

EFFECTO DE LA DISTANCIA DE PLANTACION EN HUERTOS DE ALTA DENSIDAD EN PALTO CV. HASS – PRIMER AVANCE

Luis Cristoffanini Bonino, Pamela Lienlaf Mandiola y Fiona Ramella Antognoli

AGRUMI E.I.R.L., Investigación y Desarrollo Agronómico, Chile.

E-mail: lp cristoffanini@entelchile.net

En un huerto comercial de palto cv. Hass sobre portainjerto de semilla Zutano plantado el 2008, ubicado en Tabolango, Región de Valparaíso, Chile (32-34°LS) se realizó un ensayo de tres distancias de plantación 4x4, 4x3, 4x2 m, con el objetivo de determinar si existe un efecto sobre el desarrollo vegetativo, la productividad del árbol y los costos de poda. Cada temporada, después del cese de crecimiento de primavera, se midió el volumen del dosel y perímetro de tronco 10 cm sobre y bajo de la zona de injerto. En los primeros años no fue posible contar con mediciones de producción. Los resultados en esta primera etapa, muestran diferencias significativas entre los parámetros evaluados, la tendencia indica que a menor distancia sobre hilera el perímetro del tronco y volumen del dosel es menor. El control del vigor, explicado en parte por limitaciones en el perfil de suelo a explorar y la competencia que se ejerce entre sistemas radicales, permite mantener huertos de alta densidad con árboles de tamaño controlado, manipulando la tendencia de los paltos a crecer en forma vigorosa y a veces improductiva. Lo anterior contribuye a facilitar las labores de campo, punto esencial en huertos comerciales. Este primer reporte corresponde a los tres primeros años de una investigación propuesta para 10 años.

Palabras claves: Distancia de Plantación, Alta Densidad, Desarrollo Vegetativo, Producción.

EFFECT OF THE DISTANCE OF PLANTATION IN ORCHARDS OF HIGH DENSITY IN AVOCADO CV. HASS – A PROGRESS REPORT

Luis Cristoffanini Bonino, Pamela Lienlaf Mandiola y Fiona Ramella Antognoli

AGRUMI E.I.R.L., Investigación y Desarrollo Agronómico, Chile.

E-mail: lp cristoffanini@entelchile.net

In a commercial orchard of avocados cv. Hass on seed rootstock Zutano, planted in 2008, located in Tabolango, region of Valparaiso, Chile (32-34 ° LS) a trial of three planting distances trees 4 x 4, 4 x 3, 4 x 2 m has been conducted, with the aim of determining if there is an effect on the vegetative development and the productivity of the tree and pruning costs. Each season, after the cessation of growth in spring, it was measured the volume of the canopy and perimeter of trunk 10 cm on and below the area of graft. In the early years, it was not possible to have production measurements. The results at this early stage, show significant differences between the evaluated parameters. The trend indicates that at a shorter distance on row, the perimeter of the trunk and volume of the canopy is lower. The vigor control, in part explained by limitations in the soil profile to explore, and the competition between root systems, allows you to maintain orchards of high density with trees of controlled size, by manipulating the tendency of the avocados to grow vigorously and sometimes unproductive. The above contributes to facilitate the work of field, essential point in commercial orchards. This first report corresponds to the first three years of a research proposal for 10 years.

Keywords: Planting densities, High Density, Vegetative Growth, Production.

1 INTRODUCCIÓN

El tamaño de los árboles en paltos, es uno de los mayores problemas que confronta la industria mundial (Köhne & Kremer-Köhne, 1991). El negocio agrícola basado en producción de paltos para exportación, exige diseñar huertos altamente productivos en el corto y mediano plazo, con fruta de calibre exportable y árboles fáciles de manipular en cuanto a labores agrícolas (Stassen, 1999). Los árboles de menor tamaño en huertos de alta densidad, sobre 1.000 árboles por hectárea, además de mantener estructuras con mejor capacidad de producción y fruta de mayores calibres, permiten optimizar todas las labores agrícolas, sin embargo se hace necesario el uso de estrategias de manejo para controlar el tamaño final de los árboles, luego que ocupan su espacio asignado, evitando así emboscamientos y pérdida de doseles productivos (Stassen, 1999), esto obliga a realizar podas de renovación en forma constante durante toda la vida del proyecto, por lo tanto, es necesario buscar mecanismos pasivos de control del vigor sobre los árboles en el tiempo.

Existen múltiples herramientas técnicas para el control del tamaño de los árboles, sin embargo todas ellas representan un costo importante dentro de las labores agrícolas, por este motivo cobra importancia potenciar la capacidad natural del árbol de mantener un tamaño de dosel controlado, con el objetivo de mantener costo competitivos en el negocio agrícola.

El tamaño de los árboles se reduce con un menor espacio asignado en el marco de plantación (Razeto et al, 1992), lo cual se potencia con la designación de un espacio de perfil de suelo limitado (camellón), sistema de riego con mojamiento restringido al diámetro de copa deseado, control de programas nutricionales, ente otros, controlando la tendencia de los paltos a crecer en forma vigorosa y a veces improductiva (Stassen, 1999) al competir con otro árbol en la sobrehilera. En esquemas de alta densidad, es necesario la conducción y formación del árbol desde la etapa de plantación (Stassen, 1995), siendo la conducción más relevante que el manejo de poda, hasta que el árbol ocupa su espacio asignado. Luego la mantención del árbol dentro del marco de plantación es fundamental (Razeto et al, 1995), por ello la regulación del vigor por la vía de la generación de flores y producción frutal precoz, en los primeros años de desarrollo, y estable durante el período del proyecto, cobra especial relevancia (Cristoffanini, 2007), ya que ayuda a controlar el vigor de los árboles (Snijder et al, 1998) y atenúan, a la vez, los problemas de añerismo en esta especie frutal.

En marcos de alta densidad, cuando se ocupa el espacio asignado, bajo condiciones de crecimiento vigoroso, la luz puede ser un factor de producción limitante (Stassen, 1999). Plantaciones en marco rectangular y una conducción de árboles en setos piramidales, aseguran una continua actividad fotosintética, además de una efectiva intercepción y penetración de la luz en el dosel (Stassen, 1999), lo anterior permite generar brotes e internudos con capacidad productiva (Cristoffanini, 2007). La mejor orientación para un seto piramidal es la norte-sur (Stassen, 1999). El control natural del tamaño del árbol en un seto piramidal permite podas menos intensas y bastantes simples, situación a considerar en plantaciones de grandes superficies. Por otra parte, la utilización de marcos cuadrados y conducción de árboles individuales con iluminación de cinco caras permite un aprovechamiento eficiente de la luz (Hofshi, 2004), sobretodo en orientaciones inadecuadas, como la de huertos ubicados en pendiente con camellones. Por otra parte, marcos cuadrados podrían ser más difíciles de manipular en temporadas con condiciones climáticas desfavorables para la floración y/o cuaja, generando problemas de producción, con efectos secundario en el aumento del vigor

Este ensayo se realizó con el objetivo de determinar si existe un efecto del marco de plantación en la sobrehilera sobre el desarrollo vegetativo, la productividad del árbol y los costos de poda.

2 MATERIAL Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en la Agrícola Santa Luisa de Tabolango, propiedad de Agrícola Santa Luisa Ltda., en la localidad de Tabolango, Región de Valparaíso, Chile ubicado en latitud 32° 55' 42" Sur y en la longitud 71° 22' 37" Oeste, a 77 m sobre el nivel del mar.

Material Vegetal

Los árboles utilizados en el ensayo pertenecen a un huerto comercial de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass sobre portainjerto de semilla Zutano plantado en enero del 2008, utilizando tres distancias de plantación 4x4, 4x3, 4x2 m, disponiendo 60 plantas por marco de plantación. El ensayo se montó en un espacio de suelo con textura arcillo francosa con drenaje imperfecto, por lo cual se confeccionaron camellones de 60 cm de altura. El sistema de riego es por goteo, siendo el inicio de la plantación con un emisor de 2 lit/hr por planta; a los 12 meses se completo el primer lateral y a los 18 meses se instaló el segundo lateral para completar el diseño con emisores de 2 lit/hr cada 50 cm en doble lateral que implica una descarga de 2 mm/hr. Los manejos de riego y fertirrigación se realizaron según manejos agronómicos estándar aplicados a campos comerciales.

Mediciones

Cada temporada, después del cese de crecimiento de primavera, se midió el volumen del dosel y perímetro de tronco 10 cm sobre y bajo de la zona de injerto.

Tanto el ancho como el alto del dosel fueron medidos en forma individual para cada árbol. Dos medidas, tomadas a 1,75 m del suelo, fueron realizadas para medir el ancho del dosel, una perpendicular a la hilera y la otra paralela a la hilera, el promedio de estos dos valores se utilizó para la estimación del volumen de dosel. El volumen de dosel fue estimado asumiendo que la forma del árbol se aproxima a media esferoide prolato, $V = 4/3\pi ab^2$, donde V es volumen de dosel, a es el radio de la semi-axis principal (altura del dosel) y b es el radio de la semi-axis menor (ancho del dosel) (Turrell, 1946).

La circunferencia del tronco (cm) se midió con una guincha de medir, 10 cm por encima y por debajo de la zona de unión del injerto. Se calculó la proporción entre el perímetro obtenido sobre y bajo la zona de la unión del injerto.

En los primeros años no fue posible contar con mediciones de producción.

Análisis y diseño estadístico

Se planteó conducir el ensayo bajo un diseño de bloques completos al azar (BCA), se realizó un total de 3 tratamientos, 4 repeticiones y 15 plantas por repetición. El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza (ANDEVA). Las comparaciones de medias se realizaron mediante el test de Rangos Múltiples de Duncan, con un nivel de significancia del 5%, para este efecto los análisis fueron realizados con datos transformados.

3 PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados presentados en este trabajo son un reporte inicial de los primeros 3 años de una investigación planteada a 10 años. En esta etapa inicial no fue posible contar con datos de producción.

Resultados Año 2008

La primera medición del ensayo se realizó a los once meses de plantado en Diciembre 2008. De acuerdo a los datos de la Tabla 1, los tratamientos efectuados no presentaron diferencias significativas en las variables circunferencia del tronco medida a 10 cm sobre y bajo la zona de injerto, igualmente no presento diferencia significativa la proporción entre la circunferencia medida sobre y bajo la zona de injerto.

Tabla 1. Perímetro de la circunferencia del tronco

Circunferencia del tronco (cm)					
Tratamiento	Sobre injerto (A)		Bajo injerto (B)		proporción (A/B)
T0 (4x4)	4.89	a	5.46	a	0.89 a
T1 (4x2)	4.7	a	5.04	a	1.04 a
T2 (4x3)	4.93	a	5.41	a	0.91 a

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

A pesar de la heterogeneidad genética que presentan los portainjertos de semilla (Castro et al, 2007), la presencia de diámetros similares en los troncos, nos permiten concluir que los árboles en un primer año presentaron uniformidad en sus crecimientos. Cabe señalar, que los árboles fueron seleccionados buscando una homogeneidad en el material para el ensayo.

Los datos de la Tabla 2, indican que la variable volumen del dosel expresada en m^3 presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T1 con distancias de plantación de 4x2 el que presentó un menor volumen en su dosel y el T2 con distancias de plantación de 4x3 el que presentó el mayor volumen en su dosel, sin embargo no presento diferencias significativas con respecto al tratamiento T0 correspondiente a distancias de plantación de 4x4m. Observaciones realizadas en huertos a 4 x 2 m indican un entrecruzamiento y posible competencia entre raíces en éstos marcos estrechos sobrehilera (Razeto et al, 1992) lo que podría limitar el desarrollo aéreo de los árboles desde temprana edad, a pesar de tener diámetros de tronco similares.

Tabla 2. Volumen del dosel (m^3).

Tratamiento	Volumen del dosel (m^3).	
T2 (4x3)	0.48	a
T0 (4x4)	0.32	ab
T1 (4x2)	0.21	b

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

Resultados Año 2009

La Tabla 3, indica que en el segundo año de medición, los tratamientos presentaron diferencias significativas en las variables circunferencia del tronco, siendo el marco de plantación más denso (T1) el que presentó el menor perímetro de tronco sobre y bajo la zona del injerto y la mayor proporción entre ambas medidas. Los diámetros de troncos no son necesariamente un reflejo perfecto del vigor de los árboles, pero si afectan la dimensión final del dosel (Roe et al, 1999).

Tabla 3. Perímetro de la circunferencia del tronco

Circunferencia del tronco (cm)						
Tratamiento	Sobre injerto (A)		Bajo injerto (B)		proporción (A/B)	
T0 (4x4)	13.69	a	15.24	b	0.89	b
T1 (4x2)	13.10	b	13.84	c	1.10	a
T2 (4x3)	13.83	a	15.52	a	0.90	b

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

De manera general se aprecia un sobrecrecimiento bajo la zona del injerto en los marcos de plantación más distanciados en la sobrehilera, lo que se traduce en una proporción más alejada a uno. Las plantas en densidades mayores tendieron a mantener un crecimiento uniforme con respecto a la zona del injerto, obteniendo una proporción de ambos parámetros más cercana a uno.

En la Tabla 4, se aprecia que la variable volumen del dosel en m^3 presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T1 con distancias de plantación de 4x2 el que presentó un menor volumen en su dosel y el T2 y T0 con distancias de plantación de 4x3 y 4x4, respectivamente, los que presentaron mayor volumen en su dosel. Nuevamente, por segundo año consecutivo, la posible competencia entre árboles en marcos más estrechos, genera un menor tamaño de dosel, esto es importante pues las dimensiones del dosel van adquiriendo, con el paso del tiempo, una mayor relevancia que la medición de circunferencia del tronco, dado que determinan la densidad de plantación (Roe et al, 1999).

Tabla 4. Volumen del dosel (m^3).

Tratamiento	Volumen del dosel (m^3).	
T0 (4x4)	7.36	a
T2 (4x3)	7.12	a
T1 (4x2)	4.65	b

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

Resultados Año 2010

De acuerdo a los datos de la Tabla 5, los perímetros de la circunferencia de tronco en la tercera temporada de evaluación, presentaron diferencias significativas entre las variables medidas. Siendo los marcos más estrechos sobre la hilera de 3 y 2 m respectivamente estadísticamente similares entre si pero diferentes al de 4 m. En la medida que se limita el desarrollo radical y/o aumenta la competencia entre sistemas radicales, a mayor edad de los huertos, se afecta el desarrollo de los troncos (Razeto,1995), esto podría indicar una autorregulación entre los árboles que se encuentran más cercanos en la sobrehilera. Esta tendencia, de acuerdo a lo observado en huertos comerciales con similares marcos de plantación en la sobrehilera, debería acentuarse con los años.

Tabla 5. Perímetro de la circunferencia del tronco

Circunferencia del tronco (cm)					
Tratamiento	Sobre injerto (A)		Bajo injerto (B)		proporción (A/B)
T0 (4x4)	22.69	a	23.98	a	0.97 a
T1 (4x2)	20.97	b	23.12	b	0.91 b
T2 (4x3)	21.23	b	23.15	b	0.91 b

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

En la Tabla 6, la variable volumen del dosel en m^3 presentó diferencias significativas entre tratamientos, siendo el tratamiento T1y T2 con distancias de plantación de 4x2m y 4x3m, respectivamente, los que presentaron un menor volumen en su dosel y el T0 con distancias de plantación de 4x4m el que presentó el mayor volumen en su dosel.

En esta tercera temporada de evaluación se observa una posible relación entre diámetro de tronco y volumen del dosel respecto al control del vigor, ya que ambas mediciones reflejan un efecto en el tamaño del árbol, reduciéndolo respecto a distancias de plantaciones sobre hilera mas distanciadas (4x4m)

Tabla 6. Volumen del dosel (m^3).

Tratamiento	Volumen del dosel (m^3).	
T0 (4x4)	19.21	a
T2 (4x3)	16.13	b
T1 (4x2)	15.99	b

Letras distintas indican diferencias significativas, Test Duncan ($P \leq 0,05$).

Esto se condice con la teoría de la autorregulación que permite mantener árboles pequeños, de menor vigor, manejables desde el punto de vista agrícola, donde si bien existe un menor rendimiento unitario por árbol, se genera un mayor rendimiento por hectárea en marcos de alta densidad.

El control del vigor, explicado en parte por limitaciones en el perfil de suelo a explorar y la competencia ejercida entre sistemas radicales, permite mantener huertos de alta densidad con árboles de tamaño controlado, manipulando la tendencia de los paltos a crecer en forma vigorosa y a veces improductiva (Stassen, 1999), generando árboles de menor volumen y de mayor producción acumulada por hectárea en marcos de alta densidad. Lo anterior contribuye a facilitar las labores de campo, punto esencial en huertos comerciales.

De manera general, los marcos de plantación rectangulares, presentarían mejor regulación en lo que respecta a control del tamaño del árbol, lo que se traduciría en un menor vigor de la planta (Stassen, 1999), tendencia que deberá ser evaluada en los futuros años de la investigación.

Los resultados presentados en éste estudio son un reflejo de las tendencias iniciales de una plantación, y otorgan datos relevantes de comportamiento en los primeros estados de un huerto, influyendo en el comportamiento y manejo técnico a futuro de un plantel productivo de palto.

Es importante destacar que no fue posible contar en esta primera etapa de la investigación con datos de producción, los que serán expuestos en una segunda fase y que ciertamente entregarán información relevante sobre la influencia de las distancias de plantación en un plantel productivo de palto.

4 CONCLUSIONES

Los marcos de plantación de 2 y 3 m en la sobrehilera generan un menor perímetro de circunferencia de tronco respecto a marcos de 4 m.

Los marcos de plantación de 2 y 3 m en la sobrehilera generan un menor volumen de dosel en m³ respecto a marcos de 4 m.

Es necesario continuar con la investigación, para establecer cual de las distancias de plantación en la sobrehilera posee el mejor efecto en regulación de vigor.

Es necesario continuar con la investigación, para establecer cual de las distancias de plantación en la sobrehilera presenta mayores producciones y menores costos de poda.

5 AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a todos aquellos involucrados en esta investigación, a los Sres. Agrícola Santa Luisa Ltda. por poner a nuestra disposición los árboles y los recursos materiales necesarios para llevar a cabo esta investigación.

A Jorge Goycoolea N. y Víctor Bustamante por su constante colaboración en el desarrollo de las actividades relacionadas a este trabajo.

6 LITERATURA CITADA

CASTRO, M.; FASSIO, C.; DARROUY, N. 2007. *Evaluación agronómica y propagación de nuevos portainjertos y variedades de paltos en distintas zonas agroclimáticas de Chile*. VI Congreso Mundial de Aguacate, Viña del Mar, Chile. Noviembre 2007.

CRISTOFFANINI, L. 2007. *Criterios de poda en palto en plantaciones de alta densidad*. Revista Avance Agrícola. Quillota, Chile. Julio 2007. Pp 30-31.

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

KÖHNE, J.S.; KREMER-KÖHNE, S. 1991. *Avocado high density planting – A progress report*. South African Avocado Growers' Association Yearbook 14: 42-43.

RAZETO, B. ; FICHET, T.; LONGUEIRA, J. 1992. *Close planting of avocados*. Proceeding of Second World Avocado Congress. Page 273-279.

RAZETO, B.; FICHET, T.; LONGUEIRA, J. 1995. *Close planting of avocados*. Close Planting of Avocado. Proceeding World Avocado Congress III, Trel Aviv, Israel October 1995. Page 227-232.

ROE D. J.; MORUDU T. M.; KÖHNE J. S. 1999. *Performance of commercially grown Hass avocado on clonal rootstocks at westfalia estate, South Africa*. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: page 35-38.

STASSEN, PIET J.C. 1995. *Training young Hass avocado trees into a central leader for accommodation in higher density orchards*. Proceeding of The World Avocado Congress III. Page 251-254.

SNIJDER, b, ; STASSEN, PIET J.C. 1998. *Manipulation of avocado trees to control tree size a four year progress report vocado high density planting – A progress report*. South African Avocado Growers' Association Yearbook 21: 58-62.

STASSEN, PIET J.C. 1999. *In Proceeding Avocado Braimstorming*. Session 3. Canopy Management.. October 27-28, 1999. Riverside, CA. Hofshi Foundation. Page 60-62.

STASSEN, PIET J.C. 1999. *Results with spacing, tree training and orchard maintenance in Young avocado orchards*. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: page 159-164.

TURRELL, F.M. (1946). *Tables of surfaces and volumes of spheres and of prolate and oblate spheroids and spheroidal coefficients*. Univ. Of California Press, Oakland, California, 153 p.