

■ Increasing fruit size of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) Using Gibberellic acid, Thidiazuron and Girdling

S. Flores Vivar¹, J. Escobedo Alvarez,¹

¹. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina.

In three trials, the effect on fruit size from different doses of gibberellic acid (GA): 25 and 50 ppm, three doses of thidiazuron (TDZ): 25, 50 and 100 ppm, and two different timing of branch girdling: full bloom and 60 days after full bloom (dafb), was studied on adult avocado trees. Plant growing regulators (PGR) were applied 60 dafb, when the fruits were 30 mm on diameter, approximately. In all treatments, assessments were carried out 3 weeks before harvest.

GA application did increase the diameter and length of fruits in 3.4 and 3.2 mm, but without significant differences compared to the treatment. On TDZ treatments, only 25 and 50 ppm doses showed significantly larger diameters: 60.1 and 61.0 mm, compared to the control (55.6 mm). However, length was increased with the three TDZ treatments: 86.6, 88.6 and 85.9, respectively, compared to the control: 79.9 mm. Girdling on full bloom did not have any effect, nevertheless, on branches girdled 60 dafb, fruits reached diameters of 60.8 mm and length of 90.4 mm, which was statistically significant compared to control trees, with 55.5 and 77.9 mm on fruit diameter and length, respectively.

■ Incremento del tamaño de fruto de palto 'Hass' (*Persea americana* Mill.) Con aplicaciones de ácido Giberélico, Thidiazuron y anillado de ramas

S. Flores Vivar¹, J. Escobedo Alvarez,¹

¹. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional Agraria La Molina.

En tres ensayos independientes sobre plantas adultas de palto "Hass", se estudió el efecto sobre el tamaño final del fruto de dos concentraciones de ácido giberélico (AG): 25 y 50 ppm, tres concentraciones de thidiazurón (TDZ): 25, 50 y 100 ppm y dos momentos de anillado de ramas: plena floración y 60 días después de plena floración (ddpf). Los reguladores del crecimiento se aplicaron 60 ddpf, cuando los frutos tenían 30 mm de diámetro aproximadamente. En todos los casos, las evaluaciones se realizaron tres semanas antes de cosecha.

Las aplicaciones de AG incrementaron el diámetro y al longitud de los frutos hasta en 3.4 y 3.2 mm pero sin alcanzar diferencias estadísticamente significativas con el testigo. En los tratamientos con TDZ, sólo con 25 y 50 ppm se registraron diámetros de fruto significativamente mayores: 60.1 y 61.0 mm, en relación con el testigo (55.6 mm). Sin embargo, la longitud de los frutos fue estadísticamente superior con las tres dosis: 86.6, 88.6 y 85.9 mm con 25, 50 y 100 ppm, respectivamente, en comparación con el testigo que alcanzó 79.9 mm. El anillado en plena floración no afectó el tamaño de los frutos y tuvieron las mismas dimensiones que los testigos. Sin embargo, en las ramas anilladas 60 ddpf, los frutos registraron cifras estadísticamente mejores que los testigos: el diámetro fue de 60.8 mm y la longitud de 90.4 mm, mientras que en los árboles testigo estas medidas fueron de sólo 55.5 y 79.9 mm, respectivamente.

Palabras clave: Floración, Cuajado, Fruto, Diámetro, Longitud.

INTRODUCCIÓN

Resulta indiscutible el gran crecimiento que ha experimentado la superficie dedicada al cultivo de paltos ya que nuestro país cuenta con excelentes condiciones agroecológicas para la producción de estos en la costa, valles interandinos y selva central.

El cultivar que ha presentado la mayor expansión ha sido Hass, 12,000 has a nivel nacional aproximadamente, por ser la más demandada en el mercado internacional. Al margen de sus excelentes características organolépticas y de productividad, así como de su comportamiento postcosecha, una característica genética poco deseable de esta palta es su tamaño relativamente pequeño, en relación a otros cultivares, pues en promedio su peso varía aproximadamente entre 160 y 320 gramos (Jaque, 2005), lo que representa un problema en muchas plantaciones del Perú, y que dificulta su exportación, perjudicando las expectativas económicas de los productores.

Esta situación en el cultivo del palto involucra un gran desafío, al considerar la gran competencia que se establece en los mercados internacionales, lo que obliga, a llegar a estos con una fruta de mejor calidad para mantener e incrementar nuestra participación como un importante abastecedor de este producto en dichos mercados.

De allí el interés por buscar incrementar el tamaño del fruto de este cultivar dada la relación directa que se establece entre el mayor calibre de la fruta, hasta cierto límite, y el mejor precio que puede obtener en el mercado internacional.

Dentro de este contexto, el objetivo propuesto para este trabajo es evaluar la eficiencia del anillado de ramas y de la aplicación foliar del Ácido Giberélico y del Thidiazurón en el incremento del tamaño del fruto de la palta Hass.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó en el lote de palto del Programa de Investigación y Proyección Social de Frutales de la Universidad Nacional Agraria la Molina, entre octubre del 2011 y abril del 2012.

El experimento estuvo conformado por tres ensayos independientes. Para el efecto, en setiembre del 2011 se realizó la selección y el marcado de 50 árboles experimentales lo más aparentemente homogéneos del cultivar 'Hass'.

Ensayo 1: Anillado de ramas

Se estudió el efecto de dos épocas de anillado. Se eligieron dos ramas: una rama primaria que representaba cerca de un tercio de la copa, en la parte basal de esta rama se extrajo un anillo completo de corteza de aproximadamente 4 mm de grosor constituyendo la rama anillada y otra rama primaria similar que fue marcada como rama testigo.

Adicionalmente se marcaron árboles testigo a los cuales no se aplicó el anillado y también en cada uno de estos se marcó una rama similar a la de los casos anteriores para realizar las evaluaciones.

Sobre las ramas primarias anilladas y/o marcadas como testigos, se escogió una rama secundaria de 4 cm de diámetro aproximadamente y de más de 1 m de largo que contenía más de 20 panículas florales. Sobre estas panículas se hicieron las evaluaciones correspondientes.

Tratamientos

Considerando que se anilló en dos épocas diferentes y de acuerdo a las localizaciones donde se efectuaron las evaluaciones, fueron cinco, los tratamientos resultantes, empleándose cinco árboles por tratamiento.

- Tratamiento T0: Rama de árbol no anillado.
- Tratamiento T1: Rama anillada en plena floración.
- Tratamiento T2: Rama no anillada de árbol anillado en plena floración.
- Tratamiento T3: Rama anillada 60 días después de plena floración (ddpf).
- Tratamiento 4: Rama no anillada de árbol anillado 60 ddpf.

Ensayo 2: Efecto de la aplicación de Thidiazurón (TDZ).

En los árboles experimentales los tratamientos se aplicaron foliarmente a la planta íntegra, en un solo momento, el día 26 de diciembre (60 ddpf).

Como fuente de la citoquinina sintética se empleó el producto comercial Dropp® con 50% de pureza. Como en el ensayo anterior, en cada árbol experimental se marcó una rama secundaria de más o menos 4 cm de diámetro con más de 20 panículas, sobre las que se hicieron las evaluaciones posteriores.

Tratamientos

Fueron cuatro tratamientos, aplicados a cinco árboles por tratamiento.

- Tratamiento T0: Testigo, sin aplicación de TDZ.
- Tratamiento T1: Aplicación de 25 ppm de TDZ.
- Tratamiento T2: Aplicación de 50 ppm de TDZ.
- Tratamiento T3: Aplicación de 100 ppm de TDZ.

Ensayo 3: Efecto de la aplicación del Ácido Giberélico (AG3)

De manera similar al segundo ensayo, en los árboles experimentales los tratamientos se aplicaron foliarmente a la planta íntegra y también en cada uno de ellos se marcó una rama secundaria de aproximadamente 4 cm de diámetro con más de 20 panículas, sobre las que se realizaron las evaluaciones posteriores.

Las aplicaciones también se realizaron el día 26 de diciembre (60 ddpf), utilizando el producto comercial Activol® con 10% de pureza. Se emplearon cinco árboles por tratamiento.

Tratamientos

- Tratamiento T0: Testigo, sin aplicación de AG3.
- Tratamiento T1: Aplicación de 25 ppm de AG3.
- Tratamiento T2: Aplicación de 50 ppm de AG3.

Diseño Experimental

Los tres ensayos tuvieron el mismo diseño experimental, cuyos tratamientos fueron distribuidos de acuerdo a un diseño completamente al azar (DCA).

El análisis de varianza (ANVA) se realizó con los datos de tamaño final del fruto, mediante el programa estadístico R y corroborado por Statistycal Analysis System SAS.

Evaluaciones

Las evaluaciones se llevaron a cabo el día 24 de marzo del 2012, dos semanas previas a la cosecha de los frutos. En la rama secundaria marcada al inicio del experimento en cada rama primaria experimental de los árboles con y sin anillado, se tomaron 10 frutos a los cuales se les sometió a las mediciones correspondientes de diámetro ecuatorial y diámetro polar, expresado en milímetros.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Ensayo 1: Efecto del anillado de ramas

De acuerdo a lo que puede observarse en los gráficos 1 y 2, en los árboles que recibieron el tratamiento 60 ddpf, las ramas anilladas registraron frutos con diámetros y longitudes estadísticamente mejores que los frutos sobre árboles testigo, sin embargo comparando los frutos de las ramas anilladas con los de las ramas no anilladas en el mismo árbol, solo los diámetros fueron mejores en las primeras, mas no las longitudes que fueron similares.

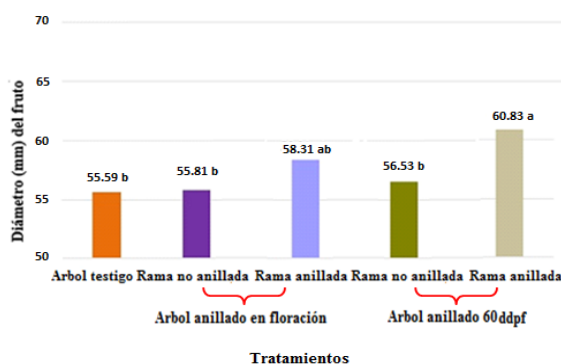


Gráfico 1. Diámetro (mm) de frutos, en ramas anilladas y no anilladas sobre el mismo árbol. Anillado realizado en dos momentos (En floración y 60 ddpf)

De todos los tratamientos, los frutos con mayores dimensiones estuvieron sobre ramas anilladas 60 ddpf. Los incrementos logrados fueron de 9.4 % y 13 % en diámetro y longitud de fruto respectivamente.

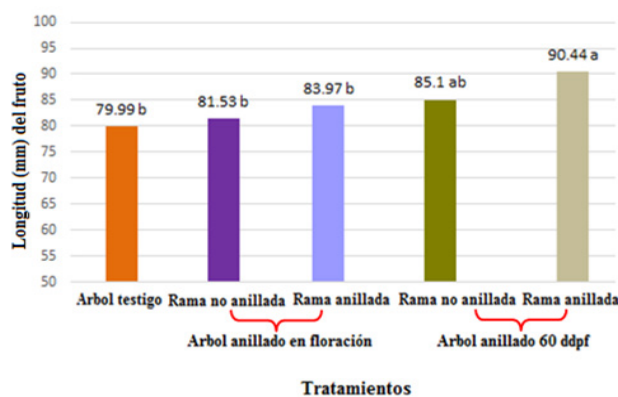


Gráfico 2. Longitud (mm) de frutos, en ramas anilladas y no anilladas sobre el mismo árbol. Anillado realizado en dos momentos (En floración y 60 ddpf)

De acuerdo a lo manifestado por Wolstenholme & Whiley (1995), las fuentes más importantes para el crecimiento del fruto de palto son hormonas promotoras del crecimiento, especialmente citoquininas, fotoasimilados carbonados, nutrientes minerales y agua. Sin embargo, existen además otros procesos como el crecimiento de los brotes y raíces, que compiten por estos compuestos con los frutos en crecimiento. La interrupción temporal del flujo descendente por el floema como resultado del anillado, debió de crear en la rama anillada una situación especial particularmente favorable por la acumulación de algunas de estas sustancias que al ser impedidas de continuar su descenso a partes más bajas en la planta, se redistribuyen por sobre el anillado, favoreciendo de esta manera, el crecimiento de los frutos.

En el momento de la floración estas sustancias (nutrientes, hormonas) son muy importantes para el desarrollo de los órganos florales, por lo que el anillado realizado en floración, incrementa la longitud del tubo polínico y su penetración al interior del óvulo (Tomer, 1977; citado por Acevedo, 1994), influyendo de forma positiva sobre el amarre del fruto principalmente.

Después de cuajados los frutos, la división celular en estos es más rápida que cuando se acercan a la madurez (Cowan *et al.* 1997), por lo tanto frutos en pleno crecimiento poseerán una mayor actividad hormonal, con una mayor capacidad de sumidero (movilización de nutrientes), reforzando así la labor de las hojas e involucrando un mayor crecimiento de los frutos, situación que no se da cuando realizamos el anillado en plena floración.

Ensayo 2: Efecto de la aplicación de Thidiazurón (TDZ)

Como podemos observar en el gráfico 3, numéricamente todas las dosis de TDZ dieron como resultado frutos con un mayor diámetro que los cosechados sobre los árboles testigo, sin embargo, las diferencias sólo fueron estadísticamente significativas con 25 y 50 ppm y sin diferencia entre ambas.

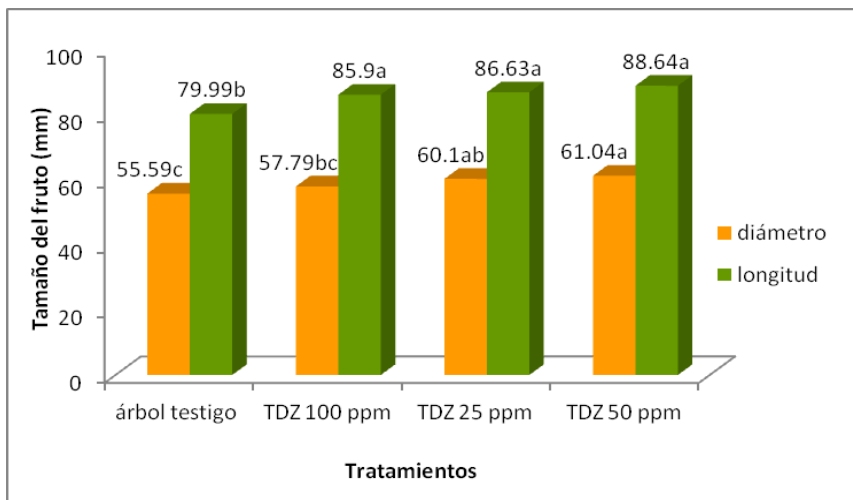


Gráfico 3: Diámetro y longitud (mm) de los frutos, en árboles tratados con TDZ

Un efecto favorable similar del TDZ se registró en la longitud de los frutos, aunque en este caso, las dimensiones fueron mejoradas con todas las dosis empleadas.

El efecto promotor del crecimiento obtenido con los tratamientos TDZ, coincide con lo observado en otras especies como manzanas, kiwis y uvas como resultado del empleo del mismo producto y otro compuesto (CPPU) que al igual que el primero es un derivado de la fenilurea (Cruz *et al.*, 1993; citado por Vidal *et al.*, 2003). En paltas, las pocas referencias sobre el tema indican efectos positivos en el crecimiento de la fruta del cv. Hass cuando esta es sumergida en soluciones de citoquinina (CPPU) a concentraciones bastante bajas que oscilan entre 2 y 10 ppm, logrando incrementar su tamaño hasta en un 28% (frutas con más de 182 g) (Köhne, 1991; Zilkah *et al.*, 1995).

Es posible que estos efectos positivos tengan relación con el incremento del poder de sumidero de los frutos o con la intensificación de las divisiones celulares en el mismo, asociándose con los estados iniciales del crecimiento del fruto como agente de activación de la división celular (Taiz & Zeiger, 2006 y Nitsch, 1970; citado por Pérez de los Cobos, 2012), además, trabajos realizados por Ish-Am G. *et al.* (2005) confirman que aplicaciones de citoquininas, en este caso Benziladenina, con concentraciones menores de 100 ppm, generan efectos positivos sobre el tamaño del fruto, tal como se puede observar en los gráficos 3 y 4, pudiendo entender que dosis más bajas son las más idóneas para ser aplicadas en esta etapa.

Ensayo 3: Efecto de la aplicación de ácido giberélico (AG₃).

De forma general, el diámetro y la longitud de los frutos de árboles con aplicaciones de las dos concentraciones de AG₃ registraron cifras mayores que los frutos de los árboles testigo, sin embargo estas diferencias no alcanzaron niveles de significación estadística, según se observa en los gráficos 5 y 6.

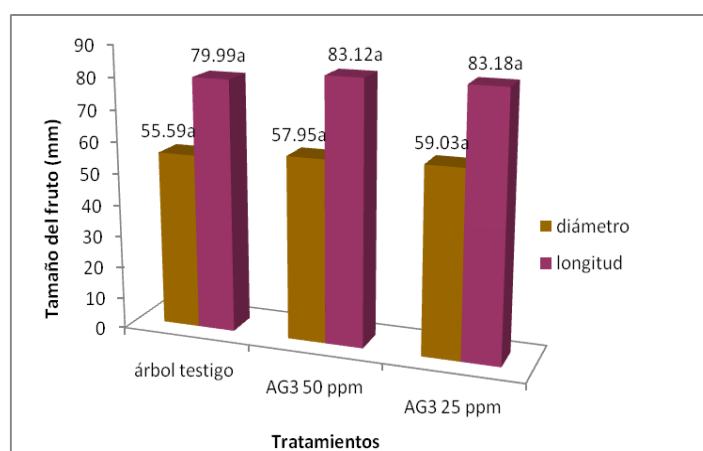


Gráfico 4: Diámetro (mm) y longitud de los frutos, en árboles tratados 60 ddpf, con 0, 25 y 50 ppm de AG₃.

En general los resultados inconsistentes y faltos de uniformidad con aplicaciones de AG₃ para incrementar el tamaño de los frutos son frecuentes y están sujetos al parecer a factores muy específicos de las plantas y del medio ambiente. Coincidentemente, resultados de algunas otras investigaciones indican que este regulador del crecimiento empleado en concentraciones de 25 y 50 ppm incrementa el calibre de los frutos

cuando se aplica tanto en etapas tempranas (estado de coliflor), como en estados más avanzados de desarrollo (inicio del crecimiento exponencial del fruto o hasta 4 meses antes de cosecha) (Lovatt & Salazar – García, SF; Salazar – García, 2007).

Tal como (Taiz & Zeiger, 2006) mencionan, las plantas producen ácido giberélico para estimular el crecimiento y el elongamiento de las células. Vemos que a pesar de no haber tenido diferencias significativas, de todas maneras existe un ligero incremento de tamaño con respecto al tratamiento testigo, pues el ácido giberélico se produce dentro de la célula e incrementa el efecto de sumidero para atraer el movimiento de los fotosintatos (alimentos, azúcares) hacia la célula, pues como lo mencioné anteriormente, los alimentos son necesarios para suministrar energía y material para la formación de las células para producir la expansión celular.

La dosis de 25 ppm estaría más cerca de alcanzar el nivel de exportable, pues tal como lo mencione anteriormente, según investigaciones de Köhne *et al.* (1993) los frutos de categoría exportable tienen un tamaño superior a 61 mm de diámetro y los frutos pequeños tienen menos de esa medida.

CONCLUSIONES

Sí existe un efecto de los tratamientos de anillado de ramas sobre el incremento del tamaño del fruto. Siendo, el anillado 60 ddpf el tratamiento que incremento más el tamaño de los frutos.

Sí existe un efecto de la aplicación de TDZ sobre el crecimiento del fruto ya que todas las dosis de TDZ generaron un incremento estadísticamente diferente en el tamaño del fruto. Siendo 50 ppm, la dosis la que dio mejores resultados.

No se tienen diferencias significativas entre los tratamientos de AG3, aunque la dosis de 25 ppm fue la que incrementó más el tamaño de estos.

LITERATURA CITADA

Acevedo J. 1994. Girdling, Efecto del Anillado, doble incisión anular e inyección de cultar en ramas de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Chile.

Cruz J; Woolley J; Lawes S. 1993. The effects of seeds and the application of a growth regulator mixture, on fruit growth in 'Hayward' kiwifruit. Acta Horticulturae, Wageningen, N. 444, P. 459-465. En Vidal, C.; Aparecida, C. Y Bassay, L. 2003. Effect of preharvest spraying with thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - Sp, V. 25, N. 1, P. 59-62.

Ish-Am G; Winer L; Cohen H; Eidelman E; Regev I; Lahav E. 2005. Achieving larger 'Ettinger' fruit by foliar application of plant growth regulators (pgrs). Israel.

Jaque R. 2005. En Efecto del calibre y la altura dentro del árbol sobre el contenido de aceite, en palta (*Persea americana* Mill.) cvs. Hass y Fuerte. Chile.

Köhne J. 1991. Increasing 'Hass' fruit size. Proceedings of the second world avocado congress: 21 - 26. April 1991. Orange, California, USA.

_____; Kremer-Köhne, & Schutte, J.; 1993. Effect of CPPU sprays on yield and fruit size in avocado cv. Hass. Yearb. South African Avocado Growers' Assoc. 16: 31-31.

Lovatt C. 1990. Factors affecting fruit set /early fruit drop in avocado. California. Avocado Society Yearbook, 74: 193-199.

_____; Salazar-García, S. 2003. La aplicación foliar de ácido giberélico (AG3) En El momento adecuado aumenta el tamaño del fruto y el rendimiento durante el año de alta producción, incrementando el rendimiento acumulado. EEUU - México. V Congreso Mundial del Aguacate. Pp. 266-267.

_____; Salazar-García, S. sf. Plant growth regulators for avocado production- California - USA. Proceedings 33nd PGRSA Anual Meeting. Pp. 98-107

Pérez De Los Cobos Aguero R. 2012. Crecimiento y maduración del fruto en aguacate. Almería – España.

Salazar-García S; Lovatt C. 1997. Use of gibberellic acid to manipulate flowering in the Hass avocado: A preliminary report. Australian Avocado Grower's Federation. New Zealand. Pp 106 - 112.

_____; Lord, E.; Lovatt, C. 1998. Inflorescence and Flower Development of the 'Hass' Avocado (*Persea americana* Mill.) During "On" And "Off" Crop Years. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (4): 537-544.

_____.2000. En Teliz, D. (Coordinador). El aguacate y su manejo integrado. Ediciones Mundi-Prensa. México.

_____; Lovatt, C. 2000. Use of GA3 to manipulate flowering and yield of 'Hass' Avocado. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125(1):25-30.

Taiz L; Zeiger E. 2006. Fisiología Vegetal. 3° Edición. USA. Págs. 913-914.

Taiz L; Zeiger E. "Structures Of Some Naturally Occurring Cytokines" En Plant Physiology. [Publicación En Línea]. Disponible En Internet < <http://5e.Plantphys.Net/Article.php?Ch=21&Id=213>>. [Consulta: 17 De Junio, 2013].

- Taiz L; Zeiger E. "Commercial Uses Of Gibberellins" En Plant Physiology. [Publicación En Línea]. Disponible En Internet < <http://5e.Plantphys.Net/Article.php?Ch=20&Id=372>>. [Consulta: 1 De Julio, 2013].
- Teliz D. 2000. El Aguacate Y Su Manejo Integrado. Ediciones Mundi-Prensa. Coordinador.
- Tomer E. 1977. The Effect of girdling on flowering, fruit setting and abscission in avocado trees. Submitted to the senate of the Hebrew University of Jerusalem. June 1977. 15p. En Acevedo, J. 1994. Girdling, Efecto del anillado, doble incisión anular e inyección de cultar en ramas de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. Chile.
- Vidal C; Aparecida C; Bassay L. 2003. Effect of preharvest spraying with thidiazuron on fruit quality and maturity of apples. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - Sp, V. 25, N. 1, P. 59-62.
- Wolstenholme B; Whiley A. 1995. Prospect for increasing Hass fruit size. a southern hemisphere perspective. Australian avocado growers. Federation Inc, Conference. Esplanade Hotel, Fremantle. 30 April – 2 May, 3. 1995: 83-102. En Gil, P. 1999. Desfase en la época de floración del palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, mediante aspersión de sales minerales al follaje. Chile.
- Zilkah S; David I; Yeselson Y. 1995. Increasing 'Hass' avocado fruit size by CPPU and GA application. Proceedings of the world avocado congress III, pp. 11-18.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

