

HUERTOS DE ALTA DENSIDAD: EFECTO DE LA PRODUCCIÓN SOBRE EL DESARROLLO, FLORACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DEL AÑO SIGUIENTE EN PALTO (*Persea americana* Mill.) CV. HASS.

F. Mena¹; F. Gardiazábal¹, C. Magdahl¹ y R. Hofshi²

¹ Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda. E-mail: secretaria@gama.cl

² Avocadosource.com

En los últimos años en Chile no sólo ha habido un fuerte crecimiento de la superficie plantada con paltos Hass (*Persea americana* Mill.), sino que también se han aumentado drásticamente las densidades de plantación, llegando a densidades tan altas como 1.111 árboles ha⁻¹. Bajo este esquema, una carga frutal constante se hace necesaria para poder regular el vigor de los árboles y evitar sobre-crecimientos en años de baja producción.

En un huerto de alta densidad (3 x 3 m) de la zona de Llay-Llay, se marcaron árboles de alta, media y baja producción. En estos árboles, durante dos temporadas, se evaluaron la producción, el tamaño de los frutos, el perímetro de los troncos, la floración, el número de hojas y el tamaño promedio de éstas y el número de frutos a cosecha la temporada siguiente.

Los resultados muestran que existe un claro efecto de la cantidad de frutos sobre varios aspectos productivos como el tamaño del fruto, el número de inflorescencias y por ende la floración para la temporada siguiente, así como también el número de frutos a cosecha para la temporada siguiente. Así, en huertos de árboles cuya talla permite el trabajo pedestre, es posible trabajar con raleo manual de frutos para evitar problemas de añerismo. Los números de frutos por árbol recopilados hasta el momento, que no provocan problemas de añerismo, se muestran en el presente artículo.

Palabras claves: Alta densidad, Floración, Producción, Poda, brotes, panículas.

HIGH DENSITY ORCHARDS: EFFECT OF PRODUCTION ON TREE GROWTH, FLOWERING AND CROP OF HASS AVOCADOS (*Persea americana* Mill.) FOR THE YEAR FOLLOWING

F. Mena¹; F. Gardiazábal¹, C. Magdahl¹ and R. Hofshi²

¹ Sociedad Gardiazábal y Magdahl Ltda. E-mail: secretaria@gama.cl

² Avocadosource.com

Over the last years, not only Chile has showed a great growth of areas planted with Hass avocados (*Persea americana* Mill.), but also planting densities have also increased, reaching up to 1,111 trees ha⁻¹. In this planting system, constant fruit load is necessary to control the vigour of trees and avoid excessive growth in years with low crop yields.

In a high density orchard (3 x 3 m) planted in Llay-Llay, high, medium and low production trees were tagged. During two seasons these trees were measured. Parameters such as production, fruit size, trunk circumference, number and average size of leaves, and number of fruits for the next harvest season were recorded and analysed.

Results showed a clear effect of fruit number over several production parameters, such as fruit size, number of inflorescences, and therefore, flowering and number of fruits for next season production. In this type of orchards, whose tree size allows working on ground level, manual thinning may be very useful to avoid alternate bearing problems. Fruit amounts per tree not causing alternate bearing problems are shown in this paper.

1 INTRODUCCIÓN

Hoy en día la correcta elección de la distancia de plantación es fundamental en el éxito de una plantación de paltos. Esto no solo es relevante por la mayor producción que se puede lograr en los primeros años, sino que también por la mayor facilidad y seguridad en las labores que permiten los árboles de pequeña talla (Mena, 2004). Es así que en la actualidad se ha llegado a distancias tan estrechas como 3 x 3 m, lo que implica el uso de árboles individuales, solucionando varios problemas que presentan los setos, especialmente cuando las plantaciones se hacen en laderas (Hofshi, 2004). Sin lugar a dudas, estos marcos de alta densidad requieren de un árbol formado en un sistema que permita su correcta adaptación a la distancia de plantación y que de esta forma, las plantas no solo sean fáciles de manejar sino que también sean capaces de lograr la mayor eficiencia productiva posible, a través de un mayor aprovechamiento de la luz incidente. En el caso de los huertos establecidos a 3 x 3 m la conducción se basa en un árbol de altura máxima de 2,4 m, conducido en eje con un radio de copa de 1 metro, permitiendo de esta forma la iluminación del follaje en todos los sectores de la planta (Hofshi, 2004). Bajo estos esquemas de alta densidad, la mantención del árbol dentro del marco de plantación es fundamental y por ello la regulación del vigor por la vía de la producción frutal cobra especial relevancia. Es por ello que el entendimiento de la capacidad productiva de estos árboles, sin entrar en problemas de añerismo es fundamental, ya que un año de baja carga frutal puede significar grandes crecimientos lo que complicaría la mantención del tamaño haciendo que las podas deban ser muy intensas, reduciéndose nuevamente la producción. Además en este tipo de huertos, labores hasta ahora imposibles de realizar en huertos de árboles de gran talla, como el raleo manual, se vuelven a convertir en una posibilidad de manejo y regulación de carga, calibre de los frutos y tamaño de los árboles. Es así que, con el objetivo de determinar la incidencia de varios factores productivos sobre la carga de la temporada siguiente, se montó este ensayo, que pretende evaluar, en varias temporadas, el comportamiento de estos árboles en base a 3 niveles productivos iniciales.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el fundo “Los Calderones” propiedad de Desarrollo Agrario S.A. en la localidad de Llay-Llay, V Región, Chile. Ubicado en la latitud 32° 52' 50" Sur y en la longitud 70° 54' 40" Oeste, a 496 m sobre el nivel del mar. Los árboles utilizados en el ensayo pertenecen a un huerto comercial de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, con polinizante cv. Edranol al 11%, plantados el año 2004 sobre portainjerto Mexícola de semilla, distancia de plantación de 3x3 m (1.111 árboles/ha).

Selección del Material Vegetal

Para la selección del material experimental requeríamos seleccionar 15 árboles por cada nivel de carga (Alta, Baja y Media). Por ello, en el mes de Abril de 2006, se midió el perímetro del tronco, a una altura de 5 cm sobre el injerto, de una amplia muestra de árboles a los que luego durante la cosecha se les determinó el número de kilos y frutos por árbol. De ésta manera se seleccionaron 15 árboles que presentaban un nivel de carga alto, 15 que presentaban un nivel de carga medio y 15 que presentaban un nivel de carga bajo (Tabla 1). Hecha la agrupación de árboles según nivel de carga se determinó el peso promedio de los frutos.

Floración

Luego, en el mes de septiembre, antes de floración, se seleccionaron dos ramas por árbol, ubicadas entre los 0.7-1.40 m de altura, con orientación este-oeste, en las que se contabilizaron los brotes laterales y sublaterales mediciones. Posteriormente, en el mes de Octubre se contó el número de inflorescencias terminales existentes en cada brote, lateral y sublateral y durante ese mismo mes se realizó una evaluación visual en la que se determinó el porcentaje de la copa cubierto con flores.

Número de Hojas

En el mes de Octubre de 2006, luego de la poda de primavera, se procedió a contar todas las hojas de los árboles en medición para ver si habian diferencias en este parámetro que finalmente puede afectar condiciones productivas.

Producción de la temporada siguiente

En el mes de enero de 2007 se contó nuevamente el numero de frutos por árbol, para determinar el efecto de la carga sobre el numero de frutos de la temporada siguiente.

Análisis Foliares

En el mes de Abril de 2007 se tomaron análisis foliares y se volvió a determinar el perímetro de los troncos.

Para el diseño estadístico se utilizó un diseño completamente al azar DCA. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza (ANDEVA), con un nivel de significación del 5%. Las comparaciones de medias de los niveles de carga frutal, se realizaron mediante el test de Rangos Múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 5%. Para los datos entregados en floración en porcentaje, se transformaron a distribución normal, mediante la fórmula del arcoseno \sqrt{x} .

3 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Producción inicial

Como se puede observar en la Tabla 1, los árboles elegidos para los 3 tratamientos presentan niveles distintos de carga.

Tabla 1. Variables productivas de árboles de palto cv. Hass de alta, media y baja carga frutal. Llay- Llay, 2006.

Table 1. Fruit crop and fruit number per tree in Hass avocado trees of High, medium and low fruit load. Llay-Llay, 2006.

Carga frutal	Número de frutos por árbol	Cosecha (K /árbol)
T 1 (Alta carga)	66.73 a \pm 13.04	15.6 a \pm 2.7
T 2 (Carga media)	23.90 b \pm 7.44	6.50 b \pm 2.0
T 3 (Baja carga)	6.70 c \pm 5.42	1.90 c \pm 1.6

Si bien se trata de la primera producción del huerto, los niveles de producción no son similares en todos los árboles lo que puede ser explicado por varios motivos, siendo la causa más probable el origen de los portainjertos, los que al ser de semillas presentan una alta variabilidad genética (Castro *et al.*, 2003). Además los árboles al momento de la primera floración seguramente no tenían tamaños similares, lo que hizo que algunos tuviesen gran cantidad de material vegetativo capaz de inducir flores y que otros presentaran un menor nivel de desarrollo y por ende menores potenciales productivos para la primera temporada.

Peso promedio de los frutos

En la Tabla 2 se puede apreciar el peso promedio de los frutos por tratamiento. En ella se puede ver que en la medida que aumentan los niveles de carga, se reducen los pesos promedios por fruto.

Tabla 2. Efecto de la carga frutal sobre el peso promedio de frutos en paltos cv. Hass. Llay- Llay, 2006.

Table 2. Effect of fruit load on mean fruit weight in Hass avocados. Llay-Llay, 2006.

Carga frutal	Peso promedio del fruto (g)
Alta	235.10 a
Media	273.38 b
Baja	296.90 c

Las diferencias entre los distintos niveles de carga estarían explicadas por un mayor nivel de competencia entre los distintos sink. Al ser árboles podados, en los que como se verá más adelante, el número de hojas se mantiene estable entre tratamientos por efecto de la poda, el nivel de carbohidratos se debe distribuir entre una mayor cantidad de puntos de atracción lo que hace que el

desarrollo de cada uno de los frutos, que son fuertes sumideros (Whiley y Wolstenholme, 1990), se vea reducido en la medida que aumenta la competencia. No obstante lo anterior, incluso los pesos promedio del tratamiento de menor calibre son de gran interés comercial.

Evaluación de la Brotación

En la Tabla 3 se puede apreciar el número de brotes laterales y sub-laterales originados a partir de 2 ramas madres por cada árbol.

Tabla 3. Número promedio de brotes laterales y sub-laterales de dos ramas seleccionadas de paltos cv. Hass, por nivel de carga frutal. Llay- Llay, 2006.

Table 3. Mean number of lateral and sub-lateral shoots in two main branches selected of Hass avocados, per fruit load level. Llay – Llay, 2006.

Carga frutal	Nº brotes laterales	Nº brotes sub-laterales
Alta	9.30 b \pm 0.8	11.6 a \pm 8.0
Media	13.0 ab \pm 3.6	11.6 a \pm 4.6
Baja	14.5 a \pm 4.9	11.3 a \pm 9.6

Se puede apreciar que en la medida que el nivel de carga aumenta, se reduce en forma significativa el número de brotes laterales, sin embargo el número de brotes sub-laterales se mantiene constante en los 3 tratamientos. El hecho que el nivel de alta carga frutal presente un número menor de brotes laterales, se puede deber, a la represión que ejercen los frutos sobre el crecimiento vegetativo. Scholefield *et al.* (1985), señalan que existe una fuerte competencia entre el primer “flush” de crecimiento vegetativo y la formación de frutos, lo que explica la fuerte competencia que se genera entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo.

Floración de la temporada siguiente

En la Tabla 4 se pueden apreciar los datos de floración siguiente a la producción indicada en la Tabla 1.

Tabla 4. Porcentaje de copa florecida, número promedio de inflorescencias en brotes laterales y sublaterales de dos ramas seleccionadas de paltos cv. Hass, por nivel de carga frutal.

Table 4. Percentage of the canopy covered with flowers, mean number of inflorescences in lateral and sub-lateral shorts of two main branches selected in Hass avocado trees, per fruit load level.

Carga frutal	% de la copa florecida	Nº promedio de infl. brotes laterales	Nº promedio de infl. en brotes sublaterales
Alta	14.30 c	2.1 b	0.1 b
Media	48.74 b	6.2 a	2.0 ab
Baja	63.34 a	7.4 a	4.1 a

*Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (Test de Duncan, $P < 0,05$).

Se puede apreciar que en la medida que la carga se reduce, los niveles de floración para la temporada siguiente aumentan, estableciéndose diferencias significativas entre los tres niveles de carga cuando se analiza la floración del árbol completo. Según Salazar *et al.*, (1998), la producción tiene un efecto detrimental sobre los eventos de la floración, desde el desarrollo de la inflorescencia a la antesis de la flor.

Una de las observaciones que resulta de gran relevancia es que el 100% de las inflorescencias evaluadas resultaron ser indeterminadas.

A nivel del número de inflorescencias en brotes laterales y sublaterales, el tratamiento de mayor carga es el que presenta el menor valor, siendo el tratamiento de carga media igual al de baja carga en el caso de las inflorescencias ubicadas en brotes laterales, e intermedio en el caso de los brotes sublaterales. Los fundamentos del efecto de la carga frutal sobre la floración de la temporada siguiente no están bien claros, pero se ha propuesto a la disponibilidad de carbohidratos y el nivel hormonal como responsables de este efecto (Paz- Vega, 1997). Un árbol con una alta carga frutal el año anterior, tendrá muchos frutos con semillas en desarrollo, ésta fuente de hormonas giberélicas inhiben el proceso de inducción floral para la temporada siguiente. Paralelamente, los frutos tienen una demanda gran demanda metabólica, lo que haría que un árbol de mayor carga, con un menor nivel de carbohidratos de reserva presente menores niveles de floración. Estos dos factores explicarían el efecto de los frutos sobre la floración y su relación con la alternancia productiva (Wright, 1989). Sin embargo la relevancia de cada uno de ellos dentro del proceso de inhibición floral no está aún clara.

Con el fin de evaluar el efecto de la carga sobre el desarrollo del árbol es que se contó el número de hojas maduras de los árboles en el mes de Octubre, sin encontrarse diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo esta evaluación se hizo luego de una poda por lo que el efecto de esta última podría ser responsable de uniformar el número de hojas en los distintos tratamientos, por ello para la temporada siguiente el conteo de hojas se realizará a fines de otoño de modo de poder determinar el número de hojas presentes en la planta durante los procesos de inducción y formación de las flores.

Numero de frutos para la temporada siguiente

Como se puede observar en la Tabla 5, existen diferencias entre el tratamiento de mayor carga frutal (de la temporada anterior) y los otros dos tratamientos.

Tabla 5. Número de frutitos promedio por planta de paltos cv. Hass, por nivel de carga frutal. Llay- Llay (Enero de 2007).

Table 5. Number of set fruits per tree and fruit load level in Hass avocado trees. Llay – Llay (January, 2007).

Carga frutal	Número promedio de frutitos
Alta	76.86 b
Media	135.46 a
Baja	141.86 a

* Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (Test de Duncan, $P < 0,05$).

Árboles que presentaron una baja carga frutal la temporada 2006, presentaron un número mayor de frutos la temporada siguiente, lo que puede ser atribuido a la alternancia productiva característica del palto. Sin embargo, para el nivel alta carga frutal, el número de frutos cuajados es mayor que el número promedio de frutos cosechados en los mismos árboles el año 2006. La explicación al aumento de los frutos, puede ser atribuida a la edad de las plantas que tienen algo más de dos años y no han ocupado totalmente el espacio asignado, por lo que no han alcanzado su máximo potencial productivo. Además es importante señalar que la zona en cuestión se ha caracterizado por presentar, a través de los años, muy buenas condiciones térmicas para la cuaja durante el periodo de floración, por lo que la intensidad de floración puede no ser necesariamente un factor tan condicionante de la producción como en zonas de peores características térmicas.

Status Nutricional de las plantas

A partir de los análisis foliares realizados en el mes de Abril de 2007, solo se encontraron diferencias estadísticas a nivel de nitrógeno. El resto de los elementos analizados no presentó diferencias y en todos los casos se encontraba dentro de los rangos considerados como óptimos para el cultivo del palto según los parámetros indicados por Lahav y Whiley, (2002).

Tabla 6. Niveles foliares de nitrógeno en cada tratamiento. Llay-Llay, 12.04.2007.

Table 6. Leaf nitrogen content for each fruit load level. Llay – Llay, 12.04.2007.

Parámetro	T1 (alta carga frutal)	T2 (media carga frutal)	T3 (baja carga frutal)
N %	2,52 ± 0,03 a	2,43 ± 0,06 b	2,46 ± 0,03 ab

La diferencia en nitrógeno, puede explicarse por los niveles de carga alcanzados por cada tratamiento en ambas temporadas, en las cuales el tratamiento que suma, hasta ahora, la mayor cantidad de frutos por planta es el T2, seguido por el T3 y finalmente el T1.

Perímetro del Tronco

A partir de la Tabla 7 se puede apreciar que el tratamiento 3, que partió con una baja carga frutal, es el que ha presentado un mayor crecimiento del tronco entre los meses de abril de 2006 y marzo de 2007. Lo anterior pese a ser uno de los tratamientos de mayor producción en el periodo en cuestión. En todos los casos el porcentaje de aumento de este parámetro fue considerable y varió entre 40,3 y 62,7%.

Tabla 7. Valores promedio del perímetro de tronco en dos fechas de medición.

Table 7. Mean values of trunk perimeter in two different dates.

Tratamiento	Perímetro de tronco (cm)	
	11.04.06	03.05.07
T1(alta carga frutal)	19.44 ± 1.50 b	30.06 ± 2.09 b
T2(media carga frutal)	21.27 ± 2.25 a	29.85 ± 2.72 b
T3(baja carga frutal)	19.78 ± 1.73 b	32.20 ± 2.32 a

4 CONCLUSIONES

A partir de los datos obtenidos de la primera cosecha se puede concluir que el nivel de carga afecta significativamente el tamaño de los frutos. Por otro lado, el nivel de carga también afecta significativamente el nivel de floración de la temporada siguiente, la que se produce principalmente sobre brotes laterales. Sin embargo esta diferencia en floración no siempre se traduce en mayor cantidad de frutos cuajados ya que hay una dependencia del clima que condiciona el nivel de cuaja de los frutos. En todos los tratamientos, el número de frutos cuajados para la segunda temporada fue superior al número de frutos cuajados la temporada anterior, ello básicamente por el incremento en tamaño de las plantas, situación que se puede ver reflejada en el aumento del perímetro de los troncos, el cual tuvo incrementos superiores al 40%. A nivel nutricional, solo se encontraron diferencias de Nitrógeno foliar, siendo el T2 el de menor contenido de este elemento.

5 AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a todos aquellos involucrados en esta investigación, a los Sres. Jorge Schmidt, Pablo Rosés y Arturo Arce por poner a nuestra disposición los árboles y los recursos materiales necesarios para llevar a cabo esta investigación. A Cecilia Adiazola, Bernardita Salvo y Amaya Atucha por su constante colaboración en el desarrollo de las actividades relacionadas a este trabajo.

6 LITERATURA CITADA

CASTRO, M., C. FASSIO., N. DARROUY., Y A. BEN YA`ACOV. 2003. Determinación de rangos de variabilidad en los niveles de producción del cv. Hass sobre portainjertos de semilla de raza mexicana en Chile. p. 155- 160. *In: V Congreso Mundial del Aguacate, Granada-Malaga, España. 19 – 24 de octubre de 2003. Consejería de Agricultura y Pesca, Andalucía, España.*

HOFSHI, R. 2004. Más allá de la producción: Reingeniería en el palto. *In Segundo Seminario Internacional de paltos. Soc. Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, 29 y 30 de septiembre y 1 de octubre de 2004. pp. 1-3*

LAHAV, E., WHILEY, A. W. 2002. "Irrigation and Mineral Nutrition". *In: Whiley, A., Schaffer, B. and, Wolstenholme, B.N. 2002. The Avocado: Botany, Production and Uses. Wallingford, UK. CABI Publishing. pp 259-297*

MENA, F. 2004. "Poda en Paltos". *Soc. Gardiazabal y Magdahl Ltda. In Segundo Seminario Internacional de paltos. Soc. Gardiazabal y Magdahl Ltda. Quillota, 29 y 30 de septiembre y 1 de octubre de 2004. pp. 1-13*

PAZ-VEGA, S. 1997. Alternate bearing in the avocado (*Persea americana mill*). *California Avocado Society Yearbook 81: 117-148.*

SALAZAR- GARCÍA, S., E. LORD, AND C. LOVATT. 1998. Inflorescence and flower development of the Hass avocado (*Persea americana Mill.*) during on and off crops years. *Journal of the American Society for Horticulture Science 123 (4): 537-544.*

SCHOLEFIELD, P., M. SEDGLEY, AND D. ALEXANDER. 1985. Carbohydrate cycling relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. *Scientia Horticulturae, 25(2): 99-110.*

WHILEY, A.W., AND B.N, WOLSTENHOLME. 1990. Carbohydrate management in avocado trees for increased production. *South African Avocado Growers Association Yearbook 13: 25 - 27.*

WRIGHT, C.J. 1989. Interactions between vegetative and reproductive growth. *In: Manipulation of fruiting. Wright, C.J. (ed). Butterworths. pp. 15-27.*