifugación de 15 mL.
4. Se agitó en el agitador de acción orbital durante 20 min. a 300 rpm, posteriormente se centrifugo a 3000 rpm durante 10 min. a 4°C .
5. Se rescató el sobrenadante y al residuo sólido se le realizaron dos lavados con 1 mL de etanol al 80 %.
6. El residuo sólido se descartó y se midió el volumen total de los sobrenadantes (este volumen se emplea en la respectiva fórmula para determinar la cantidad de cada uno de los azúcares)
7. Se tomo una alícuota de 5 mL, al cual se le adicionó 3 mL de cloroformo, se agitó en el vórtex y se centrifugo a 2000 rpm durante 3 min. a 4°C .
8. Se rescató la fase acuosa (capa superior) y se desecho la fase orgánica, se le adicionó 75 mg de Polivinil polipirrolidona (PVPP) (Sigma), se agitó en el vórtex y se centrifugo a 3000 rpm durante 10 min. a temperatura ambiente.
9. Se decantó el sobrenadante y se realizo otra extracción a la PVPP con 1 mL de agua destilada.
10. Los sobrenadantes se combinaron y se llevaron a sequedad en el rotavapor (R-114 Büchi, made in Switzerland) a una temperatura de 37°C , se resuspendió con 1 mL de agua destilada y se deposito en tubos de centrifugación de 15 mL.
11. Se le adicionó 2 mL de Dowex-1 (Supelco) a la solución de los tubos y se agitó por 15 min. en el agitador dual a 310 rpm.
12. Se centrifugó a 4000 rpm durante 10 min a 4°C , se decantó.

13. El extracto se depositó en un tubo de centrifugación de 15 mL, se le agregó 2 mL de Dowex-50 (Supelco) y se centrifugó a 4000 rpm durante 10 min. a 4°C. Se decantó y depositó el extracto en tubos de cintilación, posteriormente se liofilizó el extracto durante 12 horas y se almacenó a -20 °C.

14. El extracto se resuspendió con 3.0 mL de agua deionizada (18 mohm) y se filtró con microfiltros (Nylon 25 mm x 0.2µ, Tupper).

15. Se inyectó en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución.

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® (HPX-87C, 300 mm x 7.8 mm, 5µm, 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 con las soluciones estándar de 0.01, 0.1, 0.5 y 1.0 mg mL⁻¹ de sacarosa, glucosa, fructosa y manitol; para lo cual se pesó 100 mg de cada estándar y se diluyó en 10 mL de agua deionizada, del cual se tomaron las respectivas diluciones (Fig. A2.1, A2.2, A2.3 y A2.4, respectivamente).

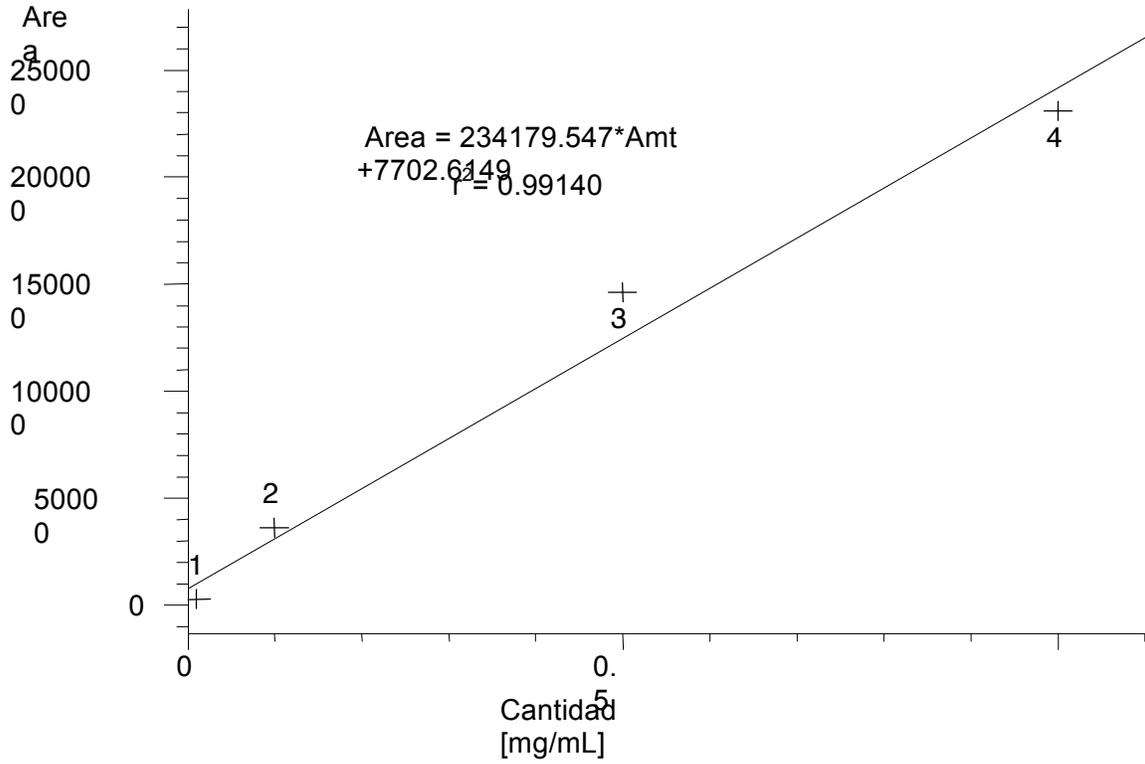


Figura A2.1. Curva patrón para sacarosa.

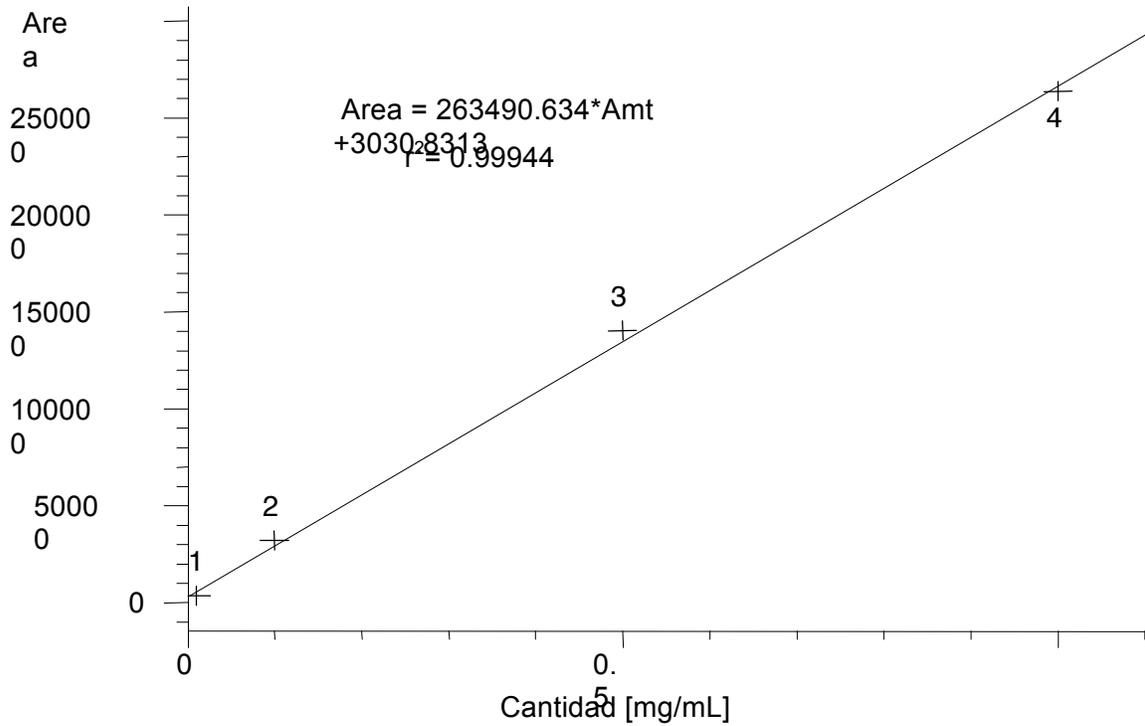


Figura A2.2. Curva patrón para glucosa.

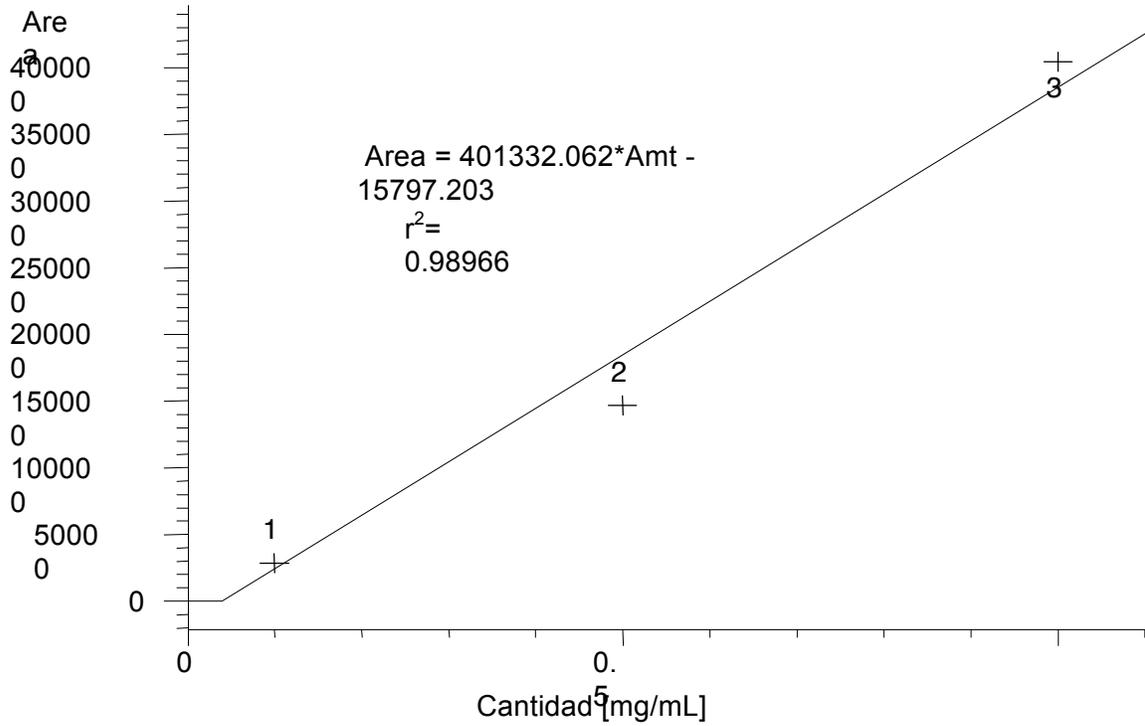


Figura A2.3. Curva patrón para fructosa.

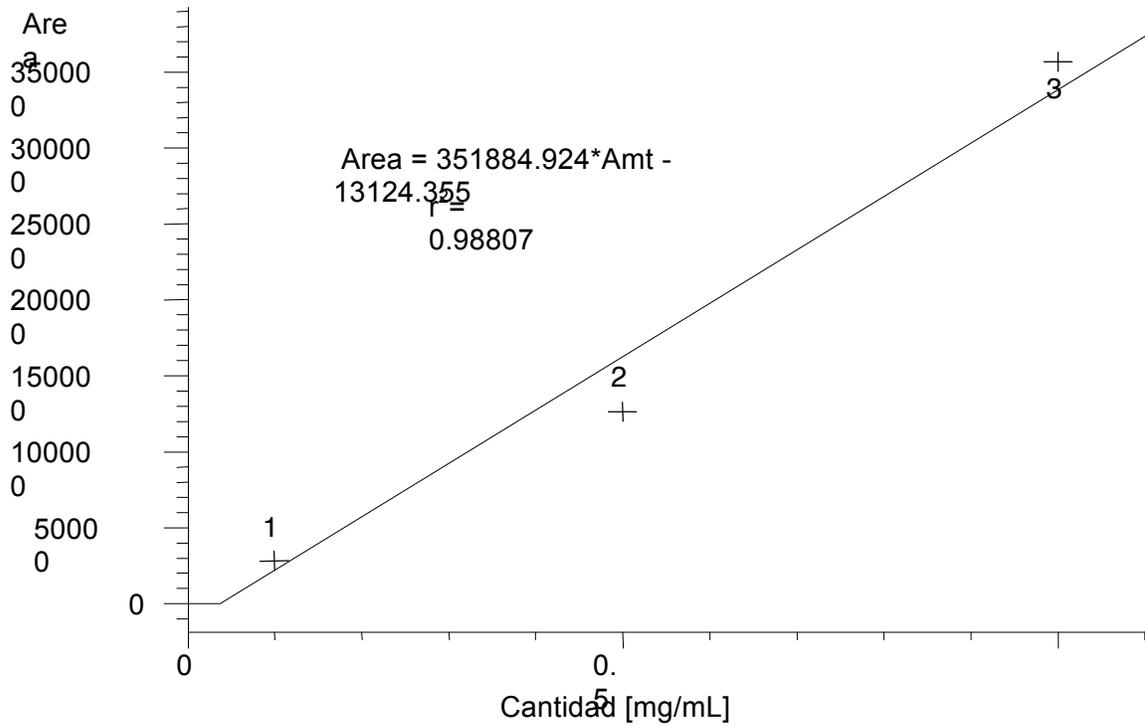


Figura A2.4. Curva patrón para manitol.

Los cálculos para determinar la cantidad de cada uno de los azúcares (mg g^{-1}) se realizarón de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

Ec.1

$$\% \text{ de recuperación} = \frac{\text{Concentración de manitol (mg) x Volumen total (mL)}}{10 \text{ mg de manitol}}$$

Ec. 2

$$\text{Azúcar} = \frac{\text{Concentración del azúcar (mg) x Volumen total (mL)}}{\% \text{ de recuperación x materia fresca (g)}}$$

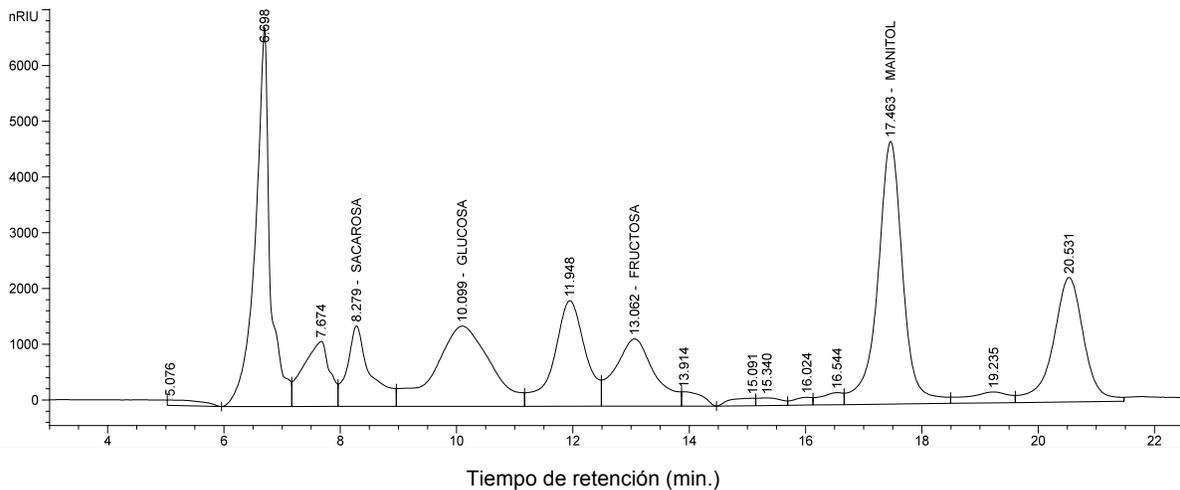


Figura A2.5. Cromatograma de carbohidratos solubles.

A3. Contenido endógeno de ácido giberélico

La metodología utilizada para la extracción fue la propuesta por Croker y Hedden (2000) con algunas modificaciones en el presente trabajo.

1. Se colectó el material vegetal y se transportó en nitrógeno líquido. Posteriormente se almacenó a -20°C.
2. Se liofilizaron las muestras y se almacenaron nuevamente a -20°C hasta su extracción.
3. El tejido liofilizado se molió en un molino analítico (Janke&Kunkel IKA[®] Labortechnik Model 79219, Shuten made in Gemany) y se peso 500 mg de materia seca, al cual se le agregó 10 mL de MeOH:H₂O (80:20).
4. La mezcla se sometió a un homogenizador ultrasónico (Ultrasonic homogenizer, Model CPX 600) durante 5 min. con 0.5 s de pulsación, posteriormente se filtró al vacío y se extrajo nuevamente con 10 mL de MeOH:H₂O (80:20) y se filtró (papel filtro Whatman No.1, Whatman England).
5. Se combinaron los extractos y se evaporó el MeOH en el rotavapor (R-114 Büchi, made in Switzerland), a la solución acuosa se le agregó 5 mL de agua destilada y se ajustó el pH a 2.5 con HCl 2M.
6. Se realizaron tres particiones con AcEt (5 mL) y se colectaron las fases orgánicas.
7. Se hicieron tres particiones con bicarbonato de sodio al 5% (5 mL) y se colectaron las fases acuosas.
8. Se ajustó el pH a 3.0 con HCl 2M y se realizaron tres particiones con AcEt (8 mL), del cual se colectaron las fases orgánicas, los residuos de agua se eliminaron con Sulfato de sodio anhidro.
9. El extracto se evaporó en el rotavapor hasta sequedad, posteriormente se resuspendió con 5 mL de MeOH (grado HPLC) y se filtro en microfiltros (Nylon 25 mm x 0.2 μ , Tupper).
10. La muestra se deposito en viales (color ámbar), se le adicionó 110 μ L de estándar de AG₃ y se inyectó en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC, HP 1100, Hewlett Packard).

Las condiciones utilizadas fueron, una columna de Zorbax (SB-C8, 4.6 mm ID x 250 mm, 5µm, Agilent Technologies); con una fase móvil de Acetonitrilo: Buffer de fosfatos (75 mµ), con un pH de 3.0, (30:70); un flujo de 1mL/min; con una temperatura de 50 °C; una presión de 67 Bars.; con un volumen de inyección de 20 µL y un tiempo de análisis de la muestra de 8 min. El detector fue de arreglo de diodos (202 nm)

Los cálculos para determinar la concentración de ácido giberélico en los tejidos evaluados se realizaron de acuerdo con el método del estándar externo utilizando las siguientes ecuaciones:

Ec. 3

$$Fr_i = \frac{C_j}{A_i}$$

Donde:

Fr_i = Factor respuesta del estándar

C_j = Concentración del estándar

A_i = Área del estándar

Ec. 4

$$C_i = A_i Fr_i$$

Donde:

C_i = Concentración del pico de interés de la muestra

A_i = Área del pico de interés de la muestra

Fr_i = Factor respuesta del estándar

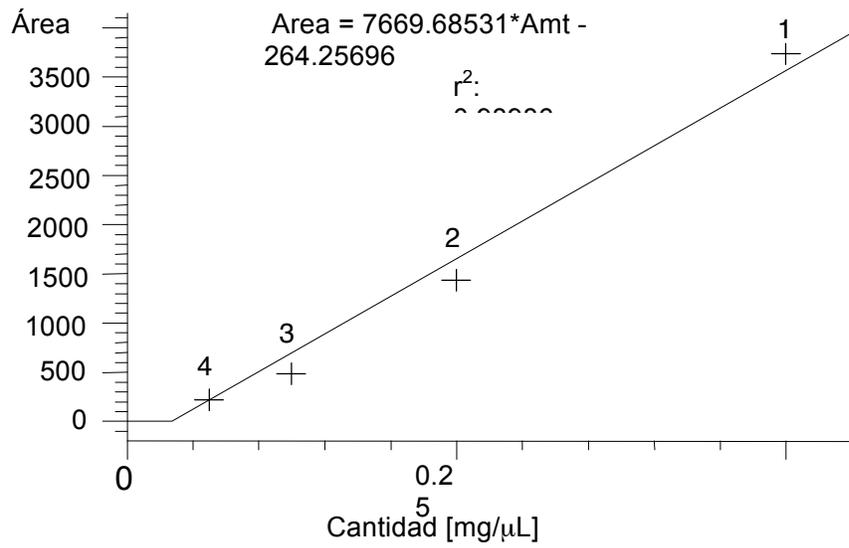


Figura A3.1. Curva de calibración para AG₃.

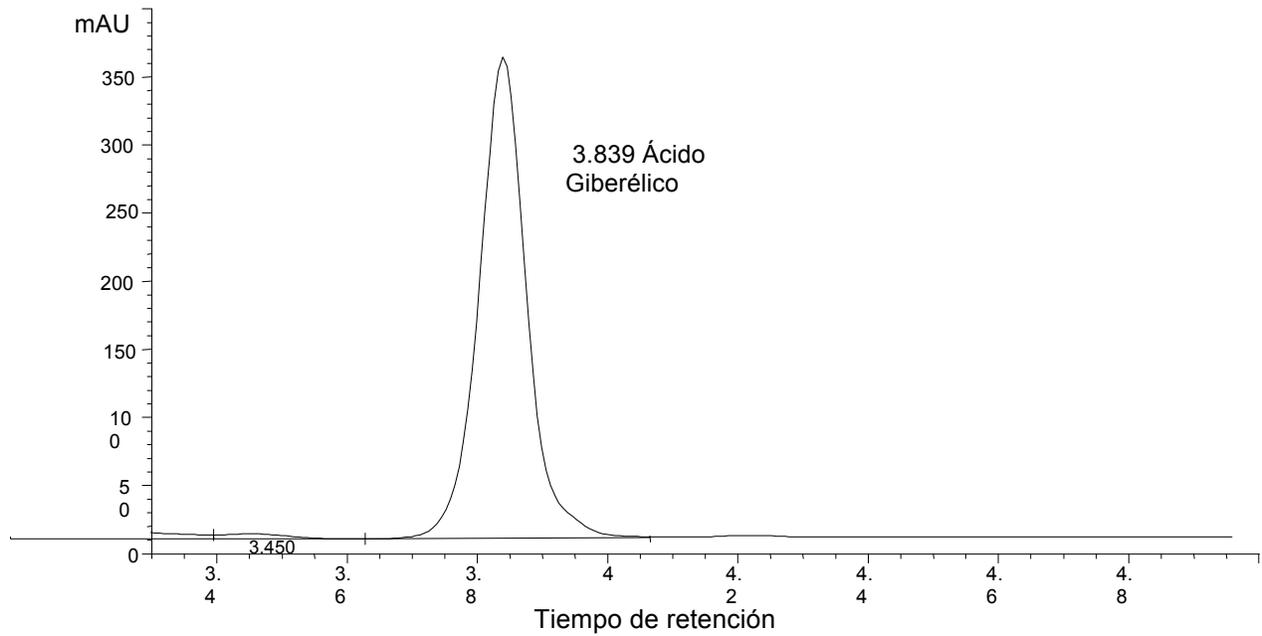


Figura A3.2. Cromatograma del estándar de AG₃.

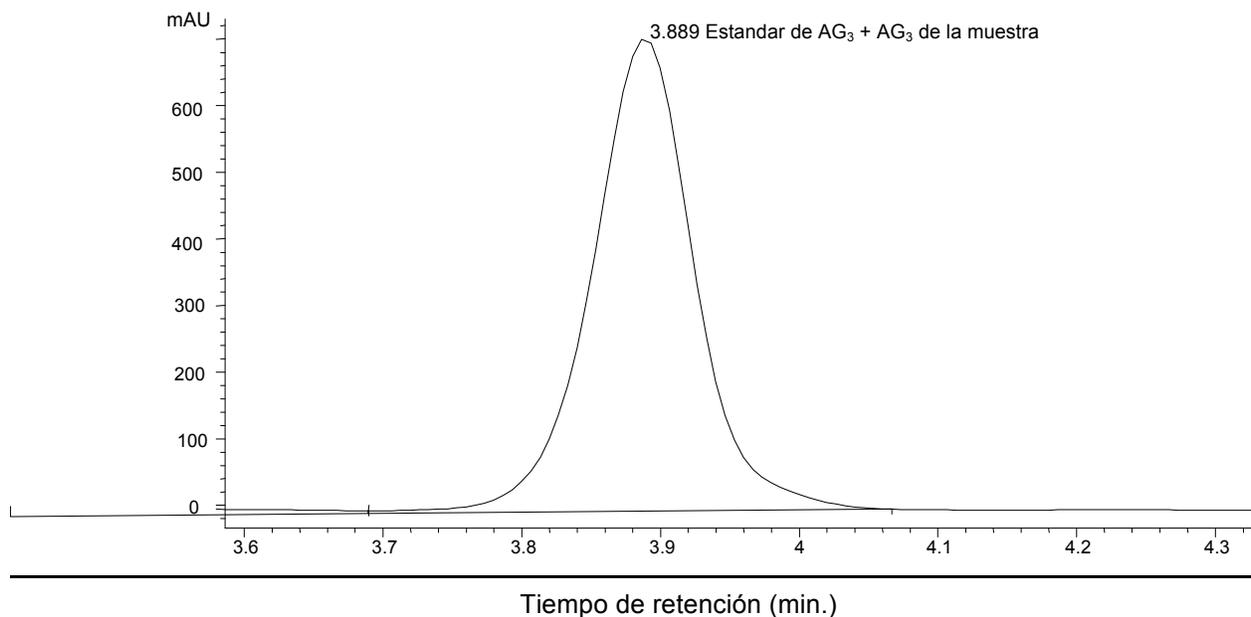


Figura A3.3. Cromatograma del estándar de AG₃ + el AG₃ de la muestra.

Cuadro A.2. Luminosidad del exocarpo de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 0 DDC, en la interacción de los factores: N y AG₃.

Combinación		Luminosidad (L)
g de N árbol	mg de AG ₃ L ⁻¹	
160	25	28.6 a ^z
160	0	27.3 b
0	25	28.8 a
0	0	28.6 a

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05)

Cuadro A.3. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 6 DDC, en la interacción de los factores: N y AG₃.

Combinación		Luminosidad (L)
g de N árbol	mg de AG ₃ L ⁻¹	
160	25	28.8 a ^z
160	0	27.4 b
0	25	28.9 a
0	0	29.4 b

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05).

Cuadro A.4. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y AG₃.

Combinación		Luminosidad (L)
g de N árbol	mg de AG ₃ L ⁻¹	
160	25	28.2 a ^z
160	0	26.7 b
0	25	26.0 b
0	0	26.3 b

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05)

Cuadro A.5. Luminosidad del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y anillado.

Combinación		Luminosidad (L)
g de N árbol	Anillado	
160	Con anillado	27.2 a ^z
160	Sin anillado	27.7 a
0	Con anillado	25.1 b
0	Sin anillado	27.2 a

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro A.6. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 6 DCC, en la interacción de los factores: AG₃ y anillado.

Combinación		Valores Hue (°H)
mg de AG ₃ L ⁻¹	Anillado	
25	Con anillado	57.7 b ^z
25	Sin anillado	58.7 b
0	Con anillado	66.7 a
0	Sin anillado	58.1 b

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cuadro A.7. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DDC, en la interacción de los factores: N y anillado.

Combinación		Valores Hue (°H)
g de N árbol	Anillado	
160	Con anillado	43.5 c ^z
160	Sin anillado	43.9 c
0	Con anillado	58.3 a
0	Sin anillado	52.1 b

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05).

Cuadro A.8. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DCC, en la interacción de los factores: AG₃ y anillado.

Combinación		Valores Hue (°H)
mg de AG ₃ L ⁻¹	Anillado	
25	Con anillado	56.1 a ^z
25	Sin anillado	50.4 b
0	Con anillado	55.7 a
0	Sin anillado	55.6 a

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05).

Cuadro A.9. Valores Hue del exocarpio de los frutos de aguacate 'Hass', cosechados en enero de 2005, correspondientes a la floración II del ciclo 2003-2004, a los 9 DCC, en la interacción de los factores: N, AG₃ y anillado.

Combinación			Valores Hue (°H)
g de N árbol	mg de AG ₃ L ⁻¹	Anillado	
160	25	Con	42.3 c ^z
160	25	Sin	42.7 c
160	0	Con	44.6 c
160	0	Sin	45.2 c
0	25	Con	55.0 a
0	25	Sin	48.1 b
0	0	Con	56.7 a
0	0	Sin	56.1 a

^zMedias con la misma letra no tienen diferencias significativas (Tukey, p≤0.05)

CONCLUSIONES GENERALES

Los tratamientos de N aplicados durante el crecimiento vegetativo sólo aumentaron en un ciclo de evaluación, año de baja producción, el amarre inicial de fruto de la floración II. No hubo efecto en la acumulación de nitrógeno reducido, fotosíntesis y área foliar específica.

En el año de baja producción, los tratamientos de: N (160 g árbol⁻¹), anillado y N (160 g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg L⁻¹) + anillado, aplicados en el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia y floración II, registraron aumento en el amarre inicial y los tratamientos de: N (160 g árbol⁻¹), anillado y N (160 g árbol⁻¹) + anillado incrementaron el amarre final de frutos de la floración II. Se incrementó la acumulación de nitrógeno reducido con anillado y N (160 g árbol⁻¹) + AG₃ (0 mg L⁻¹). No hubo efecto en la fotosíntesis.

En el año de alta producción se aumentó el amarre inicial con N (160 g de N árbol⁻¹) y AG₃ (25 mg L⁻¹); y el amarre final de frutos de la floración II con anillado y N (160 g árbol⁻¹) + AG₃ (25 mg L⁻¹) + anillado. Los tratamientos no afectaron la acumulación de nitrógeno reducido. La aplicación de N (160 g de N árbol⁻¹) y anillado promovió la acumulación de carbohidratos solubles en hojas y en panículas con frutos en desarrollo; y el AG₃ (25 mg L⁻¹) + anillado aumentó la acumulación de AG₃.

La aplicación de N durante el crecimiento vegetativo; de N y AG₃ en el estado ocho de desarrollo de la inflorescencia y anillado en la floración II no redujeron la presencia de anomalías florales y no afectaron la calidad de fruto. No hubo correlación entre la acumulación de nitrógeno reducido y anomalías florales con el amarre de fruto.

LITERATURA CITADA

- Agustí, M., A. Martínez-Fuentes, C. Mesejo, M. Juan y V. Almela, 2003. Cuajado y desarrollo de los frutos cítricos. Valencia. Generalitat Valenciana. Serie de Divulgación Técnica No. 55. 80 p.
- Alcántar, G.G. y M.V. Sandoval. 1999. Manual de análisis químico de tejido vegetal. Guía de muestreo, preparación, análisis e interpretación. Publicación especial No. 10 de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. A.C. Chapingo, México.
- Armas, R.R. 1997. Factores que limitan amarre y apertura de yemas florales de chabacano (*Prunus armeniaca* L.). Tesis de doctor en Ciencias. Especialidad en fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Arpaia, M.L., Z.V. Rooyen, J.P. Bower, P.J. Hofman y A. B. Woolf. 2004. Las prácticas culturales influyen sobre la calidad de la fruta en postcosecha. 2º Seminario Internacional de Paltos. 29 de septiembre a 1 de octubre. Sociedad Gardiazabal y Magdahl. Ltda. Quillota, Chile.
- Arteaga, G. S., E. Becerril R. y J. Rodríguez A. 1982. Efecto del anillado en el crecimiento y rendimiento de aguacate cultivar Fuerte. Tesis de Licenciatura. Especialista en fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- Arteaga, G. S., E. Becerril R. y J. Rodríguez A. 1984. Efectos del anillado en el crecimiento y rendimiento de aguacate cv Fuerte. Revista Chapingo. Número Especial. 45-46: 41-46.
- Bárceñas, O.A.E., J. Molina E., M. Huanosto F. y P. Aguirre S. 2003. Contenido de Macro y microelementos en hojas, flor y fruto de aguacate 'Hass' en la región de Uruapan, Michoacán. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 365-379.
- Bergh, B.O. 1975. Avocados. In: Advances in fruit breeding. J. Janick and J.N. Moore (Eds.). Purdue University Press. West Lafayette, Indiana, USA.
- Bollard, E. G. 1970. The physiology and nutrition of developing fruits. In: The Biochemistry of Fruits and their Products. A.C. Hulme (ed.). Academic Press. London, UK. pp. 387-425.
- Cabezas, C., J.J. Hueso y J. Cuevas. 2003. Anomalías morfológicas y fisiológicas del ciclo floral del aguacate en la Costa de Almería. In: Junta de Andalucía. Consejo de Agricultura y Pesca. V Congreso Mundial del aguacate. Actas I. Granda-Málaga, España. 19 al 24 de octubre. pp. 231-236.

- Calderón, Z.G., J. Rodríguez A. A.E. Becerril R., M. Livera M. y M.T. Colinas L. 1997. Fertilización foliar nitrogenada en la fotosíntesis y el desarrollo de durazno en producción forzada. *Agrociencia*. 31:291-296.
- Castillo, A., Tirado, J., Rubí, M. and Avitia, E. 2000. Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of avocado. *J. Plant Nutr.* 23: 663-671.
- 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 Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Castillo-González, A., M.T. Colinas-León, M.L. Ortega-Delgado, A. Martínez-Garza y E. Avitia-García. 1998. Variación estacional de carbohidratos en hojas de aguacatero (*Persea americana* Mill.). *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 4:13-18.
- Costas, G. 1989. Effect of girdling on fruit set Fuerte avocado variety. *Cal. Avo. Soc. Yrbk.* 73:153-158.
- Cox, A. K., T.K McGhie, A.White, and A.B. Woolf. 2004. Skin colour and pigment changes during ripening of 'Hass' avocado fruit. *Postharvest Biol. Technology.* 31:287-294.
- Coutanceau, M. 1964. *Fruticultura*. Ediciones de Occidente. Madrid, España. 108 p.
- Crocker, S.J. and P. Hedden. 2000. Analysis of gibberellins. In: Tucker G.A. and Roberts J.A. (eds.). *Methods in Molecular Biology*, Vol. 141: *Plant Hormone Protocols*. Humana Press Incc., Totowa, NJ. p. 93-99.
- Cutting, J. G.M. and M.C. Lyne. 1993. Girdling and the reduction in shoot xylem sap concentrations of cytokinins and gibberellins in peach. *J. Hort. Sci.* 68:619-626.
- 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.; P.J.C. Stassen, M. Van Der Walt, and B. Snijder. 1995. Girdling avocado trees for improved production. *S. Afr. Avocado Grow. Assoc. Yrbk.* 18:51-53.
- 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, Méx. 132p.
- 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, México.

- Díaz, M, D.H. 2002. Fisiología de árboles frutales. AGT Editor, S.A. 390p.
- Figueroa, R.M. 1997. Contenido nutrimental en hojas e inflorescencias de tres cultivares de aguacate (*Persea americana* Mill.). 1997. Tesis de Licenciatura. Especialidad en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx.
- González, N. J. 2000. Floración y amarre de frutos estimulado con AG₃, anillado y auxina en mandarino 'Mónica' (*Citrus reticulata* Blanco). Tesis de Maestría. Especialidad en Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Méx.
- Goren, R., E.E. Goldschmidt and S.P. Monselise. 1971. Interrelation of hesperidium, some other natural components and certain enzyme systems in the developing 'Shamouti' orange fruit. J. Hort. Sci. 96:10-13.
- Guardiola, J.L., M.T. Barrés, C. Albert, and A. García-Luis. 1993. Effects of exogenous growth regulators on fruit development in *citrus unshiu*. Annals Bot. 71:1169-176.
- Hernández, V. E.F. 2006. Diagnóstico y dinámica estacional de nitrógeno en hojas y brotes de durazno bajo sistema de producción forzada. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Méx.
- Ho, L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annu. Rev. Plant. Physiol. Plant. Mol. Biol. 39: 355-378.
- Inoue H. and B. Takahashi. 1991. Scanning electron microscope observation of abnormal flower and their frequency in avocado trees. J. Japan Soc. Hort. Sci. 59 (4): 703-710.
- Jaganath, I. and C.J. Lovatt. 1998. Efficacy studies on prebloom canopy applications of boron and/or urea to 'Hass' avocado. Acta Hort. 1:181-184.
- Klein, I. and S. Zilkah. 1986. Urea retention and uptake by avocado and apple leaves. J. Plant Nutrition. 9:1415-1425.
- Lahav, E., B. Gefen, and D. Zamet. 1971. The effect of girdling on the productivity of the avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 96:396-398.
- Lavee, S., H Haskal, and Y. Ben-Tal. 1983. Girdling olive trees, a partial solution to biennial bearing. I methods, thinning and direct tree response. J Hort. Sci. 58:209-218.

- Lee, T.D. 1987. Patterns of fruit and seed production. In: Doust, J.I. and LL. Doust. (Eds.) Plant reproductive ecology. Patterns and strategy. pp. 179-202. Oxford University Press, Oxford, E.U.
- Liu, X., W. P. W., Robinson, M. A. Madore, G. W. Witney, and M.L. Arpaia. 1999. 'Hass' avocado carbohydrate fluctuations. I. Growth and phenology. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 124:671-675.
- López, J., E. Lidi, M. López y J. Gutiérrez. 1993. Fotosíntesis, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua y temperatura foliar de cultivares de algodón en respuesta al estrés hídrico. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. 8:17-27.
- Lozano, R., T, Angosto, P. Gómez, C. Payán, J. Capel, P. Huijser, J. Salinas, and J. M. Martínez-Zapater. 1998. Tomato flower abnormalities Induced by low temperatures are associated with changes of expression of MADS-Box genes. Plant Physiol. 117:91-100.
- Malo. S.E. 1971. Girdling increases avocado yield in South Florida. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. Trop. Reg. 15:19-25.
- Mauk, C.S., M.G. Bausher, and G. Yelenosky. 1986. Influence growth regulator treatments on dry matter production, fruit abscission, and ¹⁴C-assimilate partitioning in Citrus. J. Plant Growth Regul. 5:111-120.
- 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 V World Avocado Congress. pp. 263-265.
- Mickelbart, M.V., R. Miller, S. Parry, M. L. Arpaia, and R. Heath. 2000. Avocado Leaf Surface Morphology. Calif. Avo. Soc. Yrbk. 84:139-150.
- Monselise, S.P., R. Goren, and I. Wallerstein. 1972. Girdling effect on orange fruit set and young fruit abscission. HortScience. 7:514-515.
- Moncur, M. W. 1988. Floral Development of Tropical and Subtropical Fruit and Nut Species. An Atlas of Scanning Electron Micro-graphs. CSIRO. Australia. 181 p.
- Noel, A.R.A. 1970. The gridling tree. Bot. Rev. 36:162-165.
- Olarte-Ortíz, O., G. Almaguer-Vargas y J. R. Espinoza Espinoza. 2001. Efecto de la fertilización foliar en el estado nutricional, la fotosíntesis, la concentración de carbohidratos y el rendimiento en naranjo 'Valencia Late'. Agrociencia. 340:347.
- Osuna, E.T. 1982. Estudio de la diferenciación floral y la expresión de la dicogamia en la variedad Fuerte de aguacate (*Persea americana* Mill.) en la región de Atlixco, Puebla. Tesis de Maestría en Ciencias. Especialista en Fruticultura. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.

- Osuna, E.T. 1998. Anatomía y fisiología de la floración forzada en mango (*Manguifera indica* L.) cv Manila. Tesis de Doctor en Ciencias. Especialidad de Fruticultura, colegio de Postgraduados. Montecillo, México.
- Otero, M., A.E. Becerril, G. Alcántara y R. Mosqueda. 1997. Producción forzada de guayabo en invernadero. *Agrociencia*. 31:285-290.
- Palacios, A.J.M. 1986. Dinámica y balance nutrimental en árboles de aguacate cv Hass con alto y bajo rendimiento en la región de Uruapan, Mich. Tesis Maestría. Especialista en Fruticultura. Colegio de Postgraduados, Texcoco, Méx.
- Roldán, H. R. 2001. Anormalidades florales en tres cultivares de aguacatero (*Persea americana* Mill.). Tesis de Maestría en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Ruan, Y.L. 1993. Fruit set, young fruit and leaf growth of *Citrus Unshiu* in relation to assimilate supply. *Scientia Hort.* 53:99-107.
- 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, México.
- Saieg, A. D.M. 2006. Evaluación del comportamiento reproductivo y vegetativo del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass, en función de la carga frutal presente. Taller de Licenciatura. Pontificia Universidad Católica de Valparaiso. Valparaiso, Chile.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 1998. GA₃ application alters flowering phenology of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 123:791-797.
- Salazar-García, S. and C.J. Lovatt. 2000. Use of GA₃ to manipulate flowering and yield of the 'Hass' avocado. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125:25-30.
- Sánchez, G. P. y P. Ramírez M. 2002. Fertilización y nutrición del aguacatero. In: Téliz, O.D, El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi Prensa. México. 219 pp.
- Schaffer, B., A.W. Whiley, and R.R. Kholi. 1991. Effects of leaf age on gas exchange characteristics of avocado (*Persea americana* Mill.). *Scientia Horticulturae* 48:21-28.
- Scholefield, P.B. 1982. A scanning electron microscope study of flowers of avocado, litchi, macadamia and mango. *Scientia Hort.* 275:425-434.

- Schoroeder, C.A. 1940. Floral abnormalities in the avocado. Cal. Avo. Soc. Yrbk. 57:115-117.
- Talón M., L. Zacarias, and E. Primo-Millo. 1992. Gibberellins and parthenocarpic ability in developing ovaries of seedless mandarins. Plant Physiol. 99:1575-1581.
- Tomer, E. 1977. The effect of girdling on flowering, fruit setting and abscission in avocado trees. Unpublished PhD Thesis. The Hebrew University of Jerusalem, Israel.
- Tominaga, S. 1998. GA₃ sprays delay and reduce physiological fruit drop in Ponkan mandarin (*Citrus reticulata* Blanco). Acta Hort. 463:301-305.
- Voss, D. 1992. Relating colorimeter measurement of plant color to the Royal Horticultural Society color chart. HortScience 27:1252-1260.
- Wolstenholme B.N, and A.W. Whiley. 1997. What do carbohydrate reserves tell us about avocado orchard management? S. Afr. Avocado. Grow. Assoc. Yrbk. 20:63-67.