

Estudio de la fenología del palto (*Persea americana*) cv. 'Hass' en los valles templados de la provincia de Jujuy, Argentina

V. Curzel^{1,2}; A. Zelaya¹, S. Buono^{1,2}, D. Aramayo¹

¹. Facultad de Ciencias Agrarias. UNJu, Jujuy, Argentina.

². INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).

RESUMEN

En Argentina, la producción de paltos es una actividad relativamente nueva, la investigación local es escasa, no se cuenta con información sistematizada sobre el comportamiento de los ciclos de crecimiento. Durante el período 2012-2014 se trabajó en una plantación comercial de paltos ubicada en los valles templados de Jujuy. Se seleccionaron 10 plantas de tamaño y estado general homogéneo, se identificaron y marcaron 10 brotes de cada punto cardinal correspondientes a cada flujo de crecimiento vegetativo. Se identificaron brotes de primavera, verano y otoño. Posterior al cuajado de frutos se clasificaron los brotes marcados en BDSF (brote determinado sin fruta), BDCF (brote determinado con fruta), BISF (brote indeterminado sin fruta), BICF (brote indeterminado con fruta). Se realizaron mensualmente muestreos de suelo para determinar presencia de raíces nuevas. Se determinaron tres flujos vegetativos en 2012 y 2013: primavera (septiembre-octubre), verano (diciembre-enero-febrero) y otoño (marzo); y dos flujos vegetativos en el 2014: primavera y verano. Solo ocurre un flujo floral (septiembre-octubre). Los flujos de primavera y otoño mostraron menor intensidad y duración que el flujo de verano. El flujo vegetativo de otoño es ocasional, aparece en años de baja productividad. Con respecto a la eficiencia productiva de los brotes, del total de brotes marcados, el 42.5% presentaban frutos y el mayor porcentaje de brotes con frutos se registró en el flujo de crecimiento de verano (53%). De este porcentaje, el 62.7% correspondió a BD. De los brotes de primavera, el 80% de los que tenían frutos también fueron BD. Se registraron dos picos de producción de raíces jóvenes, a fines del invierno (agosto) anterior al flujo vegetativo de primavera y el segundo durante el verano, coincidiendo con el período de lluvias, alcanzando su máximo en enero. Luego la producción de raíces disminuye progresivamente hasta ser mínima durante julio.

Palabras clave: *Persea americana*, Crecimiento vegetativo, Floración, Crecimiento radicular.

INTRODUCCIÓN

La zona productora de palto (*Persea americana* Miller) en Argentina, se concentra en la región del noroeste (NOA: provincias de Salta, Jujuy y Tucumán), en la angosta franja que constituye la selva subtropical de las Yungas, tomando el área pedemontana y de transición entre los 350 a 900 msnm. Se caracteriza por una media anual de 21,4°C, temperaturas mínimas entre -1 a -3°C. Las precipitaciones se concentran desde noviembre a abril y varían de 800 a 1300 mm anuales. En la primavera, estación en la que ocurre la floración, se presenta con temperaturas altas, baja humedad relativa y vientos cálidos, los veranos son calurosos y húmedos. Desde el punto de vista climático, el NOA se constituye en un área agroecológica favorable para la producción de palto, con potencial para la obtención de buenos rendimientos y frutos de buena calidad comercial (Rivadeneira, 1999; Fernandez Vera 2011).

La variedad predominante en las plantaciones es Hass, además encontramos Ettinger, Pinkerton, Bacon, Tonnage, Lula y Torres (Aguirre *et al.*, 2003). Considerando la evolución de la superficie plantada durante la última década, se puede afirmar que el incremento anual es de 132 has en Tucumán, en Jujuy 70 has y en Salta 14.4 has, lo que resulta un total de 216,4 has anuales en la región (Ignoto y Figueroa, 2007). La superficie total, para el año 2016 se estima en 3700 has.

La fenología es el estudio del ritmo de los procesos biológicos periódicos, de las causas bióticas y abióticas de estos eventos, y de la relación entre las fenofases de los cultivos (Lieth, 1974). El conocimiento de los patrones fenológicos de los frutales es esencial para estimar su comportamiento en una nueva zona productiva por extrapolación de los resultados experimentales de una región a otra, o para predecir cambios en la fenología del árbol en un área determinada causada por variaciones en los factores ambientales a través de los años (Broadhead *et al.*, 2003). El efecto ambiental sobre la fenología ocurre a nivel región, plantación, árbol, rama y puede cambiar de un año a otro (Mena Volker, 2004). Además, los estudios fenológicos son un factor importante para la correcta planificación y ejecución de las prácticas de manejo de las plantaciones comerciales, como podas, fertilización y riegos entre otras (Whiley *et al.*, 1988).

El palto es una planta con crecimiento rítmico que presenta dos o más flujos de crecimiento vegetativo al año. Los flujos vegetativos y reproductivos son de intensidad y duración variables y su ocurrencia es influenciada por factores ambientales, prácticas de manejo y la cantidad de frutos presentes en el árbol (Salazar García *et al.*, 2007).

Conociendo la duración e intensidad de las distintas fases fenológicas y sus interrelaciones en el tiempo, se pueden eficientizar las prácticas de manejo en el campo, así como modificar la fecha de ocurrencia e intensidad de los flujos vegetativos y productivos para mejorar la productividad en las plantaciones (Rocha-Arroyo, *et al.* 2011).

Considerando que la producción comercial de paltos en Argentina es una actividad relativamente nueva, por lo que la investigación sobre el tema es escasa y no se cuenta con información sistematizada sobre el comportamiento de los ciclos de crecimiento, y en virtud de la potencialidad que tiene el cultivo en los valles templados de Jujuy, que posee condiciones agroecológicas diferenciales a las de referencia, es que se consideró importante desarrollar el presente estudio.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Caracterizar la fenología del palto “Hass” en la zona de valles templados de Jujuy.
- Objetivos Específicos
- Reconocer y cuantificar los flujos de crecimiento vegetativo y productivo en la zona de estudio.
- Identificar la importancia de cada flujo identificado en la productividad de las plantas.
- Reconocer y cuantificar los flujos de crecimiento radicular.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características del sitio de estudio

El trabajo se realizó durante el período 2012-2014 en una plantación comercial de paltos de los valles templados de Jujuy, ubicada en la localidad de Monterrico (24° 23'55"S, 65°3'16"O). Esta zona posee clima templado cálido, con veranos moderados e inviernos suaves y secos. El régimen de precipitaciones es monzónico, con el 80% de las lluvias concentradas en los meses de verano y con una media anual de 700-800 mm. La temperatura media anual de la zona es de 18,8°C y la amplitud térmica anual es de 10,9°C (Buitrago y Larrán, 1994). La vegetación característica es de transición entre las Yungas y el Chaco semiárido o umbral al Chaco. Presenta un relieve subnormal con áreas casi planas con escurrimiento lento (Braun, *et al.*, 2001). El monte comercial del estudio posee 18 has de paltos de la variedad “Hass”, con plantas de la variedad Ettinger y Bacon que actúan como polinizadoras, el portainjerto de todas las plantas es el palto criollo originado por semillas (raza mexicana), la plantación está establecida sobre camellones a 7 x 5 mts y el riego es presurizado. En Febrero de 2012 se seleccionaron, del lote comercial, 10 árboles de 4 años de edad. Las actividades que se realizaron fueron:

1. Identificación de los flujos de crecimiento vegetativo

Al inicio del flujo vegetativo de otoño (marzo 2012) se identificaron en cada árbol de 4 a 6 ramas de 1 m de longitud, cada una con diámetro de 3 a 4 cm, ubicadas en la parte media y alrededor de la copa del árbol. Para determinar la ocurrencia de los flujos de crecimiento se etiquetaron con tarjetas de diferente color de 10 a 15 brotes de cada rama, producidos durante los ciclos de crecimiento determinados. El tipo de crecimiento producido (brotes vegetativos y florales) por los brotes de los distintos flujos vegetativos, se cuantificó al final de cada período estacional de crecimiento durante tres años y se calcularon los porcentajes relativos. Avanzada la primavera se monitorearon los brotes marcados clasificándolos del siguiente modo: BDSF (Brote determinado sin fruta), BDCF (brote determinado con fruta), BISF (brote indeterminado sin fruta), BICF (brote indeterminado con fruta). La comparación de medias se hizo con la prueba de Duncan ($P= 0.05$).

2. Producción de raíces

La presencia de raíces nuevas se cuantificó mensualmente durante el periodo 2012-2014. En cada muestreo se obtuvieron raíces de dos árboles por lote; los primeros seis muestreos se realizaron del lado Norte del árbol y los otros seis muestreos del lado Sur. Las raíces nuevas, distinguidas por su color café claro y grosor se extrajeron del área de riego excavando un volumen de suelo de 40 x 40 x 40 cm. Después de lavadas, las raíces se secaron en un horno con aire forzado a 70 °C por 72 h para obtener su peso seco.

3. Porcentaje de humedad del suelo

Esta variable se registró en dos árboles por lote al momento de realizar los muestreos de raíces. Las lecturas se obtuvieron a 30 cm de profundidad, con un termohigrómetro de suelo.

4. Temperaturas del aire y del suelo

Durante el período 2012-2014, en el lote en estudio se registró la marcha de las principales variables meteorológicas (temperatura media, máxima absoluta y mínima absoluta, precipitación, humedad relativa ambiente), utilizando los registros de la estación meteorológica de Los Lapachos, perteneciente a la Cámara del Tabaco de Jujuy, y se registró la temperatura del suelo a 30 cm de profundidad, mediante un termohigrómetro de suelo.

5. Registro de las prácticas culturales

Se registraron las diferentes actividades realizadas en los lotes (podas, riegos, fertilizaciones, manejo del suelo, aplicaciones fitosanitarias entre otras).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Flujos de crecimiento de brotes y productividad.

Durante el 2012 y 2013 se observaron tres flujos vegetativos (primavera, verano y otoño) y solamente dos durante el 2014 (primavera y verano). En todos los casos cada flujo con diferente intensidad y duración. El primero se registró en la primavera, durante los meses de septiembre y octubre, acompañando al proceso de floración. El segundo durante el verano, comenzando en diciembre y prolongándose hasta febrero, de mayor intensidad que el de la primavera. Este flujo se produce a partir de las yemas apicales de la brotación anterior (primavera) y de yemas latentes que continúan activándose. El tercer flujo vegetativo se observó en otoño (marzo), aparece de manera ocasional y fue de menor intensidad que el de primavera y verano.

Esto coincide con el comportamiento de “Hass” en Israel, Sudáfrica y California, donde se menciona la ocurrencia de tres flujos vegetativos, primavera, verano y otoño (Thorp *et al.*, 1993; Whiley *et al.*, 1998; Adato, 1990 y Wolstenholme & Whiley, 1998); y difiere de lo ocurre en otras regiones productoras de palta, donde el flujo vegetativo de primavera es el primero que se observa y el de mayor importancia para el crecimiento y productividad del cv. Hass (Whiley *et al.*, 1990; Salazar-García y Lovatt, 1998; Sanchez-Perez *et al.*, 2001) o donde el primer flujo vegetativo de mayor intensidad es el de invierno (Rocha-Arroyo *et al.*, 2011).

El flujo vegetativo de otoño se registró en la temporada 2012 y 2013 coincidiendo con años de baja productividad a causa de heladas muy severas que ocasionaron graves daños en las plantas.

El comportamiento de los ciclos de crecimiento en cuanto a duración e intensidad podría atribuirse a las características climáticas del lugar, primaveras cálidas y secas y veranos cálidos con abundantes precipitaciones (Fig. 1 y 2).

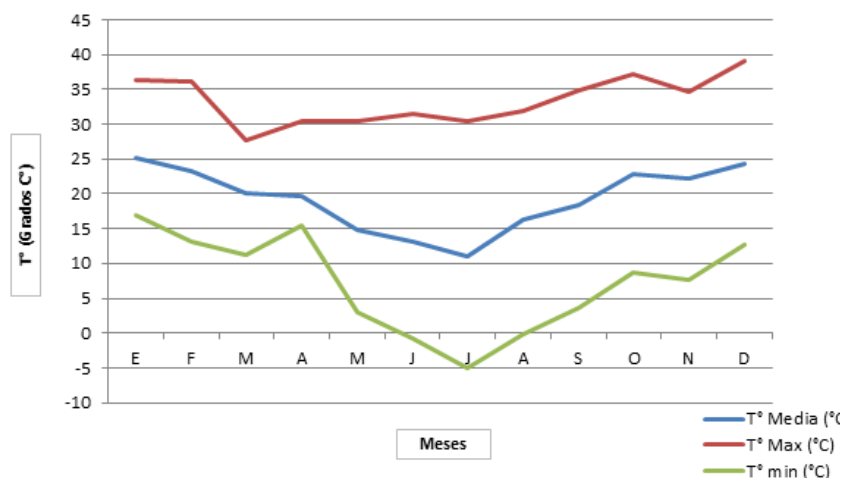


Fig. 1: Temperatura Media mensual, Máxima absoluta y Mínima absoluta en el sitio de estudio para la serie 2010 - 2014

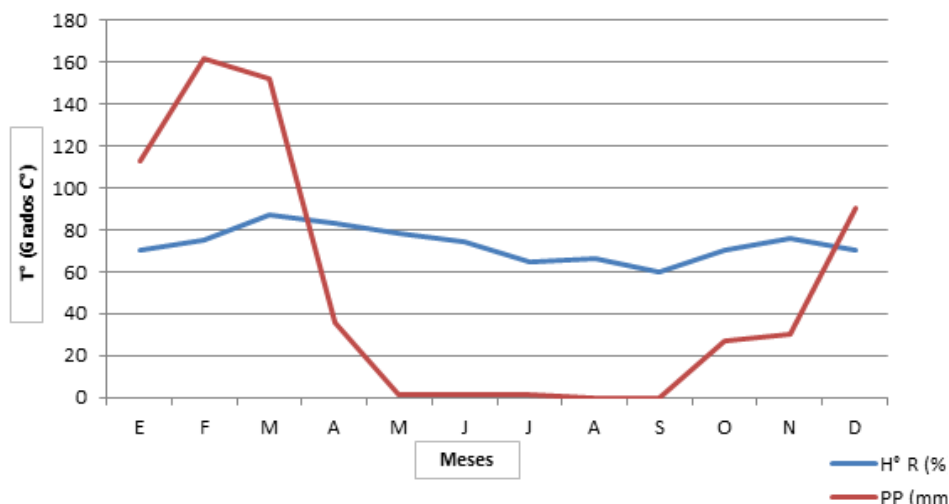


Fig. 2: Humedad Relativa (%) y Precipitaciones (mm) en el sitio de estudio para la serie 2010 - 2014

En concordancia con lo que sucede en otras regiones productoras de “Hass”, como Australia, Estados Unidos, Nueva Zelanda, Perú y Sudáfrica, en este estudio se registró un solo flujo de floración al año (Thorpe et al 1998, Liu et al, 1999; Mena-Volker 2004; Salazar-García et al 2005; Dixon *et al* 2008).

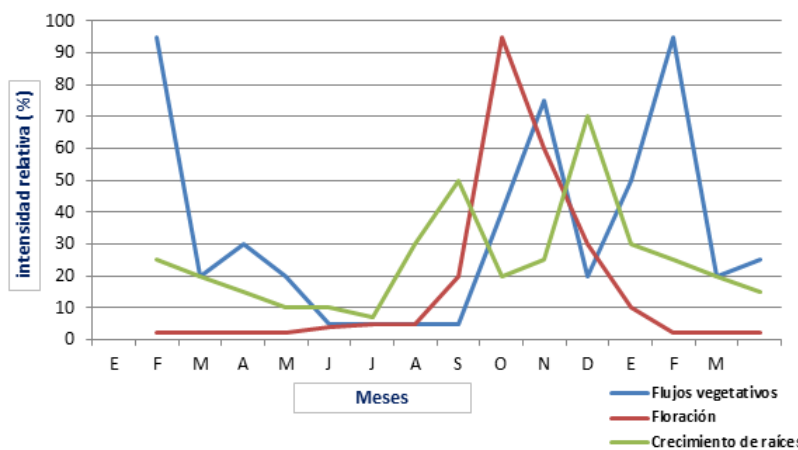


Fig. 3: Fenología del palto “Hass” en la zona de Valles Templados de Jujuy, Argentina (2010 – 2014)

Con respecto a la eficiencia productiva de los brotes tenemos que, durante los años de estudio, de la totalidad de brotes marcados, el 42.5% presentaban frutos, el 40% de los de primavera y el 45% de los de verano. De este modo, se evidenció que fue durante el flujo de crecimiento de verano que se registró el mayor porcentaje de brotes con fruto (53%). De este porcentaje, el 62.7% correspondió a BD, de los cuáles el 38% correspondió al sector este y el 25.6% a los ubicados en el norte de la canopia. De los brotes de primavera, el 80% de los que tenían frutos también fueron BD, de los cuáles el 34% correspondió al sector norte y el 24% al sector sur de la canopia. Esto reafirma lo mencionado por Wolstenholme y Whiley (1998), quienes sostienen que las inflorescencias determinadas son tres veces más productivas que las indeterminadas.

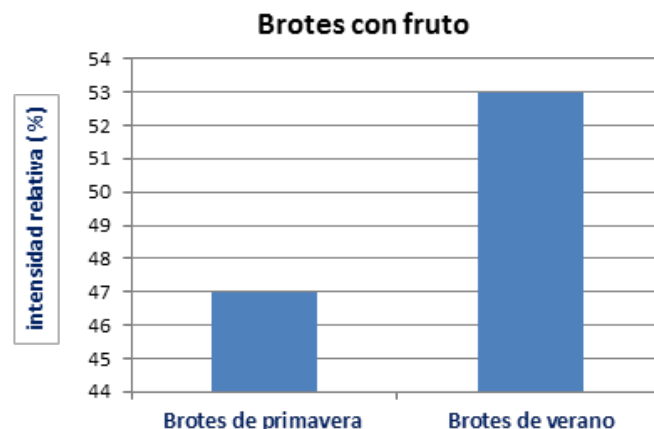


Fig. 4: Comportamiento productivo del palto "Hass" en los Valles templados de Jujuy, Argentina (2010 – 2014)

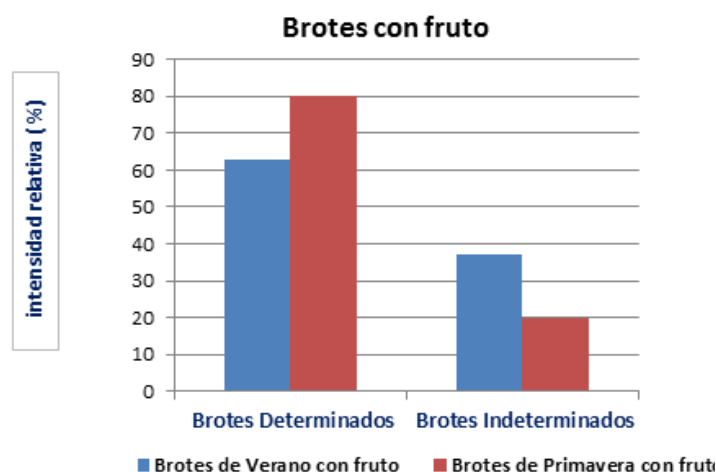


Fig. 5: Comportamiento productivo del palto "Hass" en la zona de Valles Templados de Jujuy, Argentina (2010–2014)

Según mencionan Whiley *et al.*, 1990; Salazar García *et al.*, 1998 y 2007, lo más común para "Hass" es que la floración y posterior fructificación dependa principalmente de un flujo de crecimiento, y mencionan a los brotes de invierno (México) o de primavera (California), como los más importantes en la producción de inflorescencias, esto no se evidenció en el presente trabajo, donde tenemos que de la totalidad de los brotes marcados con fruta, el 53% corresponde al flujo de crecimiento vegetativo de verano y el 47% al de primavera.

La importancia del flujo de primavera en la producción de inflorescencias, a pesar de las características climáticas de este período (Fig. 4) podría atribuirse al efecto del riego.

Producción de raíces

Se registraron dos picos de producción de raíces jóvenes, el primero a fines del invierno (agosto) anterior al flujo vegetativo de primavera y el segundo durante el verano, coincidiendo con el período de lluvias, alcanzando su máximo en enero. Luego la producción de raíces disminuye progresivamente hasta ser mínima durante julio. Esto coincide con lo mencionado para otras regiones productoras como Sudáfrica y California (Arpaia, 1998; Whiley *et al.*, 1988) y difiere de lo mencionado por Salazar García (2007), para la zona de Nayarit, México.

Temperaturas del aire y del suelo y humedad del suelo.

Los promedios mensuales de las temperaturas del aire máximas y mínimas fluctuaron notablemente a lo largo del año (Fig. 1). De septiembre a marzo (floración, crecimiento vegetativo, de raíces y crecimiento de frutos) las temperaturas máximas oscilaron entre los 28 y 35°C y las mínimas entre 8 y 12°C. En los años 2010 y 2012 se han registrado heladas atípicas durante el mes de Julio, alcanzando marcas históricas de -5°C el 23/07 de 2012. Esto provocó daños graves en las plantas y muerte de las florales y vegetativas por lo que en los años 2012 y 2013 la productividad de las plantas ha sido muy baja. Los promedios mensuales de las temperaturas del suelo tuvieron menor variación que las del aire y no limitaron el crecimiento de las raíces durante el período de mediados de Julio a mediados de Mayo, ya que superaron en este período los 13.5 °C indicados como críticos para el crecimiento de las raíces del palto (Whiley *et al.*, 1990).

Con respecto a la humedad del suelo, al tener esta zona un período amplio sin precipitaciones (abril a noviembre), donde se suceden los principales procesos fenológicos, es impensable la producción sin riego complementario. Así es que la humedad edáfica durante el tiempo de estudio, permaneció sin variaciones y dentro de intervalos aceptables (80-85%).

Prácticas culturales

Durante el período de estudio se registraron en detalle las prácticas de manejo efectuadas.

Tabla 1: Detalle de las prácticas culturales realizadas durante el período de estudio (2012–2014)

Finca La Ovejera	
Poda	Se realiza en julio
Fertilización	150-250 grs. N/planta/año 100-150 grs. K/planta/año Micronutrientes Desde septiembre a enero, fertirriego
Riegos	Riego por goteo. Aportes de Julio a Octubre: 1200 mm
Control de malezas	Químico: Glifosato 1%, 2 veces al año (línea de plantación); mecánico: segadora (interfilas).
Aplicaciones fitosanitarias	Floración: Carbendazim – Thiocloprid - Endosulfán Crecimiento de fruto: 3 aplicaciones de hidróxido de cobre

CONCLUSIONES

En las condiciones de la temporada en estudio, el palto “Hass” presentó tres flujos de crecimiento vegetativo: primavera (menor intensidad), verano (mayor intensidad) y el de otoño que no se registra todos los años; dos flujos de crecimiento de raíces y un flujo de floración.

Se evidenció que tanto los brotes de primavera como los de verano son importantes en la productividad de las plantas y que son los brotes determinados los que manifiestan mayor eficiencia productiva comparada con los brotes indeterminados. Con respecto a la sectorización de la canopia, se manifestó un comportamiento diferencial (más eficiencia productiva) de los brotes ubicados en el sector norte, tanto en los producidos en primavera como en el verano.

La ocurrencia de flujos vegetativos en distintas épocas podría interpretarse como una característica de adaptación de las plantas en nuestra zona de producción.

El comportamiento fenológico de “Hass” en este estudio evidencia la presencia de un período de reposo en los árboles durante parte del invierno (Junio-Julio).

Se considera importante continuar con este trabajo por lo menos dos temporadas más, con el fin de corroborar si los resultados obtenidos en este estudio son los habituales para la zona o si el comportamiento de las plantas fue diferente a causa de los graves daños causados por las heladas. Además se continúan con los registros de: caída de frutos de diciembre, crecimiento de frutos y época de cosecha, ya que se considera sumamente importante concluir con los registros y mediciones del ciclo productivo del palto.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, C.; Fernandez Vera, B. y Czepulis, J. 2003. Situación del cultivo del palto en el Noroeste Argentino. Actas V Congreso Mundial del Aguacate. Málaga. España.
- Adato, I. 1990 Effects of paclobutrazol on avocado (*Persea americana* Mill) cv Fuerte. *Scientia Hort*, 45, 105-115.
- Arpaia, M.; Witney, G.; Robinson, P.; Mickelbart, M. 1994-95. ‘Hass’ avocado phenology in California: preliminary results. *Subtropical Fruit News* 3(1): 1-2.
- Broadhead, J.S., Ong, C.K. & Black, C.R. 2003. Tree phenology and water availability in semi-arid agroforestry systems. *Forest Ecology and Management*, Vol.180, No.1, (July 12 2003), pp. 61–73, ISSN 0378-1127
- Braun Wilke, R.; Picchetti, L.; Villafañe, B.; Santos, E.; Larrán, M.; Guzmán, G. 2001. Carta de Aptitud Ambiental de la Provincia de Jujuy. Universidad Nacional de Jujuy. 245 pp.
- Buitrago, L. y Larrán, M. 1994. El clima en la provincia de Jujuy. Cátedra de Climatología y fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias. UNJu. 32 pp.
- Dixon, J.; Cotterell, C.; Hofstee, B.; Elmsly, T. 2008. Hass avocado tree phenology. New Zeland Avocado Growers Association. Annual Research Report. 8:35-57.

- Fernandez Vera, B. 2001. Proyecto Regional, Generación, transferencia tecnológica y gestión empresarial para el cultivo sustentable de especies frutales tropicales y subtropicales del NOA. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No publicado.
- Ignoto, A. y Figueroa, J. 2007. La palta argentina, su comercio y perspectivas futuras. Actas VI Congreso Mundial del Aguacate. Viña del Mar. Chile.
- Lieth, H. 1974. Phenology and Seasonality Modelling. (Ecological Studies-Analysis and Synthesis Series, Vol 8). Springer, ISBN 0387065245, Berlin, Germany.
- Liu, X.; Hofshi, R. y Arpaia, M. 1999. Hass avocado leaf growth, abscission, carbón production and fruit set. Pp 52-55. En: Proceedings of avocado Brainstorming. Riverside, California.
- Mena Volker, F. 2004. Fenología del palto, su uso como base del manejo productivo. 2° Seminario Internacional de Paltos. Chile.
- Rivadeneira, M. 1999. Informe final Beca de Iniciación "Evaluación de parcelas experimentales de Palto y Mango. Estación Experimental de Cultivos Tropicales Yuto, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. No publicado.
- Rocha-Arroyo, J.L., S. Salazar-García, A.E. Bárcenas-Ortega, J.L. González-Durán, R. Medina-Torres. 2011. Crecimientos vegetativo y reproductivo del aguacate 'Hass' en diversos climas de Michoacán, México. Memoria del VII Congreso Mundial del Aguacate. 5-9 Septiembre. Cairns, Queensland, Australia. 10 p.
- Salazar García, S. y Lovatt, C. 1998. GA3 application alters flowering phenology of te "Hass" avocado. J. Am. Soc. Hort. Sci. 123(5), 791-797.
- Salazar García, S.; Zamora, C.; Vega, L. 2005. Update on the avocado industry of Michoacán, México. California Avocado Soc. Yrbk. 87: 31-44.
- Salazar García, S.; Cossio, V.; Gonzalez, D.; Lovatt, C. 2007. Desarrollo floral del aguacate 'Hass' en clima semicálido. I. Influencia de la carga de fruto y la edad de los brotes. Revista Chapingo Serie Horticultura 13: 87-92.
- Sanchez Perez, J.; Alcántar, V.; Coria, V.; Anguiano, J.; Contreras, J.; Vidales, I. 2001. Tecnología para la producción del aguacate en México. INIFAP, CIRPAC, Uruapan. Libro Técnico N° 1. Michoacan, México. 208 pp.
- Thorp, T.; Aspinall, D.; Sedgley, M. 1993. Influence of shoot age on floral development and early fruit set in avocado (*Persea Americana* Mill.) cv. Hass. Journal of Horticultural Science. 68:645-651.
- Thorp, T.; Anderson, P.; Camilleri, M. 1998. Avocado tree growth cycles - a quantitative model. Proc. World Avocado Congress III, Tel Aviv, Israel, Oct. 22-27, 1995. pp. 76-79.
- Whiley, A.; Wolstenholme, B. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 13: 25-27.
- Whiley, A.; Wolstenholme, B.; Saranah, J.; Anderson, P. 1990. Effect of root temperature on growth of two avocado rootstocks cultivars. Acta Hort. 275: 153-160.
- Whiley, A.; Saranah, J.; Cull, B.; Pegg, K. 1988. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. Qld. Agric. J. 114(1): 29-36.
- Wolstenholme, B. y Whiley, A. 1989. Carbohydrate and phonological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers' Assn. Yrbk. 12: 33-37.
- Wolstenholme, B. y Whiley, A. 1998. Ecophysiology of avocado (*Persea Americana* Mill.) Tree as a basis for pre-harvest management.



ACTAS • PROCEEDINGS

VIII CONGRESO MUNDIAL DE LA PALTA 2015

del 13 al 18 de Septiembre. Lima, Perú 2015

www.wacperu2015.com

