

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO
FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO QUE PRESENTA LA
CONDUCCIÓN EN SETO DE ÁRBOLES DE PALTO cv. HASS, EN ALTA
DENSIDAD.**

XIMENA ANDREA CASTRO ROJAS

QUILLOTA CHILE

2000

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA
 - 2.1. Situación mundial y nacional de la producción de paltas
 - 2.2. Características generales de la especie
 - 2.3. Características de la variedad
 - 2.4. Ciclo fenológico del palto cv. Hass para la zona de Quillota
 - 2.4.1. Desarrollo vegetativo
 - 2.4.2. Desarrollo radicular
 - 2.4.3. Desarrollo reproductivo
 - 2.4.3.1. Morfología de la flor e inflorescencia
 - 2.4.3.2. Floración
 - 2.4.3.3. Cuaja y caída de frutos
 - 2.4.3.4. Desarrollo del fruto
 - 2.5. Situación actual de cultivo
 - 2.5.1. Aproximación a la solución
 - 2.5.1.1. Distancias de plantación
 - 2.5.1.2. Control del tamaño
 - 2.5.1.3. Efectos de la poda
 - 2.5.1.4. Mecanismos de poda implementados
3. MATERIAL Y MÉTODO
 - 3.1. Localización geográfica de los ensayos
 - 3.2. Descripción de los ensayos
 - 3.2.1. Descripción del ensayo I
 - 3.2.2. Descripción del ensayo II
 - 3.3. Descripción de los tratamientos en el ensayo I
 - 3.3.1. Unidad Experimental
 - 3.3.2. Variables a evaluar
 - 3.3.2.1. Peso fresco y peso seco del material podado
 - 3.3.2.2. Crecimiento en sentido horizontal, altura y perímetro de tronco
 - 3.3.2.3. Velocidad de crecimiento vegetativo
 - 3.3.2.4. Densidad de Raíces
 - 3.3.2.5. Número de frutos por árbol
 - 3.3.2.6. Cosecha
 - 3.4. Descripción de los tratamientos en el ensayo II
 - 3.4.1. Unidad experimental
 - 3.4.2. Variables a evaluar
 - 3.4.2.1. Peso fresco y peso seco del material podado
 - 3.4.2.2. Crecimiento en sentido horizontal y altura

- 3.4.2.3. Espacio sobre y entrehilera
- 3.4.2.4. Densidad de raíces
- 3.4.2.5. Floración y porcentaje de cuaja
- 3.4.2.6. Cosecha
- 3.5. Diseño del experimento

- 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Presentación y discusión de resultados para el ensayo I
 - 4.1.1. Peso fresco y peso seco del material podado
 - 4.1.2. Crecimiento en altura
 - 4.1.3. Crecimiento en sentido horizontal
 - 4.1.4. Crecimiento del perímetro de tronco
 - 4.1.5. Velocidad de crecimiento vegetativo
 - 4.1.6. Densidad de raíces
 - 4.1.7. Número de frutos por árbol
 - 4.1.8. Cosecha
 - 4.2. Presentación y discusión de resultados del ensayo II
 - 4.2.1. Peso fresco y peso seco del material extraído
 - 4.2.2. Crecimiento en altura
 - 4.2.3. Crecimiento en sentido horizontal
 - 4.2.4. Espacio sobre hilera
 - 4.2.5. Espacio entre hilera
 - 4.2.6. Densidad de raíces
 - 4.2.7. Floración y porcentaje de cuaja
 - 4.2.8. Cosecha

- 5. CONCLUSIONES DEL ENSAYO 1

- 6. CONCLUSIONES DEL ENSAYO 2

- 7. RESUMEN.

- 8. LITERATURA CITADA

- (ANEXOS)

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill.) es una de las especies frutales de mayor desarrollo en los últimos años. La superficie nacional supera las 18,000 ha (ASOEX-FEDEFRUTA, 2000), centrándose este crecimiento principalmente en la variedad Hass, la cual posee excelentes características organolépticas y gran aceptación tanto en el mercado nacional como internacional (ODEPA, 1998).

El principal mercado de exportación para las paltas chilenas es Estados Unidos representando más del 97 % de la exportación total. Los envíos hacia este país corresponden exclusivamente a la variedad Hass, concentrándose entre los meses de agosto y noviembre (ODEPA, 1998).

Actualmente, dentro de las exigencias a la gestión productiva en los huertos modernos se encuentran una rápida recuperación del capital invertido y mantención en el tiempo de la producción óptima.

Uno de los problemas que enfrentan los productores de paltas en Chile, sobre todo en huertos mayores a 10 años, es que un porcentaje importante de fruta no logra el calibre de exportación en el periodo de envío, así, una parte de la fruta desarrolla el calibre hacia los meses de verano destinándose principalmente para el mercado interno.

Esto se debe principalmente a que estos huertos poseen árboles de gran tamaño, especialmente los plantados en baja densidad, con fruta desarrollándose en la

periferia sobre material envejecido (JACKSON, 1986; STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995; CAUTÍN, 1997). Sumado a ello, los marcos de plantación son algo estrechos por lo cual los árboles se topan unos con otros en poco tiempo, es decir, se emboscan, disminuyendo la eficiencia fotosintética y perdiendo superficie productiva (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991; STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995; RAZETO, 1996).

Inicialmente, los aumentos en la densidad de plantación consideraron la eliminación progresiva de los árboles una vez que los huertos comenzaban a emboscarse (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991; BENDER, 1994; RAZETO, 1996; KÖHNE, 1998). Sin embargo, hoy en día la posibilidad de realizar plantaciones en alta densidad, con árboles en forma permanente, plantea la implementación de técnicas de cultivo capaces de controlar el tamaño que desarrollan los árboles, lo que a su vez facilitaría prácticas de cultivo como la cosecha y el control de plagas y enfermedades.

Un menor tamaño provocaría la disminución de la producción por árbol así, la cantidad de plantas por hectárea, posibilita alcanzar el máximo potencial productivo, además de poder mantener la producción en el tiempo, ya que según antecedentes (DAVIE, VAN DER WALT y STASSEN, 1998), mediante la aplicación de estas técnicas se podría atenuar efectos como el añerismo y el envejecimiento prematuro de los huertos.

Dentro de las alternativas para controlar el tamaño, se consideró la técnica de rebaje de los árboles, la cual sólo logra solucionar el problema durante un corto periodo de tiempo. También se ha propuesto aplicaciones de reguladores de crecimiento, entre ellos paclobutrazol, lo cual - según estudios - podría afectar la

vida postcosecha de la fruta (BOWER y CUTTING, 1992). Como alternativas aún en estudio se encuentran el uso de portainjertos enanizantes como la selección Colin V-33, monitoreo de los niveles foliares de nitrógeno, conducción de los árboles en un sistema de eje central, y eventualmente, riego deficitario controlado. Otras técnicas serían el anillado, la doble incisión y la poda.

Durante los últimos años, numerosos estudios se han realizado para encontrar la solución más adecuada, es así como la poda podría considerarse como una herramienta capaz de cumplir con los requerimientos actuales para los huertos, como lo es la obtención de volúmenes y calidad de fruta dentro de la ventana de exportación, cumpliendo - además - con la actual tendencia de un manejo más bien orgánico de los huertos.

Dentro de los sistemas de poda implementados, se describen distintos tipos, entre ellos, la poda mecánica y manual de las hileras (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995; RAZETO, 1996; KÓHNE, 1998), poda de árboles en tercios (GARDIAZÁBAL, 1998)*, poda de ramas interiores (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995) y podas selectivas (FRANGÍS, 1994).

Dentro de los tipos de poda mencionados, el sistema de producción en seto constituiría una alternativa atractiva para los productores chilenos, ya que sería un sistema fácil de implementar dando la alternativa de trabajar manual o mecánicamente. Sin embargo, antes de emplear masivamente cualquiera de estas técnicas, es necesario ensayar en el país, debido a que las condiciones de cultivo, los hábitos

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1998. Comunicación personal.

de crecimiento, los manejos y fechas de cosecha varían considerablemente entre una zona y otra (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar diversos parámetros de crecimiento vegetativo y reproductivo en plantas de palto del cv. Hass, en alta densidad, sometidas a podas de conducción en seto y en forma libre.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Situación mundial y nacional de la producción de paltas

Según antecedentes FAO, la superficie mundial de paltos en 1997 alcanzó 357.222 hectáreas, cifra que significa una tasa anual de 2,5% de incremento durante la década de los 90. De esta superficie, sobre el 26% se localiza en México, seguido por EE.UU. con el 7,5% y Chile con el 4,7% (ODEPA, 1998).

La producción mundial de paltos en 1997 supera los 2,3 millones de toneladas y exhibe también una tendencia creciente (1,7% anual), lo que indicaría que una proporción importante de los huertos aún no entran en producción o se encuentran en la etapa creciente del proceso de desarrollo. Los principales países productores son México (828.900 ton), EE.UU (179.000 ton), República Dominicana (155.000) e Israel (85.000 ton) (ODEPA, 1998).

Con relación a las exportaciones, países como México (9,4% del total producido), EE.UU. (12,1%), República Dominicana (4,5%) y Chile (23,9%) exportan sólo una parte menor de su producción, debido a consumos internos importantes. Por otro lado, países como España (80,9%), Sudáfrica (69%) e Israel (54%) están orientados a la exportación, especialmente al mercado europeo (MAGDAHL.1998).

Actualmente, Chile ocupa el tercer lugar a nivel mundial en superficie plantada con 18.347 ha (ASOEX-FEDEFRUTA, 2000), considerando variedades de las razas mexicana y guatemalteca o, del tipo californiano. Sin embargo, a nivel de

producción ocupamos el quinto lugar (70.000 ton). Esto se debe a problemas climáticos, como la sequía de los años 1996 y 1997, y a que un porcentaje importante de la superficie nacional (más del 33%) son plantaciones menores a 5 años y no han alcanzado su máximo potencial de producción (MAGDAHL, 1998).

En el ámbito nacional, el palto ha sido una de las especies frutales que ha experimentado mayor desarrollo en los últimos años, estimándose para la temporada 99/00 una superficie total de 18.347 ha (ASOEX- FEDEFRUTA, 2000), con una tasa de crecimiento de 1000 ha por año (RAZETO, 1996); esta fuerte tendencia a la plantación de paltos, se observa principalmente a partir del año 1990, esto coincide, entre otras cosas, con el desarrollo de la exportación hacia los Estados Unidos y los resultados económicos obtenidos (MAGDAHL, 1998).

La producción se concentra en las regiones V (59.3%), Metropolitana (23.6%) y VI (10.8%) (ODEPA, 1998), entre fines de julio, en zonas tempranas, hasta mayo, en zonas tardías (MAGDAHL, 1998).

Este crecimiento se centra principalmente en la variedad Hass, principal variedad de exportación, que ha pasado de 4.000 ha a más de 11.000 ha actualmente, con aproximadamente un 70% de la superficie total (MAGDAHL, 1998). Esto debido a sus excelentes características organolépticas, mejores condiciones de productividad y excelente comportamiento para la exportación, por su mayor resistencia postcosecha, (ODEPA, 1998), siendo la variedad más deseada tanto en el mercado nacional como internacional (MAGDAHL, 1998).

En relación a las exportaciones, Estados Unidos ha sido el principal mercado de destino con envíos de hasta 3.976.684 cajas (ASOEX-FEDEFRUTA, 2000), representando más del 97% de la exportación total (ODEPA, 1998).

Los envíos a ese país corresponden exclusivamente a la variedad Hass, (RAZETO.1996), concentrándose entre los meses de agosto y noviembre, periodo en que la producción californiana (que corresponde al 85% de la producción norteamericana) es más baja (MAGDAH 1,1998).

No obstante lo anterior, el mercado interno todavía constituye el principal destino de la palta que se produce en Chile (entre el 70 a 80% de la producción).

2.2. Características generales de la especie

El palto (*Persea americana* Mill.) pertenece al género *Persea*, familia de las Lauráceas, suborden Magnoliales, orden Ranales. Es una especie nativa de América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América (CAUTÍN, 1996), zona selvática donde las diferentes especies de árboles deben competir permanentemente por luz y espacio. Bajo estas condiciones se produce una selección natural que favorece la sobrevivencia de árboles de crecimiento rápido y permanente. Es por esto que el palto está genéticamente determinado a crecer continuamente, alcanzando fácilmente 12 m de altura y 14 m de diámetro, si se le da el espacio necesario (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

Los distintos cultivares de palto no descienden de una especie original, sino más bien se han producido por una serie de hibridaciones a partir de distintos materiales que fueron trasladados desde su centro de origen. Las variedades o tipos pueden agruparse según una serie de caracteres, entre los que puede señalarse la forma del árbol, su altura, el tamaño, el color del follaje y la adaptación que presenta a las condiciones de clima en donde surgió como híbrido natural. De esta manera, es posible agrupar a los distintos tipos botánicos en razas o variedades botánicas: Mexicana, Guatemalteca y Antillana (CAUTÍN, 1996).

2.3. Características de la variedad

La variedad Hass se originó de una semilla sembrada en el sur de California; pertenece a la raza guatemalteca y por ello se ve muy afectada por las heladas resistiendo sólo -1.1 °C (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991).

Es una variedad con mejor comportamiento productivo, es menos añera como huerto y presenta un índice de precocidad interesante, lográndose cosechas al segundo o tercer año (CAUTÍN, 1996).

En general, es un árbol de desarrollo mediano, con crecimiento piramidal, de acuerdo con ello se le puede plantar a distancias medias, pero considerando su precocidad es posible trabajar en altas densidades (CAUTÍN, 1996). Florece desde mediados o hacia fines de primavera, con una duración de tres meses (CAUTÍN, 1996).

El fruto es de forma piriforme, su cascara es gruesa, algo rugosa y ennegrece a medida que madura (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). La cosecha se puede prolongar durante 11 meses a partir de julio, en los huertos de maduración más temprana, en zonas cálidas como la IV Región (MAGDAHL, 1998).

Su calidad organoléptica es de excelencia, pudiendo alcanzar un contenido de aceite entre 15 a 20 %, su producción puede alcanzar como promedio 12 ton/ha después de seis a ocho años de plantado (CAUTÍN, 1996), aunque según WOLSTENHOLME Y WHILEY (1998), el potencial productivo sería de más de 30 toneladas por hectárea.

2.4. Ciclo fenológico del palto cv. Hass para la zona de Quillota

2.4.1. Desarrollo vegetativo

Según TAPIA (1993), el desarrollo vegetativo presenta dos períodos de crecimiento claramente definidos. El primero de ellos, de mayor intensidad, ocurre en primavera desde el 7 de septiembre hasta el 21 de diciembre, presentando su "peak" desde el 26 de octubre hasta el 9 de noviembre; el segundo crecimiento, ocurre en otoño entre el 29 de marzo y el 17 de mayo, presentando su "peak" desde el 26 de abril hasta el 3 de mayo.

La menor intensidad del segundo "flush" de crecimiento puede deberse a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles a dicha fecha, en comparación a temprano en la temporada cuando ocurre la brotación de primavera

donde los niveles llegan a sus máximos, coincidiendo con el inicio del crecimiento en esta fecha (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1989).

2.4.2. Desarrollo radicular

Según TAPIA (1993), el desarrollo radicular presenta aparentemente dos períodos de crecimiento. El primero, de mayor magnitud, comienza el 28 de octubre finalizando el 3 de febrero, seguido de un período de estabilización hasta el primero de marzo; posteriormente se registra un leve aumento hasta el 17 de marzo, para descender a niveles muy bajos el 13 de mayo.

Según WHILEY et al. (1987), el crecimiento de la raíz de los paltos está determinado principalmente por la temperatura del suelo, no obteniéndose crecimiento significativo con temperaturas de suelo menores a 13 °C.

Según TAPIA (1993), el descenso que ocurre desde mediados de enero hasta febrero puede deberse a la competencia que se establece entre el desarrollo de los frutos y el crecimiento vegetativo, en desmedro del crecimiento radicular, según lo mencionado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1990), quienes indican que en general la fructificación tiene un fuerte efecto en la división de asimilados y tiende al antagonismo con el crecimiento vegetativo y muy especialmente con el radicular.

El inicio del crecimiento radicular, coincide con el "peak" del crecimiento vegetativo, pero al disminuir este último, el aumento de las raíces se hace considerable, para llegar a su "peak" cuando el crecimiento vegetativo es mínimo (TAPIA, 1993).

De lo anterior, se desprende que la interacción entre el crecimiento vegetativo y radicular se debe, por una parte, a un equilibrio y fluctuación nutricional (de reservas, especialmente carbohidratos); y por otra, a la temperatura ambiente y de suelo para el crecimiento vegetativo y radicular, respectivamente (TAPIA, 1993).

En cuanto a la distribución de raicillas en profundidad, el 80% se distribuye entre 0-30 cm de profundidad y el 20% entre 30-60 cm; es decir, el desarrollo resulta ser superficial (WOLSTENHOLME, 1987; TAPIA, 1993; TORO, 1995).

2.4.3. Desarrollo reproductivo

2.4.3.1. Morfología de la flor e inflorescencia

La flor del palto es actinomorfa y hermafrodita, compuesta por 9 estambres fértiles y un ovario sésil con estilo alargado, pequeña de 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando está completamente abierta, de color amarillo verdoso y densamente pubescente. Las flores van dispuestas en una inflorescencia (GARDIAZÁBAL, 1998).

La inflorescencia del palto corresponde a una panícula, lo cual quiere decir que se trata de una inflorescencia compuesta en que los pedicelos van decreciendo de tamaño en dirección acropétala, tomando un aspecto piramidal. Se dice que es un racimo de racimos (VILLALOBOS, 1982).

Las yemas florales del palto son generalmente mixtas, con inflorescencias indeterminadas y eventualmente existen yemas determinadas, en este caso, los

crecimientos vegetativos ocurren sólo por el desarrollo de una yema lateral, ya que la yema apical del eje central corresponde a una flor (GARDIAZÁBAL, 1998).

Las yemas florales se originan a partir de yemas terminales y subterminales del crecimiento de la temporada anterior (SCHROEDER.1951).

2.4.3.2. Floración

El palto tiene un comportamiento floral único, que puede ser definido como dicogamia del tipo protógina de sincronización diurna. La dicogamia indica que las partes femeninas y masculinas maduran a destiempo. La sincronización es diurna, cada árbol es funcionalmente masculino en una parte del día y funcionalmente femenino en la otra parte. Finalmente, la dicogamia es del tipo protógina, ya que en la flor, el pistilo madura antes que los estambres (BERGH, 1969).

Según TAPIA (1993), el período de floración del palto cv. Hass para la zona de Quillota, en cuanto a la apertura floral, se produce entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, compitiendo con el "flush" vegetativo de primavera y en ausencia de un alto crecimiento radicular.

2.4.3.3. Cuaja y caída de frutos

Según TAPIA (1993), la caída de frutos en número para el palto cv. Hass para la zona de Quillota, se concentra entre el 16 de noviembre y el 22 de diciembre,

siendo ésta un mes después de la floración. Posteriormente, se produce una leve caída entre el 2 de marzo y el 13 de abril, siendo significativamente importante en cuanto a su peso.

Los frutos de palto que fracasan en la cuaja pueden dividirse en dos grupos, aquéllos provenientes de flores en las cuales ocurrió polinización, pero fracasó la subsecuente fertilización y aquellos frutos provenientes de flores en las cuales la polinización y fertilización ocurrieron, resultando en un embrión normal y semillado (LOVATT, 1994).

El principal problema en el palto es la caída de fruta post polinización, coincidiendo ésta con los "flushes" vegetativos. Si el árbol es excesivamente vigoroso, el brote indeterminado pasa a competir fuertemente con la cuaja de los frutos. Controlando el vigor de la brotación de primavera y de otoño, es posible reducir la intensidad de la competencia y así disminuir la caída de fruta, obteniéndose una mayor producción (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1990).

2.4.3.4. Desarrollo del fruto

CHANDLER (1962), citado por TAPIA (1993), señala que el fruto del palto presenta una curva de crecimiento simple sigmoidea. Durante toda la temporada, hay un continuo proceso de división celular, en cambio, el tamaño de las células se mantiene relativamente constante esto a diferencia de los frutos de las especies de hoja caduca, donde la división celular cesa en cierto punto y el crecimiento posterior es exclusivamente por elongación celular.

Según TAPIA (1993), desde el 22 de marzo hasta el 13 de abril el diámetro ecuatorial tiende a estabilizarse, aunque conserva siempre su crecimiento. Por su parte, el diámetro polar muestra una relativa estabilización, conservando también su crecimiento, entre el 6 y el 26 de abril.

2.5. Situación actual del cultivo

Tradicionalmente en Chile y el mundo, las distancias de plantación para huertos de baja densidad, plantados en cuadrado, han fluctuado entre 11 y 14 m para variedades de árbol grande y expandido (cv. Fuerte), 9 y 12 m para variedades intermedias (cv. Hass) y 6 a 9 m para aquellas menos vigorosas y extendidas (cvs, Bacon y Edranol) (RAZETO, 1996).

Los productores de Sudáfrica han considerado que el tamaño final de un árbol de palto es el determinante de la distancia de plantación inicial, por lo que los huertos se han convertido en cavernas impenetrables a la luz lo que ha generado superficies improductivas dentro y entre los árboles (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

Se debe considerar que el tamaño que los árboles-tendrán en su estado adulto depende de factores dentro de los cuales se encuentran el clima, el suelo, la variedad, precocidad que se desea en la producción y el manejo del huerto (CAUTÍN, 1996).

Actualmente, todos los productores de palta del mundo, se enfrentan al mismo problema: el control del tamaño de sus árboles, los cuales no dejan de crecer, se topan unos con otros, pierden superficie productiva y se desarrollan desmesuradamente en altura, disminuyendo finalmente su vigor y productividad (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

Estos huertos presentan la característica de tener árboles de gran tamaño, con el centro prácticamente vacío y con exagerados largos de rama, los que producen derivaciones hacia la periferia, reduciéndose cada vez más el diámetro de las ramas que abastecen la última porción del árbol, sector en donde se ubica la fructificación (Figura 1) (CAUTÍN, 1997). Así, la superficie productiva se encuentra en la parte alta del árbol y cada vez más alejada de su centro (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

Una planta con cierta debilidad estará más propensa a sufrir problemas por daño de sol en sus maderas, tanto de estructura como de producción directa, y daño por heladas. Su debilitamiento obliga a las estructuras productivas a desarrollar lentamente el calibre de los frutos y, luego que fructifican, a presentar una tendencia más hacia el descanso del ciclo productivo (CAUTÍN, 1997).

Según CUTTING (1993), los problemas de calibre en el cultivar Hass se agravan a medida que el árbol aumenta de tamaño, edad y complejidad, lo que está asociado a una reducción en la tasa de crecimiento o vigor de ramillas y ramas principales.

Si se analiza el porcentaje de fruta que puede embalarse dentro de la ventana de exportación, en huertos que superan los 10 años, se encuentra que gran parte de

ella tiende a desarrollar sus calibres hacia los meses de verano, destinándose un porcentaje importante para mercados alternativos o para el mercado interno (CAUTÍN, 1997).

EL alto costo de la tierra, el desarrollo y las actividades culturales obligan a los productores a obtener las mayores cosechas posibles durante los primeros años de producción, por lo que actualmente, en la plantación de todo huerto nuevo, los productores están preocupados de:

- lograr rápidamente el punto de equilibrio
- lograr rápidamente la producción óptima
- mantención anual de la producción óptima
- lograr una larga vida económica del huerto (KÓHNE, 1998).



FIGURA 1. Huerto con problemas de emboscamiento.

2.5.1. Aproximación a la solución

2.5.1.1. Distancias de plantación

Para cumplir con los requerimientos actuales del cultivo, es necesario realizar plantaciones de alta densidad, logrando así un temprano punto de equilibrio y producción óptima. Plantaciones de aproximadamente 400 árboles por hectárea son recomendadas (KÖHNE, 1998).

Una distancia excesiva redundará en menores rendimientos y, por el contrario, una mayor densidad, si bien puede determinar mayores rendimientos en los primeros años, rápidamente traerá problemas de iluminación de los árboles, con baja en la producción y tamaño de la fruta, unida a mayores dificultades en el manejo de los árboles y en el paso de maquinaria (RAZETO, 1996).

Considerando estas distancias de plantación, se debe realizar algún tipo de manejo que permita controlar el tamaño de los árboles, de lo contrario, éstos comienzan a toparse al sexto o séptimo año, debido a que la tasa de crecimiento anual promedio de los brotes es de 60 centímetros (CALABRESE, 1992).

Según KÖHNE (1998), para establecer plantaciones más intensivas sin acelerar el emboscamiento, se debe plantar los árboles en forma rectangular, permitiendo que la luz penetre y alcance la base del árbol; plantar los árboles lo más cercanos unos a otros en dirección Norte/Sur y prevenir que la parte alta del árbol se ensanche más que la base para no impedir la penetración de luz. Para la variedad Hass, se

recomienda distancias de 6 x 3.5 m a 7 x 3.5 m, dependiendo del tamaño esperado.

Se ha demostrado que la plantación en rectángulo es más eficiente en el aprovechamiento del espacio y de la radiación solar, con mayores rendimientos por unidad de superficie, o mejor aun por unidad de follaje (RAZETO, 1996).

La necesidad de la entrehilera es principalmente para optimizar la utilización de la luz por la copa del árbol. La distancia entre las hileras debe ser tal que la altura del árbol no sea mayor al 70 % de esta distancia (KÖHNE, 1998).

2.5.1.2. Control del tamaño

Dentro de las herramientas más utilizadas para controlar el tamaño de los árboles en huertos nuevos, plantados en alta densidad, se encuentran las aplicaciones foliares, inyecciones al tronco o aplicaciones al suelo de reguladores de crecimiento como paclobutrazol, lo que según BOWER y CUTTING (1992), aumentaría el potencial de una pobre condición en postcosecha, y monitoreo cuidadoso del nivel foliar de nitrógeno (CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME, 1994). Tratamientos que, a su vez, participan en la reducción de la competencia entre el crecimiento vegetativo y reproductivo favoreciendo la cuaja (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1998).

Otra alternativa para huertos en alta densidad es la plantación semipermanente, en que inicialmente se tiene un elevado número de árboles, el cual se va reduciendo

mediante el arranque de un determinado porcentaje a medida que ellos van creciendo y ocupando el espacio. En California, se ha utilizado para la var. Hass, una plantación inicial a 6 x 6 m, con 277 árboles por hectárea. El primer aclareo o raleo se realiza cuando los árboles comienzan a tocarse, aproximadamente a los 8 años de edad. Se quita un árbol de cada fila alternativamente, quedando 138 árboles por hectárea (RAZETO, 1996).

Después de cuatro años, aproximadamente, se hace el segundo raleo. Cada 4 hileras se sacan todos los árboles en ambos sentidos, quedando 76 árboles, a la distancia definitiva de 12 x 12 m (RAZETO, 1996).

Estos sistemas de plantación semipermanente basan su éxito en el oportuno arranque de los árboles que se deben eliminar. Cuando se retrasa el aclareo, la producción decae fuertemente, debido a que los árboles dejan de fructificar en la parte baja e inferior por falta de luz (RAZETO, 1996).

Según BENDER (1994), no sería necesario el segundo ni tercer raleo, debido a que éste no detiene el crecimiento de los árboles que quedan. Cosechar estos árboles es lento y el costo de la labor puede ser muy alto; por otro lado, se transforma en una labor peligrosa para el operario, y el control de plagas y enfermedades es caro y dificultoso.

Es así, como por muchos años, se ha intentado paliar el problema mediante el raleo de la mitad de los árboles, doblando el espacio asignado para cada árbol que permanece en el huerto (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995), exigiéndole más trabajo a cada planta para mantener ritmos productivos y la calidad comercial que

el mercado requiere (CAUTÍN, 1997). Sin embargo, esta drástica medida sólo logra mantener los árboles sin toparse por algunos años, al cabo de los cuales se enfrenta nuevamente el mismo problema. Finalmente, después del tercer raleo, se tienen árboles demasiado grandes y una muy baja densidad de árboles por hectárea (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995; STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995; SNIJDER y STASSEN, 1995; STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998). Por este motivo, en la actualidad se está prefiriendo la plantación permanente, acompañada con la realización oportuna de poda (RAZETO, 1996).

Otra alternativa utilizada ha sido el rebaje de árboles hasta la base de las ramas madres (BENDER, 1994), dejando una estructura de 1,5 m, aproximadamente, pero el rebrote es tan vigoroso que difícilmente empiezan a producir fruta al segundo año y, al igual que con el raleo, llenan rápidamente el espacio hasta sombrearse (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

La labor de rebaje se realiza a fines de invierno. Esta labor provoca que las yemas laterales de las ramas madres abran y den origen a brotes muy vigorosos. De las ramas que se originan, se seleccionan aquéllas mejor ubicadas y, después de uno o dos años de crecimiento, si su vigor es excesivo, pueden anillarse con el fin de inducir una entrada en producción más rápida (RAZETO, 1996).

El rebaje se puede realizar hilera por medio y luego que las hileras producen se rebajan las hileras restantes, lo que no es recomendado, debido al sombreamiento causado por los árboles sin tratamiento. Un método más adecuado sería realizar la labor de rebaje cada dos hileras, sin embargo, el espacio se ocupa nuevamente al cabo de 2 años y en ambos casos se dificulta el manejo del riego (BENDER, 1994).

La utilización de patrones enanizantes podría ser una alternativa, no obstante, este es un tema aún poco investigado. Existen algunas selecciones israelíes de raza antillana. En México, se ha trabajado con un portainjerto llamado Colín V-33, el cual puede reducir el tamaño del árbol, dependiendo de la variedad injertada, entre un 32 a un 68% respecto de la variedad injertada en un portainjerto tradicional. Si no se desea un tamaño tan pequeño, se le puede utilizar como injerto puente (FICHET, 1996). Es posible que con el uso de patrones clónales en que esté involucrado el control del vigor, los esquemas de mayor densidad puedan ser más duraderos en el tiempo (CAUTÍN, 1996).

Debido a que varias de las alternativas propuestas para controlar el tamaño no dan soluciones permanentes y a que otras aún se encuentran en un periodo de evaluación, la poda acapara gran interés por parte de asesores y productores, ya que podría constituirse en herramienta fundamental para el manejo de nuestros huertos (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

Según CAUTÍN (1997), la poda de las plantas tanto en formación como en producción, es una necesidad para optar a la mantención de objetivos como el volumen a ofrecer dentro de la ventana de exportación y calidad, expresada como calibre, condición organoléptica y vida de postrecolección.

Si a los árboles se les da una forma determinada y se podan, su eliminación se verá drásticamente reducida o posiblemente eliminada. Las ventajas iniciales de las plantaciones intensivas pueden visualizarse, manteniendo brotes fructíferos productivos mediante el efectivo manejo de la luz. La opción de la eliminación de árboles debe ser usada como medida de emergencia solamente (KÖHNE, 1998).

2.5.1.3. Efectos de la poda

La poda es la operación a través de la cual se elimina parte de la madera del árbol con dos objetivos principales: a) Dar una forma y estructura adecuadas para que el árbol sea capaz de producir fruta de calidad, b) Promover la renovación anual de madera que permita mantener esa producción durante el mayor tiempo posible (RAZETO, 1999).

En general, aunque cada frutal tiene sus particularidades, la poda busca favorecer la iluminación y aireación de todo el volumen del árbol, logrando así una adecuada fotosíntesis, disminución de ataques de enfermedades y evitar el envejecimiento de las plantas (COQUE y DÍAZ, 1996).

La poda es capaz de equilibrar la actividad vegetativa y productiva para conseguir una fructificación regular, mejorar la calidad de fruto y así obtener los máximos rendimientos económicos. Por otro lado, mantiene reducido el volumen, la altura y la madera permanente facilitando las labores de cultivo y recolección; además, permitiendo las plantaciones en alta densidad (COQUE y DÍAZ, 1996).

Como especie, los paltos presentan características que hacen posible intervenir con podas y obtener excelentes respuestas productivas a corto plazo (CAUTÍN, 1997). Sin embargo, se debe tener presente que la poda debe ajustarse lo mejor posible a la tendencia vegetativa de cada especie y variedad (COQUE y DÍAZ, 1996).

Según CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME (1994), la poda es capaz de aumentar la complejidad en un árbol de palto, dependiendo esto tanto de la zona del corte como de la época en que se realice. Esto sería beneficioso, ya que el aumentar la complejidad en árboles jóvenes, aumenta la cantidad de sitios productivos maximizando las ventajas de precocidad y alta densidad.

Se ha visto que en paltos, sería posible maximizar la cosecha de luz mediante la poda (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995), generar el material productor más adecuado, reciclaje constante de madera, manipular el tamaño de la planta, dar una estructura de soporte a la producción, generar centros de producción, atenuar el efecto de añerismo, mejorar la vida de post recolección y mejorar calibre (RAZETO, 1999), lo que finalmente redundaría en una mejor calidad de fruta (CAUTÍN, 1997)*.

La intercepción lumínica y la distribución de la luz a través de la copa del árbol interviene sobre la fotosíntesis, transpiración y los gradientes de humedad foliar, por lo cual, es un factor importante en la productividad, tamaño y color de la fruta, contenido de sólidos solubles y aprovechamiento del agua por el árbol (JOHNSON y LAKSO, 1991).

Según JOHNSON y LAKSO (1991), la expresión más adecuada para establecer la eficiencia productiva sería la producción de fruta por unidad de intercepción lumínica sobre la copa del árbol.

*CAUTIN, R. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1997. Comunicación personal.

Según LAKSO *et al.* (1989), el manejo sobre la forma del árbol tiene como objetivo la obtención de una distribución uniforme de la luz en su copa. Para ello han propuesto, en manzano, la utilización de una forma relativamente similar a la natural de la especie, con pequeñas aperturas en el follaje y aperturas permanentes sobre un árbol limitado en su crecimiento como lo sería en un sistema de producción en seto.

Finalmente, los autores proponen una combinación de ambas ideas, realizando aberturas en algunos sectores del árbol y dejando crecer naturalmente el resto de la copa, con el propósito de obtener una adecuada iluminación de los árboles y una reducción en el tiempo de la labor.

Las diferentes partes de la planta difieren en sus requerimientos de luz solar, pero para funcionar normalmente, necesitan entre un 30 a un 50% de la luz solar disponible. Cuando el requerimiento mínimo no se satisface, habrá ineficiencia, retardo y posteriormente muerte de la zona afectada (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995; KÖHNE, 1998).

Mediante el despunte de ramas hacia brotes laterales y fuertes se puede alcanzar la mínima penetración lumínica requerida por la planta para su adecuado desarrollo (30 %). Incluso, se ha logrado la obtención de niveles superiores al 58 %, nivel que disminuye a un 11 % durante la estación de crecimiento. A través de un adecuado manejo de poda, durante el verano, es posible recuperar los niveles hasta un 40 % (SNIJDER y STASSEN, 1995).

La mayor penetración de luz mejora la inducción y diferenciación de yemas florales, aumenta la floración y cuaja de frutos y evita la muerte prematura de ramillas (RAZETO, 1999).

Según JACKSON (1986), la poda estimularía la iniciación de yemas florales, ya que habría un mayor ingreso de luz hacia el interior de la copa del árbol estimulando el crecimiento de un mayor número de brotes por lo que aumentaría el número de yemas florales.

Según estudios realizados en Sudáfrica, mediante una poda selectiva se aumentaría el tamaño de fruto al igual que la concentración de Ca, Mg, K y P. Esto último mejoraría la vida postcosecha, debido a que se ha demostrado que bajas concentraciones de calcio, lo que va asociado a un alto vigor, induciría a desórdenes fisiológicos y una pobre condición de postcosecha. Por otra parte, habría una relación positiva entre vigor, ácido indolacético (AIA) y la concentración de calcio y, entonces, crecimientos activos serían exportadores de AIA y consecuentemente grandes acumuladores de calcio (BOWER y CUTTING, 1992).

Por lo tanto, en vez de controlar el tamaño mediante productos químicos, debido a que éstos aumentan el potencial de una pobre condición en postcosecha (BOWER y CUTTING, 1992), lo recomendable sería la poda, lo que concordaría con la actual tendencia al manejo orgánico (CAUTÍN, 1997)*.

Con respecto a la cuaja de frutos, LOVATT (1994) afirma que es posible

* CAUTÍN, R. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1997. Comunicación personal.

aumentar la cuaja de frutos mediante la reducción del crecimiento vegetativo a través de la poda, durante el periodo crítico de retención de fruta.

Según estudios de BOWER y CUTTING (1992), la poda del crecimiento de primavera aumentaría la cuaja y calibre de fruta, sin embargo, incrementaría la caída de fruta del mes de enero.

Un árbol sin poda produce gran cantidad de fruta pequeña. Al podarlo, la fruta queda mejor distribuida dentro de la copa del árbol permitiendo que más luz y nutrientes lleguen a la fruta, por lo que mejora el calibre (JACKSON, 1986).

La importante masa radical que presentan los árboles sanos y equilibrados es una fuente de producción de compuestos fitohormonales con mayor importancia en citocininas, las que son responsables, dentro de la fisiología general de la planta, de la dinámica división celular que sufren los tejidos que se constituirán en futuros órganos y estructuras. En relación con la poda, son responsables de la brotación numerosa y del vigor que presentan las plantas luego del estímulo de corte de material vegetal (GROCHOWSKA et al., 1984).

Existe abundante evidencia de que la poda sería una medida efectiva cuando producto de una excesiva carga frutal, atraso en la cosecha, condiciones climáticas o mal manejo, se produzca una disminución de fotoasimilados con el consecuente inicio de una alternancia productiva (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1998; GALÁN, 1990).

Al utilizar la poda como medida para contrarrestar la alternancia productiva, ésta debería ser distinta según se trate de un año de alta o baja producción. Por ejemplo, en especies que fructifican sobre ramillas de un año (duraznero, naranjo, olivo, palto), la poda se debería efectuar con mayor intensidad en el invierno o primavera que sigue a una mala cosecha (RAZETO, 1999).

En general, la poda severa de una zona del árbol provoca el desarrollo de pocos brotes, pero vigorosos. La poda ligera produce muchos brotes débiles (COQUE y DÍAZ, 1996).

En cualquier investigación sobre poda de palto es importante la decisión respecto de dónde cortar, debido a que un gran porcentaje de yemas laterales abscicionan al año; sin embargo, las yemas que se encuentran en el anillo de crecimiento permanecen viables (CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME, 1994).

Según CALABRESE (1992), debido a la caída de yemas axilares que presenta el palto, si se corta la parte distal de las ramas con el fin de provocar una ramificación lateral, la respuesta vegetativa es pobre. Por lo tanto, las técnicas de poda que tratan de detener el crecimiento apical provocando el espesamiento de la vegetación en la parte central de la copa no suelen tener demasiado éxito.

Según estudios de CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME (1994), la poda durante en "flush" vegetativo y bajo el anillo de crecimiento reduce el vigor, debido a que para esta época un gran número de yemas laterales han abscionado y en parte producto de un mecanismo fisiológico aún desconocido.

Durante el periodo juvenil de la planta, la expansión de su sistema radical es superior a la de la parte aérea y, dado que desde un punto de vista económico es fundamental acelerar la entrada en producción, resulta necesario sólo suprimir la madera indispensable. Esto se debe a que la supresión de ramas trae consigo la disminución en el número de hojas, lo cual incide negativamente en el desarrollo de la raíz y, por lo tanto, se retrasa la formación de la copa y la entrada en producción (COQUE y DÍAZ, 1996).

En los frutales de hoja persistente, se recomienda que los cortes en la fase de formación del árbol sean moderados; de lo contrario, se prolonga en demasía el estado vegetativo de los árboles (RAZETO, 1999).

En relación a la época en que se efectúa la poda en frutales de hoja persistente, se recomienda realizarla, por lo general, previo a la brotación y floración de primavera. Efectuada en esta época, la poda promueve el crecimiento de brotes y mejora la calidad de las flores. Cuando se desea reducir el crecimiento de árboles excesivamente vigorosos, se puede podar a fines de primavera o comienzos del verano, eliminando material en plena actividad (RAZETO, 1999).

En general, la poda de invierno es la técnica utilizada para la formación de los árboles. Es vigorizante y retrasa la entrada en producción, motivo por el cual se emplea preferentemente en huertos de baja densidad, donde se requieren árboles fuertes y de gran tamaño. Por su parte, la poda de verano, cumple los mismos objetivos que la poda de invierno, sin embargo, es más debilitante y por esto se utiliza principalmente en plantaciones de alta densidad (RAZETO, 1999).

La poda de verano asegura de mejor forma que suficiente luz llegue al interior de la copa, permitiendo la iniciación de yemas florales no sólo en partes periféricas del árbol (KÖHNE, 1998).

La poda de verano es fácil y debe realizarse dos o tres veces en la temporada. En esta época, también se puede realizar el despunte de las ramas hacia brotes laterales. En caso de que los árboles se encuentren en su fase improductiva, es posible realizar un manejo de poda para dar forma al árbol hacia finales del verano, (SNIJDER y STASSEN, 1995).

Luego del manejo de poda, es posible que se generen brotes vigorosos (CALABRESE, 1992). Con la idea de controlar este crecimiento vegetativo y de generar flores en la temporada siguiente, se han propuesto manejos como el anillado o la aplicación de reguladores de crecimiento como el paclobutrazol, a fin del verano siguiente (febrero o marzo) (CHAHUÁN, 1996).

2.5.1.4. Mecanismos de poda implementados

En los sistemas de alta densidad, será inevitable el emboscamiento con la consecuente reducción en la intercepción lumínica, disminución en la cosecha y pérdida de calidad de la fruta. Los productores han reaccionado con una serie de estrategias como poda mecánica de caras y podas para contener el desarrollo vegetativo y abrir la copa del árbol (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1998).

El país con más experiencia en cuanto a poda es Israel, donde cerca del 70 % de las plantaciones se manejan con podas anuales. Proponen, para palto cv. Hass, una distancia de plantación inicial y definitiva de 6 por 4 m, en hileras orientadas Norte - Sur (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

STASSEN, DAVIE y SNIJDER (1995) y KÓHNE (1998) proponen un sistema de producción en seto, recomendándose la forma piramidal de los árboles.

Estas plantaciones se manejan sin raleos posteriores, controlando el tamaño de los árboles con podas anuales entre las hileras. En general, la poda se realiza recortando ramillas por ambos lados de la hilera dejando 2 a 3 m libres entre las paredes de producción (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995). A veces, esta operación se hace alternadamente, podando un año un lado y el siguiente el otro (RAZETO, 1996).

Entre árboles contiguos de una misma hilera no se realiza poda alguna, con lo cual cada árbol pierde su individualidad y pasa a formar parte de un seto de producción. La poda entre las hileras la realizan después de la cosecha con maquinaria especializada, lo cual disminuye en forma importante los costos de la labor (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

La poda mecánica se realiza normalmente después de la cosecha para evitar pérdida de fruta y aun lograr la ventaja de una buena penetración de luz para la siguiente temporada. Sin embargo, en cultivares tardíos como Hass no sería recomendable, ya que nos encontraríamos con fruta en crecimiento (KÓHNE, 1998).

La altura de los árboles se mantiene de 6 m, con cortes todos los años o año por medio (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995). Este es un corte horizontal, de manera de bajar la altura del árbol y lograr su plena iluminación, haciendo rebrotar sectores inferiores de la planta y recuperar con ello superficie productiva (CAUTÍN, 1997).

STASSEN, DAVIE y SNIJDER (1998) proponen la poda hacia una forma piramidal justo después de la cosecha dándole continuidad a esta forma mediante podas selectivas durante el verano.

Podando ramas delgadas y ramillas bien iluminadas, se aumenta la brotación lateral de éstas, obteniéndose finalmente un alto número de ramillas débiles altamente productivas (CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME, 1994).

Se recomienda evitar podas severas, ya que de esta manera se estimula una rebrotación muy vigorosa. Esto determina que el adaptar un huerto emboscado a un sistema de conducción en seto implica un trabajo de por lo menos dos años. El primer año se corrige la forma de los árboles; al segundo año, se poda para aumentar la brotación lateral y el tercer año comenzaría la fase más productiva (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

Otra de las propuestas israelitas consiste en podar entre el 25 a 33% de las ramas principales todos los años. Después de realizar el corte, se producen nuevos crecimientos que se deben anillar para adelantar su entrada en producción. Este manejo provoca una redistribución de los nutrientes en el árbol redundando en un mejor calibre. Al año siguiente de la primera poda, se corta otro 25 a 33% de las

ramas que no fueron tratadas anteriormente y lo mismo al tercer año; de esta manera, al cabo de tres años, se tendrá ramas que ya fueron anilladas con fruta, ramas podadas el mismo año sin producción y ramas que ya fueron anilladas y que se encuentran en pleno crecimiento (GARDIAZÁBAL, 1998)*.

En California y Nueva Zelandia se está trabajando con la poda de ramas interiores, abriendo el centro de los árboles para que entre luz e intentando tener un mayor número de frutos por rama. Con este sistema, los árboles mantienen su individualidad y su forma esférica (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

En presencia de severos problemas de emboscamiento, SNIJDER y STASSEN (1995) proponen una poda severa de caras alternas, y una rebaja en altura cuando sea posible. Las otras hileras son podadas suavemente.

Si no se desea incurrir en medidas tan drásticas, los mismos autores proponen una suave poda dando forma a todos los árboles. Se eliminan solamente unas pocas ramas que son las que causan el mayor problema. Se seleccionan tres o cuatro ramas con crecimiento erecto y las otras son eliminadas desde su base. Se recomienda eliminar oportunamente los crecimientos vigorosos, de manera que el árbol no pierda energía en su crecimiento, y los brotes superiores que causen sombreamiento al árbol.

Otro sistema de poda consiste en que antes que los árboles pierdan sus lados productivos y después de dos a tres años de realizado el primer raleo, se efectúe

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1998. Comunicación personal.

un programa anual de poda selectiva. La idea es podar cada año dos ramas por árbol: la más alta y la más externa. En tres años, este programa establecerá y mantendrá la altura y ancho de los árboles sin ser necesarios posteriores raleos o podas masivas (FRANGÍS, 1994).

Según KÖHNE (1998), los objetivos pueden ser logrados dándole forma temprano al árbol. Un eje central o dos o tres ejes pueden ser utilizados, los que deben desarrollarse verticalmente. Las ramas que se desarrollan en estos ejes no deben ser de mucho vigor (no más de un tercio o la mitad del grosor del eje). Las ramas o brotes de la parte alta del árbol deben ser más débiles que los de la base. Las ramas muy vigorosas o que se encuentran en una posición equivocada deben ser cortadas desde su punto de nacimiento y a través del año deben ser removidos los brotes vigorosos y verticales.

Un sistema de poda utilizado en la zona de Vélez-Málaga, España, consiste en realizar una primera poda en invierno, eliminando ramas secas, débiles o mal situadas, y un despunte a un número determinado de ramas (un 30% app), con la idea de provocar brotaciones fructíferas para el año siguiente. Una segunda poda se efectúa durante primavera-verano, en que se despunta un 30 a 40% de ramas no despuntadas anteriormente, con el objetivo de eliminar parte de la próxima floración y la obtención de brotaciones nuevas que aporten un equilibrio (GALÁN, 1990).

Otra propuesta, aún en periodo de experimentación, es la conducción en eje central, en que se daría forma al árbol en el vivero e inmediatamente después de la plantación se conduciría en eje central o bien se realizaría posterior a un rebaje; esto basado en el hábito de crecimiento de la especie y en el mayor

aprovechamiento de la luz, lo que haría que las plantaciones en alta densidad fueran manejables y que los árboles fueran altamente eficientes (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998; MARTIN y WHITNEY, 1998).

La forma cónica, permitiría una mejor intercepción lumínica por parte de la copa, lo que mantendría la madera productiva (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

Para el manejo exitoso de los árboles en el sistema de eje central se debe considerar que si bien el palto puede ser manipulado, la época, intensidad así como el tipo de cortes realizados generarán reacciones. De modo que los árboles deben crecer bastante para generar material estructural durante la época de formación (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

En el vivero el árbol debe desarrollarse lo más posible seleccionando una firme rama de manera de generar ramas verticales. Si el árbol de vivero tiene una estructura no adecuada de crecimiento, ésta debe ser corregida mediante una poda. Las ramas laterales que posean más de un cuarto del diámetro del eje deben ser inclinadas o podadas en un 50 % a una yema o brote lateral. Las ramas de más de la mitad del diámetro del eje, deben ser podadas en su base. Las ramas laterales deben ser despuntadas a 20 cm para estimular la emisión de brotes laterales (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

Se debe remover oportunamente ramas mal ubicadas especialmente aquellas con ángulos de inserción demasiado agudos; a su vez deben eliminarse ramas que estén muy a la base de manera de no intervenir con las prácticas de cultivo como

el riego durante el primer invierno. También se deben remover aquellas ramas que estén demasiado juntas (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

El manejo posterior del árbol considera el despunte de ramas hacia un brote lateral horizontal teniendo en mente las limitaciones en el ancho del árbol y de la forma piramidal (STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1998).

En cuanto al manejo de la fruta en estos árboles jóvenes, STASSEN, DAVIE y SNIJDER (1998), consideran que se debe dejar en estos árboles unos 80 frutos por árbol. A un diámetro de fruta de 30 mm, se debe realizar un raleo de fruta mediante una poda de manera de no exceder el potencial del árbol y producir de esta forma fruta con un calibre aceptable.

La poda en plantaciones de alta densidad, puede realizarse de forma manual, con tijeras o serrucho, o mecánicamente. Si el costo de la mano de obra lo permite, es preferible la poda manual pues es selectiva y dirigida. La poda mecánica es rápida pero no discrimina sobre el material que corta. En ambos casos, la poda debe ser suave y solamente dirigida a madera delgada, de lo contrario se producirá una baja ostensible en la producción y una gran emisión de brotes vigorosos (RAZETO, 1996).

DAVIE et al., (1995), recomiendan realizar los cortes de poda sólo en una parte del total de las ramas del árbol para así evitar un desequilibrio con el sistema radicular.

La idea es obtener un crecimiento que pueda regularse e inducirse a flor, de lo contrario, se podría pasar un tiempo improductivo, con la desventaja que el crecimiento vegetativo podría ser excesivo y con ello el huerto se emboscaría al poco tiempo. Es absolutamente necesario establecer un equilibrio entre la parte vegetativa y reproductiva, para reiniciar un ritmo de fructificación constante y de calidad, basado en la reiluminación de los huertos (CAUTÍN, 1997).

Con la poda, se atiende en gran parte a las necesidades que el cultivo tiene hoy en día, es decir árboles de un tamaño regulado, con tendencia a la cosecha temprana de frutos, asegurando el trabajo de plantas que puedan sustentar producciones más estables en el tiempo (CAUTÍN, 1997).

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Localización geográfica de los ensayos:

Los ensayos 1 y 2 se realizaron en la Estación Experimental "La Palma", perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, en el Valle de Aconcagua provincia de Quillota (32° 50' LS y 71° 13' LW), V Región, Chile.

El valle posee un clima templado cálido con lluvias invernales que dan un promedio de 400 mm anuales; las fechas probables de ocurrencia de heladas varían entre el 16 de mayo y 13 de agosto. El promedio de horas frío es de 546 horas con temperaturas inferiores a 7°C. La temperatura media en el periodo estival fluctúa entre 18° y 23°C (NOVOA et al., 1989).

Las características edáficas corresponden a la serie "La Palma", es de tipo sedimentario, profundo de origen coluvial, formado a partir de sedimentos graníticos de los cerros, substrato constituido por gravas o piedras con material intersticial y suelo que le otorgan una permeabilidad moderada y buen drenaje.

3.2. Descripción de los ensayos:

3.2.1. Descripción del ensayo 1

El ensayo 1 se realizó en el área 16 de frutales, según la sectorización de la Estación Experimental "La Palma"; los árboles corresponden a la variedad Hass injertados sobre patrón franco cv. Mexícola, sin polinizante, regados por goteo, plantados a 6 x 4 m el año 1997 con orientación norte- sur.

El ensayo cuenta con un total de 32 árboles los que se encuentran distribuidos al azar en cuatro módulos (1, 2, 3 y 4), constituidos por 8 plantas cada uno, que a su vez se encuentran distribuidos en 2 hileras de 4 plantas cada una.

En cuanto al riego, los árboles poseen un sistema de riego por goteo. Inicialmente a cada árbol le correspondieron dos goteros de 4 lt de caudal ubicados a 40 cm a cada lado del tronco. En el mes de enero de 2000 se aumentó el número de goteros a cuatro. El riego se realiza según las condiciones hídricas del terreno utilizando un barreno.

En relación a la fertilización, se aplicó durante febrero de 1999, 180 gr de urea por árbol en tres parcialidades y nitrato de amonio a una dosis de 15 gr por árbol.

La selección de las plantas tuvo lugar durante el mes de enero de 1999 considerando criterios de homogeneidad en cuanto a vigor y sanidad.

3.2.2. Descripción del ensayo 2

El ensayo 2 se realizó en el área 19 de frutales, según la sectorización de la Estación Experimental "La Palma"; los árboles corresponden a la variedad Hass injertados sobre patrón franco cv. Mexícola, con polinizante cv. Edranol, riego por microaspersión, plantados a 5 x 5 m el año 1995, con orientación norte-sur.

El ensayo cuenta con un total de 16 árboles distribuidos al azar en dos módulos (5 y 6), de 8 plantas cada uno que están formados por 2 hileras de 4 plantas cada una. Al ingresar al huerto, en enero, se pudo observar que algunos árboles estaban comenzando a toparse.

El riego se realiza por microaspersión (2 unidades de 36 lt por árbol). El riego se programa mediante el uso de bandeja evaporimétrica Clase A.

En cuanto a fertilización, se aplicó 400 gr de urea por árbol durante enero de 1999 y 300 gr de urea por árbol en el mes de febrero de 1999.

La selección de las plantas tuvo lugar durante el mes de enero de 1999 considerando criterios de homogeneidad en cuanto a vigor y sanidad.

3.3. Descripción de los tratamientos en el ensayo 1:

En el ensayo 1 fueron sometidos a tratamiento de poda durante el mes de enero y mayo de 1999 los módulos 1 y 2; los módulos 3 y 4 no fueron sometidos a este tratamiento y se dejaron como testigo. A cada tratamiento corresponden 16 árboles.

T1 : Árboles testigo T2 :

Árboles podados

Con el objetivo de formar un seto de producción se realizó una primera poda mixta de formación y producción durante el mes de enero, con posterioridad al crecimiento primaveral, eliminando ramas vigorosas de unos 2.5 a 4 cm de diámetro con crecimiento hacia la entrehilera y ramas de vigor medio, de aproximadamente 1.5 cm de diámetro, con crecimiento en el mismo sentido. La poda de las ramas vigorosas se realizó con serrucho o tijeras a partir de la base en aquellos casos en que no se deseaba una respuesta vigorosa de brotación; en los casos en que se deseaba una respuesta más marcada y con el objetivo de renovar y ramificar el material productivo, las ramas se podaron dejando un pequeño tocón de aproximadamente 10 cm de largo.

En general, para el caso de las ramas y ramillas de menor vigor, 1 cm de diámetro app., se procedió a realizar despuntes, durante el mes de enero con la idea de provocar una ramificación de ellas.

Una segunda poda de mantención, se realizó durante el mes de mayo, con posterioridad al crecimiento otoñal, despuntando en su mayoría crecimientos

generados a partir del segundo "flush" de crecimiento con crecimiento a la entrehilera.

Para formar el seto de producción se eliminó con las podas antes descritas un promedio de 50 cm en cada cara del árbol, quedando los árboles con un ancho promedio de 1,1 m (Figura 2) (Anexo 1).

3.3.1. Unidad experimental

Como unidad experimental, se consideró en el ensayo cada árbol evaluado.

3.3.2. Variables a evaluar

3.3.2.1. Peso fresco y peso seco del material podado

Estos parámetros corresponden al peso del material extraído durante la poda con el fin de establecer la cantidad de material vegetativo que es eliminado mediante este sistema de poda. A cada árbol correspondiente al tratamiento T2 se le pesó en fresco el material extraído y posteriormente el peso seco. El peso seco se obtuvo mediante una estufa de secado con extractor a 60 °C por 48 horas. Una primera medición se realizó después de la primera poda y una segunda posterior a la poda de mayo.



FIGURA 2. Árboles de 2 años conducidos en seto con una distancia de plantación de 6 x 4 m (Ensayo 1).

3.3.2.2. Crecimiento en sentido horizontal, altura y perímetro de tronco

Estas variables fueron medidas en ambos tratamientos antes de realizar la poda. Inmediatamente después de realizada la poda, con el fin de determinar las dimensiones iniciales del ensayo, se midió el ancho en el tratamiento T2. A su vez y para conocer el estado final de los árboles, se midieron estas mismas variables en diciembre de 1999. El perímetro de tronco se midió a una altura de 20 cm sobre el nivel del suelo.

Al inicio del ensayo los árboles presentaban en promedio un ancho de 2,2 m, una altura de 2,01 m y un perímetro de tronco de 20,78 cm. Posterior al tratamiento de poda, el ancho promedio de los árboles fue de 1,1 m. Los resultados serán analizados según el porcentaje de crecimiento relativo entre la medición inicial y final.

3.3.2.3. Velocidad de crecimiento vegetativo

Se seleccionaron al azar dentro de cada módulo, de ambos tratamientos, 4 árboles a los que a su vez se les seleccionó al azar la cara este u oeste. Posteriormente se marcaron cuatro brotes por cara, a los que se les fue midiendo, a intervalos de una semana, el crecimiento a partir de la base hasta el ápice.

Las mediciones se iniciaron de acuerdo al ciclo fenológico para la zona de Quillota (TAPIA, 1993), estimándose visualmente el momento oportuno. La primera medición se realizó a partir de fines de marzo de 1999 y la segunda a partir de

principios de octubre del mismo año. La velocidad de crecimiento se determinará de acuerdo a las diferencias de crecimiento en cuanto a longitud, presentadas entre una medición y otra.

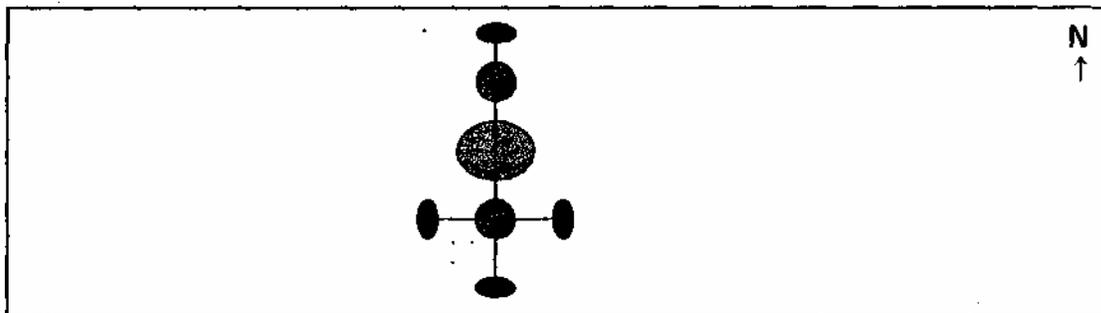
A partir de los resultados de la velocidad de crecimiento relativo se presentará el crecimiento relativo acumulado durante la medición.

3.3.2.4. Densidad de raíces

Con el fin de evaluar el comportamiento radicular en ambos tratamientos se cuantificó la densidad de raíces nuevas en crecimiento con un barreno de anillos de un volumen de 173.4 cc.

Considerando la profundidad a que se encuentran las raíces de palto y a que su crecimiento se encuentra en los sectores de aporte hídrico; la medición se realizó a 30 cm de profundidad, obteniéndose las muestras a 30 cm del emisor según la figura 3.

FIGURA 3. Muestreo de raíces activas para el ensayo 1.



Por otra parte en cada muestra se contabilizó el número total de raíces activas (DUGO, 1996) y la cantidad de raíces por categoría de diámetro según el Cuadro 1.

CUADRO 1. Categorización de raíces según diámetro.

Categoría	Diámetro
Muy pequeñas	menores a 0.5 mm
Pequeñas	0.5 a 1.3 mm
Medianas	
Grandes	1.3 a 2.2 mm

CAUTÍN *et al.*, (1998), citado por WIEGAND, (1999).

Considerando el ciclo vegetativo del palto para la zona de Quillota, se realizó una primera medición a fines de mayo de 1999 y una segunda medición a mediados del mes de enero de 2000.

3.3.2.5. Número de frutos por árbol

Esta medición se efectuó el 27 de mayo de 1999 y se contabilizó el número total de frutos en ambas caras, este y oeste, de todos los árboles en estudio. No se midió el porcentaje de cuaja debido a que estos frutos corresponden a los desarrollados a partir de la floración de la temporada anterior.

3.3.2.6. Cosecha

La cosecha fue realizada el 14 de diciembre de 1999. Se cosechó la fruta total por tratamiento y posteriormente se procedió a distribuirla de acuerdo a su peso (en categoría extra, primera, segunda, tercera, cuarta y quinta).

3.4. Descripción de los tratamientos en el ensayo 2:

En el caso del tratamiento 2 se sometió a tratamiento de poda durante el mes de enero y mayo de 1999 al módulo 5; mientras que el módulo 6 no fue sometido a este tratamiento y se dejó como testigo. A cada tratamiento corresponden 8 árboles.

T1 : Árboles testigo T2 :

Árboles podados.

Con el objetivo de formar un seto de producción, se realizó una primera poda mixta de formación y producción durante el mes de enero de 1999, con posterioridad al crecimiento primaveral. Aquellas ramas de gran diámetro, 4,5 a 8 cm de diámetro, y en dirección a la entrehilera fueron cortadas desde su base con serrucho o bien dejando una pequeña porción de ellas de unos 10 a 12 cm de largo, para ocupar el espacio con nuevos crecimientos de menor vigor. Además se podaron ramas de vigor medio, 2 cm de diámetro app, despuntándolas para así lograr su ramificación a estructuras más débiles y productivas.

Durante el mes de mayo, con posterioridad al crecimiento otoñal, se realizó una poda de mantenimiento del seto formado despuntando brotes de vigor bajo (1 a 1,5 cm de diámetro) a medio.

Para formar el seto de producción se eliminó mediante las podas anteriormente descritas, un promedio de 1m por cara a cada árbol del tratamiento T2, quedando los árboles con un ancho promedio de 2 m (Figura 3) (Anexo 2).

3.4.1. Unidad experimental

Como unidad experimental se consideró cada árbol evaluado.

3.4.2. Variables a evaluar.

3.4.2.1. Peso fresco y peso seco del material podado

A cada árbol correspondiente al tratamiento T2 se le midió el material extraído mediante la poda realizada en el mes de enero y de mayo, posteriormente se procedió a obtener su peso seco mediante una estufa de secado con extractor a 60 °C por 48 horas.



FIGURA 4. Árboles de 4 años conducidos en seto, distanciados a 5 x 5m
(Ensayo 2).

3.4.2.2. Crecimiento en sentido horizontal y altura

El crecimiento en sentido horizontal y altura fueron medidos en el mes de enero antes de realizar la poda y posterior a ella se midió el ancho en el tratamiento T2, con el fin de determinar el estado inicial de los árboles. Para conocer el estado final de los árboles, estas variables fueron nuevamente medidas en diciembre de 1999. Las variables fueron analizadas como porcentaje de crecimiento relativo entre el estado inicial y final de las plantas.

Al iniciar el ensayo los árboles tenían un altura promedio de 3,88 m y un ancho promedio de 3,95 m. Posterior al tratamiento de poda los árboles se dejaron con un ancho promedio de 2.05 m.

3.4.2.3. Espacio sobre y entrehilera

A fin de establecer el estado del huerto, en cuanto a ocupación del espacio, antes de realizar el tratamiento de poda, en enero de 1999, se midió el espacio sobre y entrehilera de todos los árboles de los tratamientos. Posterior al tratamiento de poda, (enero), y también finalizado el ensayo, en el mes de diciembre, se midió nuevamente.

Al comienzo del ensayo los módulos contaban con un espacio sobre hilera promedio de 1,7 m y un espacio entre hilera de 1,6 m. Posterior a realizado el tratamiento de poda el espacio entre hilera promedio del tratamiento T2 fue de 2.87 m.

3.4.2.4. Densidad de raíces

Con el fin de evaluar el comportamiento radicular en ambos tratamientos se midió la densidad de raíces nuevas en crecimiento con un barreno de anillos de un volumen de 173.4 ce.

Considerando la profundidad a que se encuentran las raíces de palto y a que su crecimiento se encuentra en los sectores de aporte hídrico; la medición se realizó a 30 cm de profundidad, obteniéndose las muestras a 50 cm del emisor según la figura 3 del ensayo 1.

Por otra parte en cada muestra se contabilizó el número total de raíces activas y la cantidad de raíces por categoría de diámetro según el Cuadro 2.

CUADRO 2. Categorización de raíces según diámetro.

Categoría	Diámetro
Muy pequeñas	menores a 0.5 mm
Pequeñas	0.5a1.3mm
Medianas	1.3a2.2mm
Grandes	mayores a 2.2 mm

CAUTÍN et al (1998), citado por WIEGAND (1999).

Considerando el ciclo vegetativo del palto para la zona de Quillota, la medición fue realizada a mediados del mes de enero de 2000.

3.4.2.5. Floración y porcentaje de cuaja

La medición se llevó a cabo a partir de fines de octubre cuando se registró la mayor cantidad de floración.

Se seleccionó al azar en cada árbol un punto de floración, que corresponde a un brote con numerosas panículas, posterior a esto se contabilizó el número total de panículas por brote y se seleccionaron 5 panículas a las cuales se midió el número total de flores. Luego, después de la primera caída de fruto, a fines de diciembre, se midió el número total de frutos por panícula, estableciéndose el porcentaje de cuaja.

3.4.2.6. Cosecha

La cosecha fue realizada el 28 de septiembre de 1999. Se recolectó la fruta total por tratamiento, en este caso se consideró la cosecha de toda la hilera de plantación, correspondiente a cada tratamiento. Posteriormente, los frutos fueron distribuidos de acuerdo a su peso (extra, primera, segunda, tercera, cuarta y quinta).

3.5. Diseño del experimento:

- a. Hipótesis de trabajo: Árboles conducidos en seto, presentan un comportamiento diferencial con respecto a árboles conducidos en forma libre.
- b. Análisis estadístico de las variables: Para esto, se utilizó en ambos ensayos un modelo completo al azar considerando un error del 5 %. En cuanto a las repeticiones, se utilizó 16 árboles por tratamiento para el ensayo 1 y 8 árboles por tratamiento en el caso del ensayo 2. El diseño se describe de la siguiente manera:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} : Variable en estudio

μ : media general

T_i : i – ésimo tratamiento

ε : error experimental $N(0; \sigma^2)$

En los resultados del análisis de varianza (ANDEVA), se compara el valor del estadístico de prueba F, con el valor de la tabla de la distribución F- Fisher.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Presentación y discusión de resultados del ensayo 1

4.1.1. Peso fresco y peso seco del material podado

Del Cuadro 3, se desprende que la mayor intensidad de la poda corresponde a la mixta de formación y producción, realizada en verano, con posterioridad al primer "flush" de crecimiento vegetativo que es el de mayor magnitud; mientras que la segunda poda, de mantención, durante el otoño, fue más suave.

El porcentaje de materia seca que fue eliminado fue de un 94 % para el tratamiento de poda efectuado en el verano de 1999 y de un 6 % para el tratamiento efectuado en otoño.

Si se considera que una ramilla de palto de 20 cm de largo pesa en promedio 0,17 kg (peso fresco) (Anexo 3), se puede afirmar que la poda de formación para un sistema de producción en seto, elimina una mayor cantidad de material vegetativo.

CUADRO 3: Evaluación del peso fresco y seco de la poda en dos épocas distintas (kg/árbol).

Tratamientos	Verano		Otoño		Anual	
	P.Fresco	P.Seco	P.Fresco	P.Seco	P. Fresco acumulado	P. seco acumulado
Promedio	2,11	0,62	0,18	0,04	2,29	0,66
D. estándar	1,87	0,51	0,23	0,06	1,98	0,53
c.v. (%)	88,6	82,3	127,8	150	86,5	80,3

El coeficiente de variación alcanza un alto valor, debido a las diferencias en el crecimiento de brotes que presenta cada árbol. Por otro lado, la alta variación en el peso fresco y peso seco anual se explica por la diferencia en magnitud de las dos podas (formación y mantención) realizadas a cada árbol durante el ensayo.

Según STASSEN, DAVIE Y SNIJDER (1995), mientras antes sean intervenidos los árboles para su formación, la intensidad de esta primera poda será menor e implicará un menor costo tanto de operación como de material vegetativo a extraer, por otro lado, de no realizarse este manejo durante los primeros años de la plantación, los árboles presentarán un patrón de crecimiento más desordenado y asimétrico.

Si los árboles se han formado correctamente, al segundo año de iniciado el manejo de poda, el tiempo invertido en esta labor se verá reducido, incluso puede llegar a tardar 2 minutos por árbol (PARTIDA, 2000).

Lo anterior refuerza la idea de que las podas de mantención en los primeros años de plantación, son de baja intensidad.

4.1.2. Crecimiento en altura

La altura de un árbol frutal corresponde a uno de los criterios básicos de la poda. Actualmente, las preferencias por árboles pequeños y de pie bajo son incuestionables, y cualquiera que sea el tipo de formación elegida, uno de los objetivos de la poda es conseguir árboles de pie bajo (GIL-ALBERT, 1997).

Según el análisis estadístico, no hay diferencia en el crecimiento en altura relativo desarrollado por los árboles en cada tratamiento (Cuadro 4).

CUADRO 4: Crecimiento relativo en altura, expresado en porcentaje, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variable	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Crecimiento en altura	16,1 A	20,5 A

Al término del ensayo, la altura promedio de los árboles con poda fue de 2.54 m y para el tratamiento sin poda fue de 2.45 m.

El crecimiento relativo en altura, expresado en porcentaje, es igual para ambos tratamientos, debido a que los árboles a esta edad aún conservan su individualidad, es decir, el crecimiento no se ve afectado por factores de competencia por luminosidad.

En el caso de existir competencia por luz entre los árboles (LAKSO, 1991), se esperaría un mayor crecimiento en altura por parte de los árboles podados ya que estos tratarían de compensar su desarrollo vegetativo con un mayor crecimiento en este sentido, no así los árboles sin poda que presentan su crecimiento en todas las direcciones (CAUTÍN, 2000)*.

Es necesario señalar que la altura de los árboles debe ser controlada no sólo por factores productivos relacionados con el comportamiento del árbol, sino

* CAUTÍN, R. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 2000. Comunicación personal.

también por factores de eficiencia y seguridad de los manejos dentro del huerto (GRANE, SCHAFFER y DAVENPORT, 1992).

Dentro de las ventajas de los árboles de pie bajo, se encuentran la reducción de los costos de poda, aclareo y recolección (GIL-ALBERT, 1997); además, se reduce la competencia por luz entre árboles, el control de plagas se hace más efectivo y el cultivo es menos susceptible al daño por viento (GRANE, SCHAFFER y DAVENPORT, 1992).

Según GRANE, SCHAFFER y DAVENPORT (1992), la poda para reducir altura, aumentaría la cantidad de fruta producida en los dos primeros tercios del árbol desde la base, lo cual facilitaría la cosecha.

Dentro de un huerto, la altura de los árboles está relacionada con la distancia de la entrehilera, la cual cumple un rol importante en la iluminación de la copa de los árboles. Se recomienda que la altura de los árboles no sea mayor al 70-80% de esta distancia (KÖHNE, 1998; STASSEN, DAVIE y SNIJDER, 1995), ya que no es deseable la proyección de la sombra de una hilera sobre otra (GIL-ALBERT, 1997). Es decir, para el ensayo 1 se recomendaría una altura final de 4,2 m; sin embargo, es preferible adecuar estos datos a la realidad del huerto mediante la estimación *in situ* de la altura.

4.1.3. Crecimiento en sentido horizontal

Estadísticamente, el crecimiento relativo en sentido horizontal de la copa de las plantas de palto podadas es mayor que las no podadas. Los resultados se

encuentran expresados en porcentaje de crecimiento relativo entre el estado inicial y final de los árboles (Cuadro 5).

CUADRO 5: Crecimiento relativo en sentido horizontal, expresado en porcentaje, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variable	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Crecimiento en sentido horizontal	51,7 B	26,5 A

Al término del ensayo, el ancho promedio de los árboles del tratamiento con poda fue de 2.44 m, mientras que para los árboles sin poda éste fue de 2.94 m.

El ancho definitivo de los árboles del huerto será establecido según necesidad de luminosidad y circulación de maquinaria. Si se permite que las ramas sean demasiado largas y grandes, las partes internas del árbol morirán y sólo la parte externa permanecerá activa (KÖHNE, 1998).

Según KÖHNE (1998), la poda asegura suficiente luz en el interior de la copa del árbol permitiendo la iniciación de yemas no sólo en la periferia.

Según COQUE Y DÍAZ (1996), el mayor porcentaje de crecimiento que presentaron los árboles podados, puede ser explicado por el efecto en sí de la poda, que en el ensayo 1 corresponde a una poda ligera, debido al bajo porcentaje de material extraído, por lo cual se produciría una gran respuesta vegetativa, generándose un mayor número de crecimientos de vigor medio, al contrario de lo que ocurriría con

una poda severa, la cual generaría un menor número de puntos de crecimiento pero de mayor vigor.

Por otro lado, según SNIJDER Y STASSEN (1995), la poda de despunte efectuada sobre ramas horizontales de vigor medio en verano, provoca una respuesta de brotación sobre la rama, lo cual genera un complejo sistema de ramificación promoviéndose el crecimiento vegetativo.

GROCHOWSKA *et al.* (1984) señalan que después de un tratamiento de poda, se detecta en los árboles podados un mayor nivel de actividad de reguladores del crecimiento como citocinina, auxina y giberelina. El incremento en la actividad de citocinina se debería a que la poda disminuye el número de yemas por lo que aumentaría la concentración de citocinina en las yemas restantes. Una alternativa a esto es que a la poda estimula una división celular localizada aumentando la producción de citocininas *in situ*.

El aumento en la concentración de auxina y giberelina sería posterior al aumento de citocininas. La acción correlativa entre las citocininas producidas por la raíz, auxinas y giberelinas producidas en la parte aérea generaría una condición favorable para el crecimiento vegetativo de los meristemas, y el aumento en la concentración de giberelinas en el sistema vascular de los árboles podados estimularía la elongación de los brotes (GROCHOWSKA *et al.*, 1984).

Lo anterior aumentaría la complejidad del árbol generando una mayor cantidad de yemas potencialmente inducibles, maximizando la ventaja de precocidad en plantaciones en alta densidad. Esta mayor cantidad de material productivo, se

explica debido a que la poda ligera genera una gran cantidad de material de menor vigor que es potencialmente productivo (CUTTING, COQUER y WOLSTENHOLME, 1994).

4.1.4. Crecimiento del perímetro de tronco

El porcentaje de crecimiento relativo del perímetro de tronco de los paltos podados, es igual a los árboles no podados. Los resultados se encuentran expresados en porcentaje de crecimiento relativo entre el estado inicial y final de los árboles (Cuadro 6).

CUADRO 6: Crecimiento relativo del perímetro de tronco, expresado en porcentaje, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variable	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Crecimiento del perímetro de tronco	30,2 A	25,3 A

Al término del ensayo, el perímetro de tronco promedio en el tratamiento con poda fue de 28.95 cm y para el tratamiento sin poda fue de 29.2 cm.

No hay diferencia en los resultados debido a la edad de los árboles del huerto, ya que estudios realizados por RAZETO, FICHET y LONGUEIRA (1998) muestran que al cabo del sexto año de plantación, en huertos sin control del tamaño de sus árboles, el crecimiento en cuanto a perímetro de tronco sería inversamente proporcional a la densidad de plantación; es decir, a mayores densidades disminuye el crecimiento del tronco.

Esto puede ser explicado producto del debilitamiento progresivo que presentan estos árboles, debido a la competencia por luz (RAZETO, 1996). Este comportamiento hace suponer que en la medida que se efectúe un adecuado control del tamaño de los árboles, éstos lograrán un adecuado desarrollo sin debilitarse a través de los años.

El perímetro de tronco es la medida de campo más adecuada para determinar el tamaño y producción de un árbol. Con este valor se puede determinar el área de la sección transversal de tronco (ASTT), valor que tiene una estrecha relación con el volumen de la copa y peso del árbol, pudiendo relacionarse con la producción de frutos (REGINATO et al., 1995).

Según lo anterior, hasta cierta edad, el perímetro de tronco y producción de un árbol con control en su tamaño, es menor que el de un árbol con crecimiento libre; sin embargo, la producción por hectárea se ve favorecida por el mayor número de árboles en un sistema de alta densidad, sobre todo después del sexto año de plantación.

Si el valor del perímetro de tronco es inferior al normal de una especie, es probable que la capacidad productiva se vea disminuida; por lo tanto, de no controlarse el tamaño de los árboles en alta densidad, se verá afectado el crecimiento del perímetro de tronco y por ende su producción.

4.1.5. Velocidad de crecimiento vegetativo

Según el análisis estadístico, en ambos crecimientos se observa un mismo comportamiento para los dos tratamientos. No hay diferencia en cuanto a la velocidad de crecimiento (Cuadro 7) (Figuras 5, 6, 7 y 8).

CUADRO 7: Velocidad de crecimiento de brotes de plantas de palto, en dos épocas, sometidas a dos sistemas de poda expresado en cm/semana.

Variable	Tratamientos			
	Con poda		Sin poda	
Velocidad "flush" otoñal	0,45	A	0,38	A
Velocidad "flush" primaveral	0,83	A	0,85	A

Esto puede ser explicado, ya que los árboles en ambos tratamientos aún conservan su individualidad, poseen las mismas condiciones de luminosidad no presentándose el factor de competencia por luz, es decir, se encuentran bajo condiciones favorables para su crecimiento y, por último, estos árboles poseen la misma edad, son jóvenes, por lo que se encuentran en una etapa de gran crecimiento.

Cabe señalar que los brotes muestreados no presentan la misma tasa de crecimiento, concordando con lo publicado por CUTTING, COCKER Y WOLSTENHOLME, (1994).

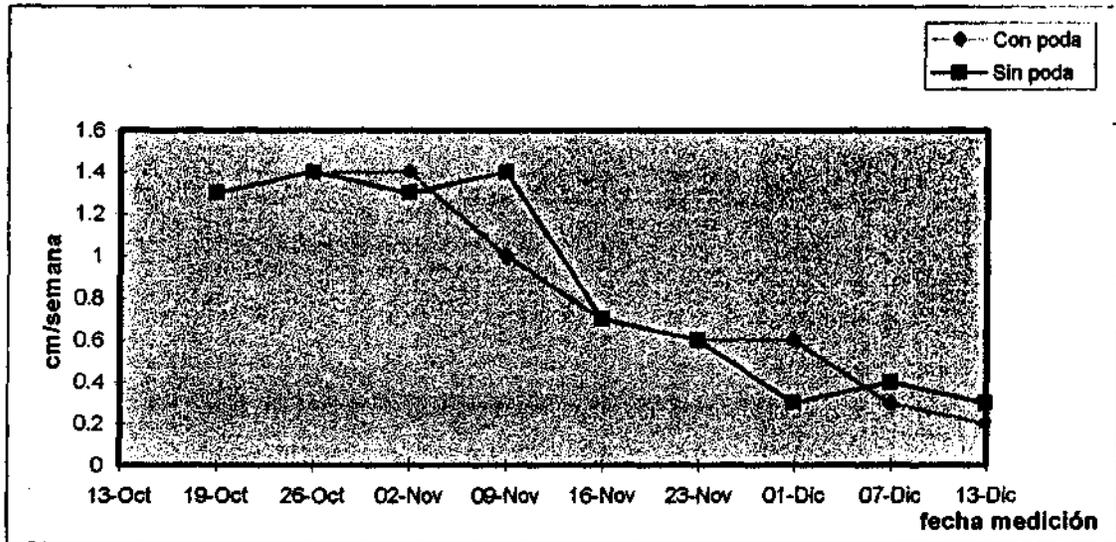


Figura 5. Velocidad de crecimiento vegetativo, expresado en cm/semana, durante el "flush" de primavera, para dos tratamientos de poda.

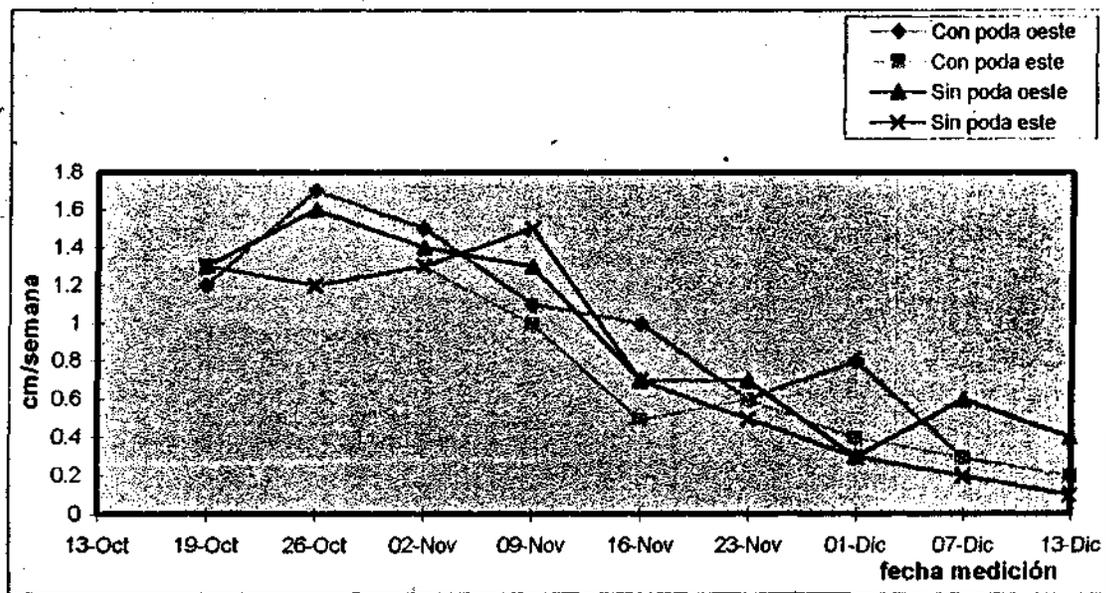


Figura 6. Velocidad de crecimiento vegetativo, según punto cardinal, expresado en cm/semana, durante el "flush" de primavera, para dos tratamientos de poda.

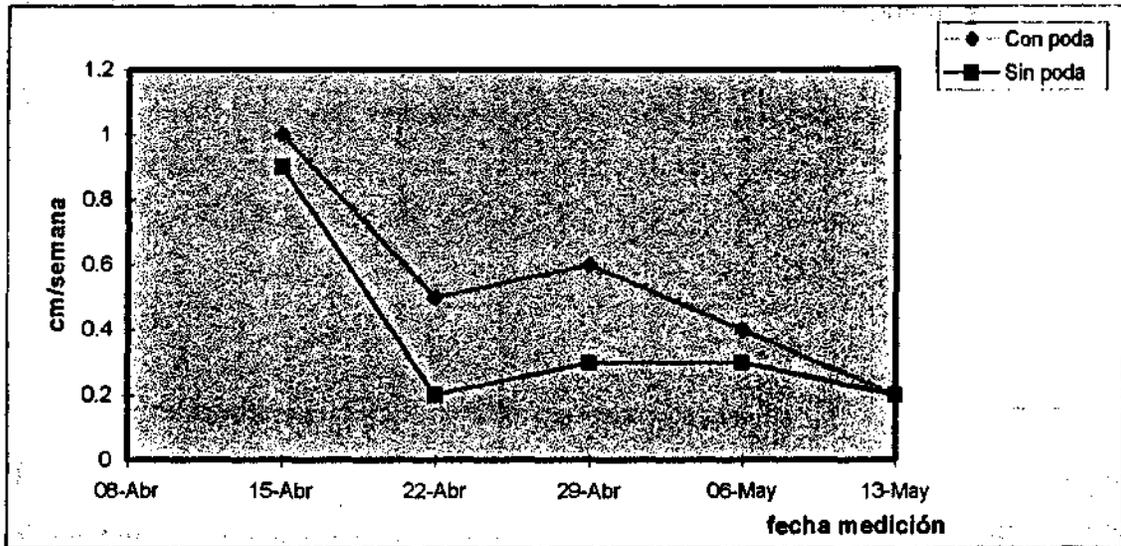


Figura 7. Velocidad de crecimiento vegetativo, expresado en cm/semana, durante el "flush" de otoño, para dos tratamientos de poda.

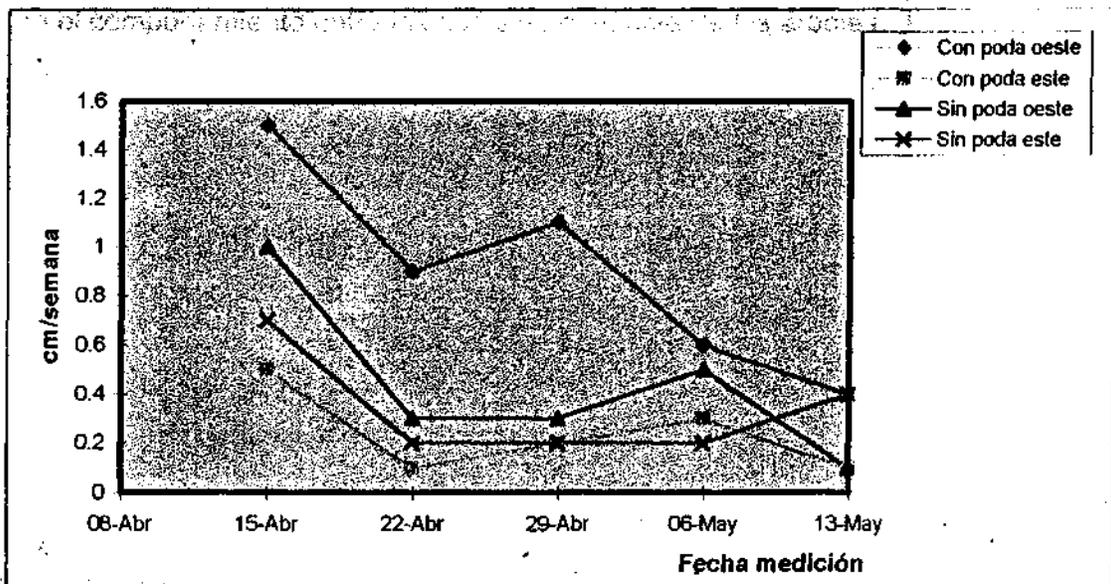


Figura 8. Velocidad de crecimiento vegetativo, según punto cardinal, expresado en cm/semana, durante el "flush" de otoño, para dos tratamientos de poda.

Al analizar las curvas de velocidad de crecimiento relativo, se puede apreciar que durante el crecimiento primaveral, dicha variable se mantiene sobre 1 cm/semana durante varias semanas, descendiendo hacia la segunda quincena de noviembre. Esto se debe a que en esta fecha comienza la cuaja de frutos (TAPIA, 1993), ya que según WOLSTENHOLME y WHILEY, (1990), la fructificación tiene un fuerte efecto en la división de asimilados y tiende al antagonismo con el crecimiento vegetativo.

Por otro lado, se observa que en el caso del crecimiento de otoño, la caída en la velocidad de crecimiento se produciría en la época en que comienzan a descender las temperaturas en la zona de Quillota, por lo que este fenómeno sería atribuido a un factor climático.

A partir de las curvas, es posible apreciar que, durante el otoño, existe diferencia en el comportamiento entre las caras este y oeste de los árboles. La cara oeste de los árboles, independiente del tratamiento de poda, presenta una mayor velocidad de crecimiento. Esto puede ser explicado, ya que durante el otoño, al existir menores temperaturas ambientales, la luminosidad que otorga el sol durante las tardes, sobre la cara oeste, estimularía una mayor velocidad de crecimiento.

En el caso del crecimiento primaveral, no hay diferencia en el comportamiento entre caras, lo que se explica, debido a que en esta época las temperaturas ambientales son superiores y así el comportamiento es igual en ambas caras de los árboles.

En relación al crecimiento vegetativo relativo acumulado, éste es estadísticamente igual en ambas fechas (Cuadro 8); sin embargo, al analizar las figuras 9, 10, 11 y 12, se observa una diferencia en la intensidad del crecimiento, favorable al "flush" de primavera, lo cual concuerda con lo descrito por TAPIA (1993).

CUADRO 8: Crecimiento relativo acumulado de brotes, en dos épocas, sometidas a dos sistemas de poda, expresado en cm.

Variable	Tratamientos			
	Con poda		Sin poda	
Crecimiento "flush" otoñal	1,7	A	1,2	A
Crecimiento "flush" primaveral	4,7	A	4,8	A

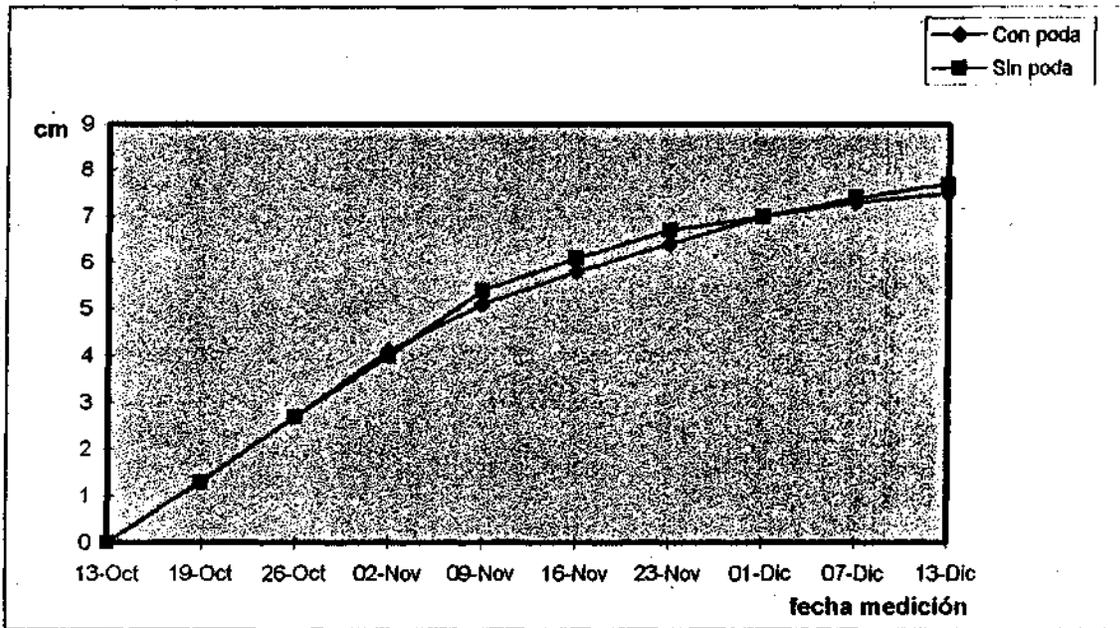


Figura 9. Crecimiento vegetativo relativo acumulado de brotes durante el "flush" de primavera, para dos tratamientos de poda.

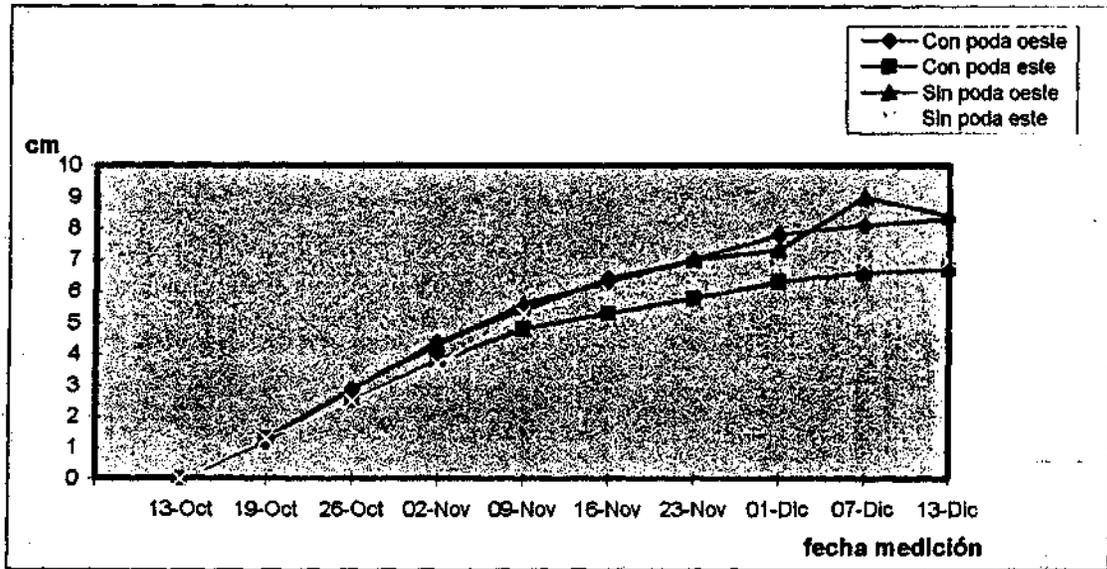


Figura 10. Crecimiento vegetativo relativo acumulado de brotes, según punto cardinal, durante el "flush" de primavera, para dos tratamientos de poda.

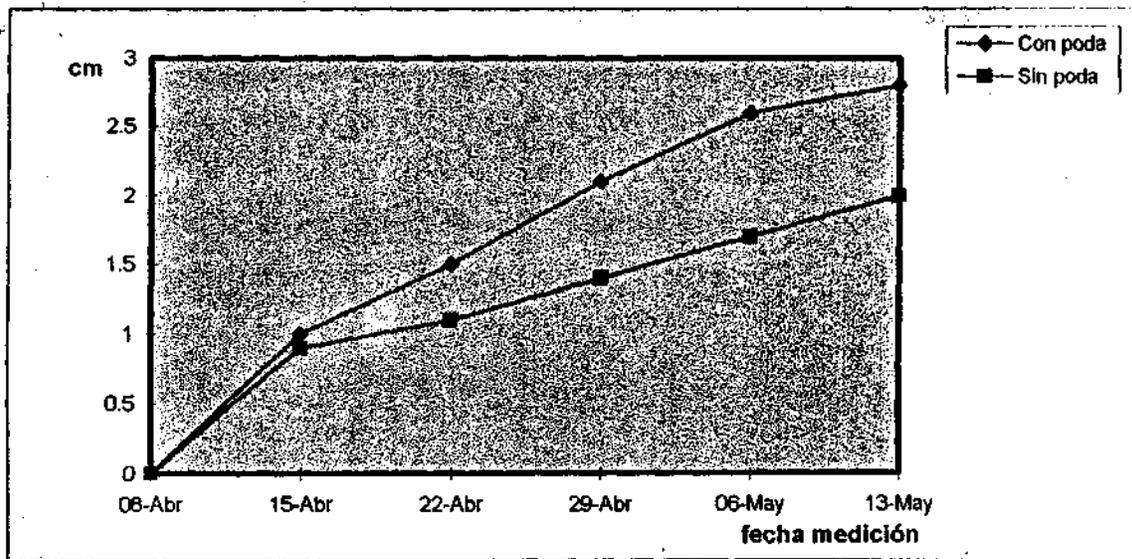


Figura 11. Crecimiento vegetativo relativo acumulado de brotes durante el "flush" de otoño, para dos tratamientos de poda.

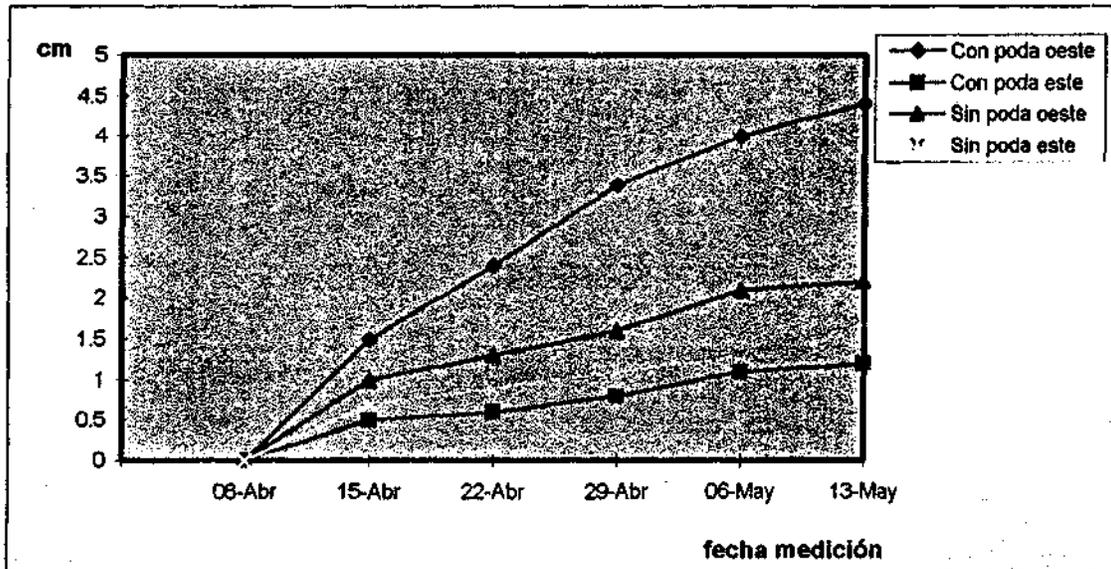


Figura 12. Crecimiento vegetativo relativo acumulado de brotes, según punto cardinal, durante el "flush" de otoño, para dos tratamientos de poda.

Al igual que en el caso de la velocidad de crecimiento vegetativo, se observa que durante el crecimiento de otoño, la cara oeste de los árboles, independiente del tratamiento de poda, presenta un mayor crecimiento; en cambio, en el caso del crecimiento de primavera, no hay diferencia. Esto puede ser atribuido a que durante el otoño las temperaturas son inferiores, por lo que la cara oeste se vería favorecida por su exposición al sol durante las tardes.

4.1.6. Densidad de raíces

La densidad de raíces es igual en ambas fechas de muestreo para los dos tratamientos (Cuadro 9). Según las figuras 13, 14, 15 y 16, desde el punto de

vista descriptivo, no hay diferencias notables en las categorías de raíces predominantes, que corresponden a pequeñas y muy pequeñas.

CUADRO 9: Comportamiento en densidad radical, de plantas de palto, expresada en n° de raíces por cm³ en dos épocas y sometidas a dos tratamientos de poda.

Variables	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Densidad de raíces en otoño	0,78 A	1,05 A
Densidad de raíces en verano	0,57 A	0,77 A

Se debe mencionar que la cantidad de raíces producidas en un punto del suelo, es la resultante de la interacción entre los- patrones biológicos específicos, el vigor general de la planta y las condiciones locales del suelo (KLEPPER, 1991).

la naturaleza física y química del suelo afectarían directamente tanto la tasa de crecimiento radical como la cantidad de raíces generadas. Según esto, el crecimiento se encuentra limitado por la porosidad del suelo, el tamaño de los poros como también de la movilidad de las partículas, los cuales afectan la resistencia mecánica. Las raíces responden a las presiones del suelo, mediante modificaciones en el tamaño del tejido vascular, tamaño de las células de la epidermis, diámetro y patrón de ramificación. Se cree que estas respuestas no sólo se deben a factores físicos, sino que también estarían involucrados reguladores de crecimiento (VENEGAS, 1990, citado por TORO, 1995).

Según TORO (1995), varios autores atribuyen las variaciones en la distribución espacial de las raíces a factores como el volumen de suelo humedecido por el

sistema de riego o bien, de la cantidad de agua aportada en cada riego y/o su frecuencia de aplicación.

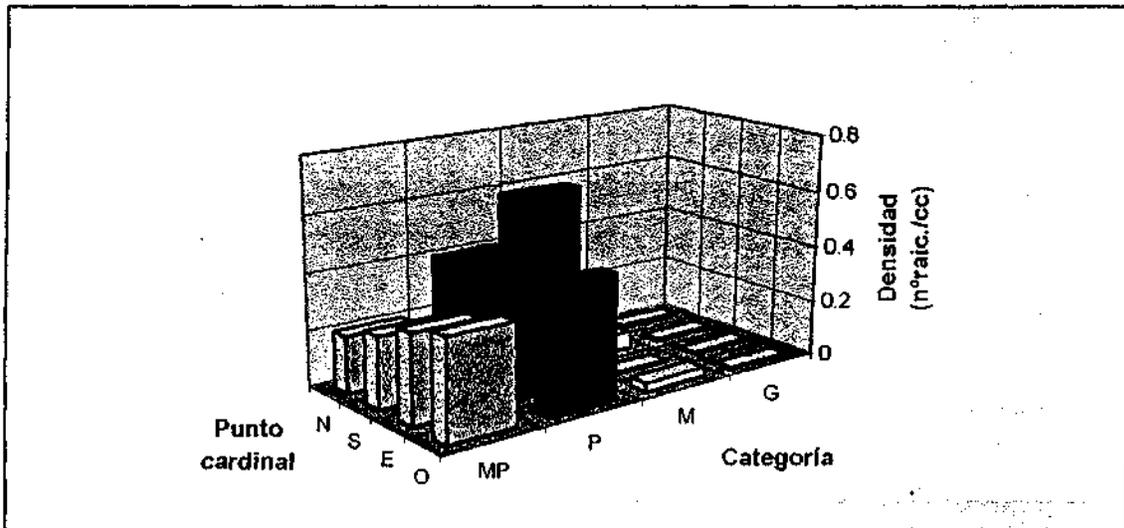


Figura 13. Expresión radical en cuanto a densidad, categoría y ubicación del tratamiento sin poda (otoño).

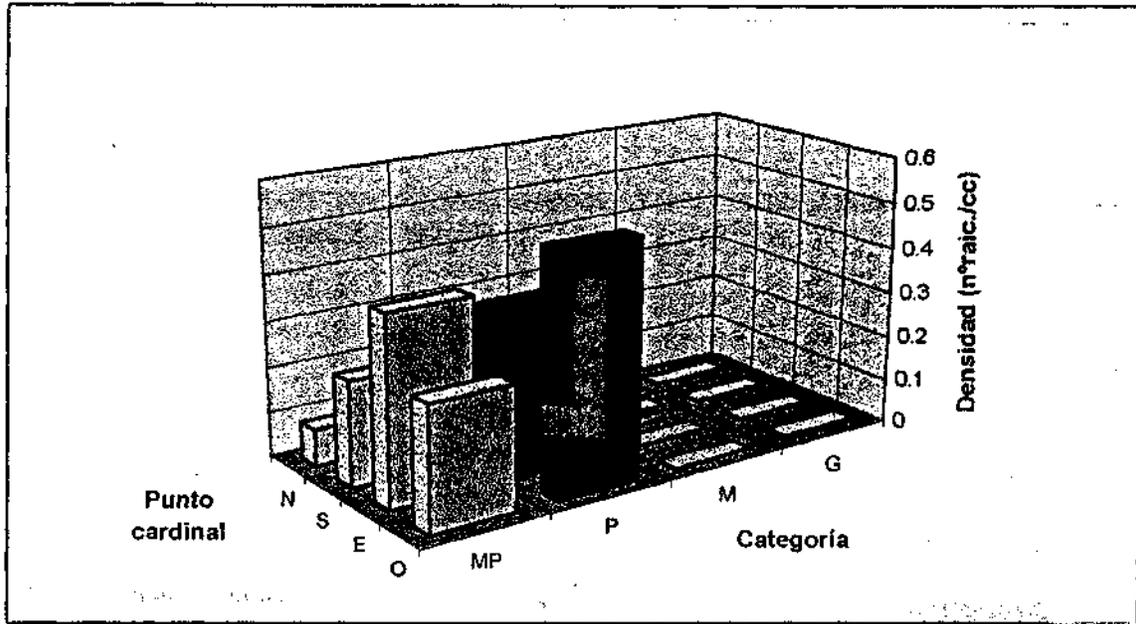


Figura 14. Expresión radical en cuanto a densidad, categoría y ubicación del tratamiento con poda (otoño).

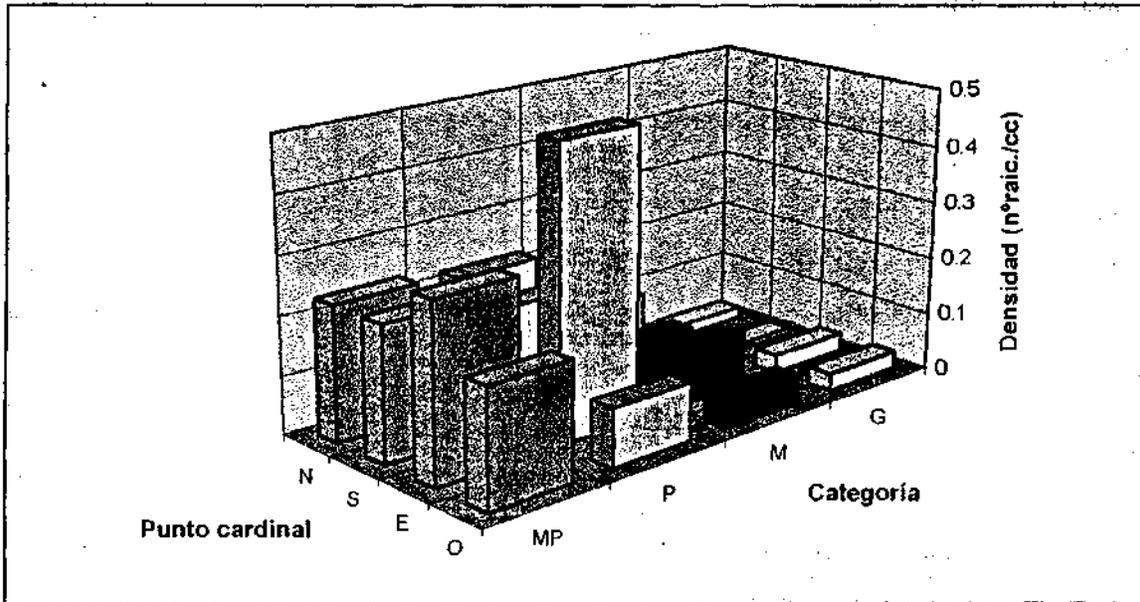


Figura 15. Expresión radical en cuanto a densidad, categoría y ubicación del tratamiento sin poda (verano).

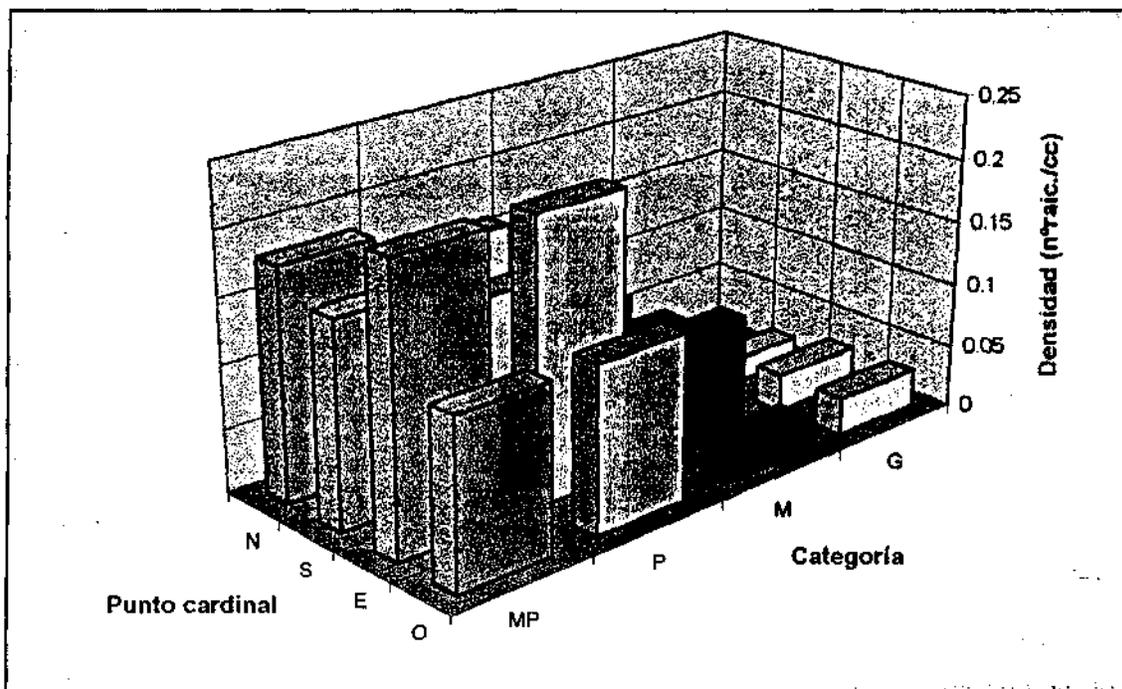


Figura 16. Expresión radical en cuanto a densidad, categoría y ubicación del tratamiento con poda (verano).

En cuanto a la ubicación de las raíces en el terreno, es posible apreciar a partir del Cuadro 10, que los mayores valores de densidad radicular, durante el otoño, se encuentran hacia el sentido de la entrehilera, es decir en los sentidos Este y Oeste.

CUADRO 10: Densidad de raíces, expresada en n° de raíces por cm , por tratamiento y ubicación (otoño).

Tratamientos	Tamaños	Punto cardinal			
		Norte	Sur	Este	Oeste
Sin poda	TOTAL	0,66	0,6	1,01	0,82
Con poda	TOTAL	0,2	0,56	0,75	0,8

Estos sectores de suelo, son los que reciben mayor cantidad de sol, por lo cual su temperatura es mayor y de esta manera, el crecimiento radicular, se ve favorecido.

Según PALMA (1991), es factible que el aumento de la temperatura en el suelo sea la responsable de la activación radicular. Al respecto, WHILEY et al., (1987) señalan que con temperaturas inferiores a los 13 °C, no existe crecimiento y que la mejor actividad radicular se obtiene con temperaturas de suelo del orden de los 18

Al observar el Cuadro 11, se aprecia que no existe diferencia en el comportamiento de la densidad radical, en cuanto a ubicación, durante el verano. Esto puede ser explicado, ya que en esta fecha la temperatura del terreno a aumentado lo suficiente, y se mantiene homogénea, por lo cual el crecimiento radicular no se vería influenciado por la insolación del terreno en un punto en particular (WHILEY et al., 1987).

CUADRO 11. Densidad de raíces, expresada en nº de raíces por cm , por tratamiento y ubicación (verano).

Tratamientos	Tamaño	Punto cardinal			
		Norte	Sur	Este	Oeste
Sin poda	TOTAL	0,57	0,51	0,92	0,38
Con poda	TOTAL	0,42	0,39	0,56	0,32

4.1.7. Número de frutos por árbol

El número de frutos por árbol es menor en el tratamiento con poda que en el tratamiento sin poda (Cuadro 12). Se debe considerar que al momento de realizar la poda, el árbol se encontraba con fruta.

CUADRO 12: Evaluación del efecto de la poda sobre el número de frutos por árbol.

Variable	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Nº de frutos por árbol	13,0 A	26,8 B

Este sistema de poda, poco severa y con pocos cortes en los primeros años de vida del árbol, disminuyen su producción. El árbol no podado entra antes en producción, sin embargo, en el largo plazo, desarrolla ramas vigorosas que con el tiempo se alargan excesivamente y se curvan por el peso impidiendo la buena aireación e iluminación al interior de la copa del árbol, lo que ocasiona que gran parte de las yemas en esta ubicación no se desarrollen (COQUE y DÍAZ, 1996). Esto demuestra que en general la poda tiende a ser un manejo que disminuye la producción, debido a la eliminación de material productivo (CALABRESE, 1992).

Con respecto a la medición del número de frutos cuajados correspondientes a la floración de primavera, ésta no se realizó debido al fuerte daño sufrido por los árboles con la helada del mes de Julio; el porcentaje total de daño fue de un 65 % de las yemas potencialmente reproductivas, es decir, las ubicadas en el ápice de crecimiento de los brotes. El análisis se realizó recolectando 50 brotes por tratamiento con una observación posterior de las yemas al microscopio (Anexo 4).

4.1.8. Cosecha

En cuanto a la producción proyectada, al segundo año de plantación, en el huerto con poda, ésta sería de 1,2 toneladas por hectárea, mientras que en el caso del huerto sin manejo de poda, sería de 1,6 toneladas por hectárea.

Desde el punto de vista descriptivo, según el Cuadro 13, el rendimiento de los árboles podados es menor que el rendimiento de los paltos no podados (Figuras 17 y 18).

CUADRO 13: Rendimiento (kg/hilera) de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Calibres	Con poda RENDIMIENTO	Sin poda RENDIMIENTO
Nº árboles	16	16
Total	44,4	141,6

Esto se explica, ya que al efectuarse la poda se encontraba fruta en los árboles. Se debe considerar que es probable que esta situación se mantenga por lo menos hasta el año siguiente, debido a la eliminación de material productivo producto de la poda.

Aunque la producción de los árboles podados sea inferior a la de los árboles sin tratamiento, se espera que aproximadamente al séptimo u octavo año, según estudios realizados por RAZETO, FICHET Y LONGUEIRA (1998), la producción de los árboles sin poda decrezca producto del debilitamiento debido al sombreadamiento, no así la de los árboles podados que se mantendría estable.

Aunque la poda disminuye la cantidad potencial de fruta, tendría un efecto positivo sobre la distribución del calibre (Figura 19), al disminuir la producción de frutos pequeños, lo cual es un factor importante para la comercialización.

A medida que la condición del árbol se ve deteriorada en relación con una pérdida del vigor producto del excesivo sombreado, el calibre de los frutos se vería afectado concordando con lo descrito por KREMER-KÖHNE Y KÖHNE (1995), CAUTÍN (1997) y CUTTING (1993).

Según RAZETO, FICHET y LONGUEIRA (1991), el tamaño de la fruta al igual que el porcentaje de aceite y de materia seca decrecen a medida que aumenta la densidad de plantación, en árboles sin control del tamaño, lo cual sería atribuido al sombreado de las hojas y/o a la competencia de las raíces por nutrientes como el nitrógeno, fósforo y zinc.

Según WOLSTENHOLME Y WHILEY (1995), el porcentaje normal de fruta bajo el calibre de exportación en árboles jóvenes y sanos sería de un 5 a 20 % el cual en árboles decaídos y de mayor edad podría aumentar hasta un 40 %.

Los árboles jóvenes presentan una relación fruto/follaje, favorable a los frutos, y tienen un gasto energético menor para su crecimiento y respiración de mantención (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995), por lo cual, de no realizarse un control en el tamaño de los árboles, el problema de producción y calibre podría presentarse en años posteriores cuando los árboles comiencen a toparse y se vea limitada su capacidad fotosintética.

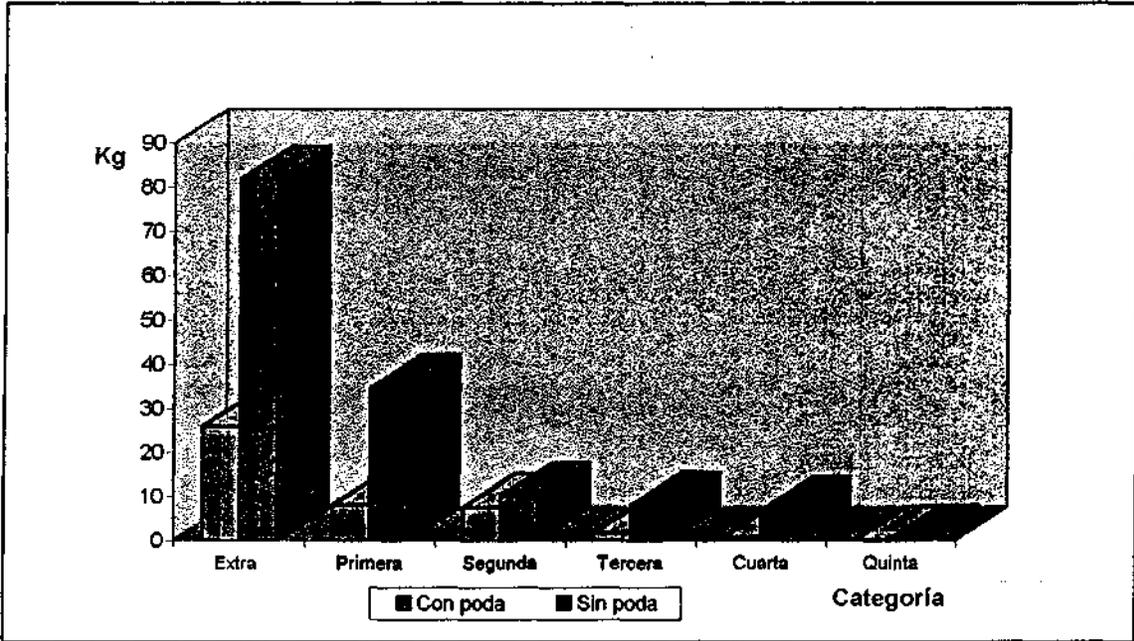


Figura 16. Rendimiento (kg/hilera) de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

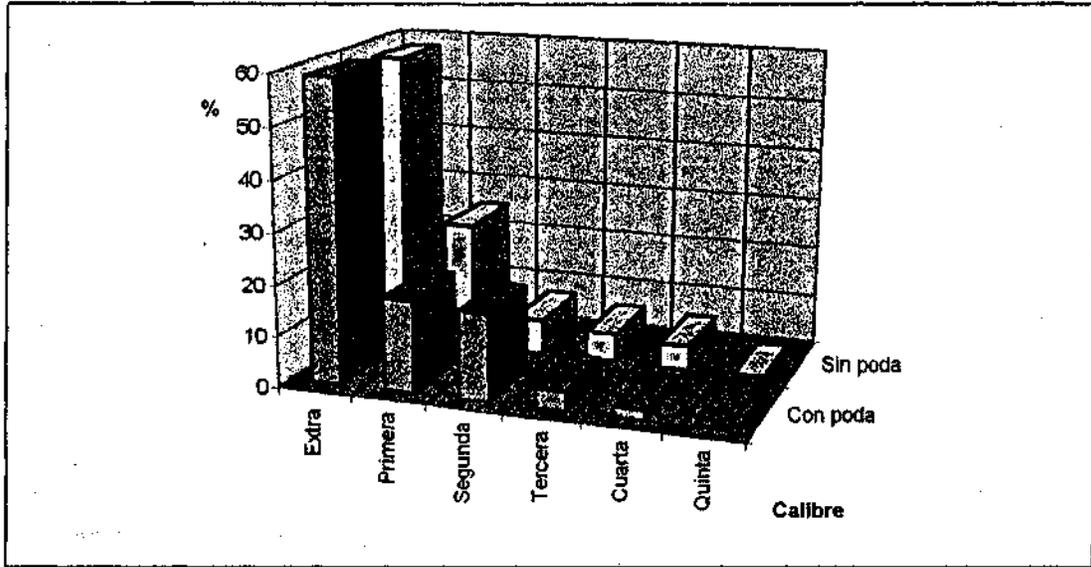


Figura 18. Distribución de la fruta cosechada por categorías comerciales de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

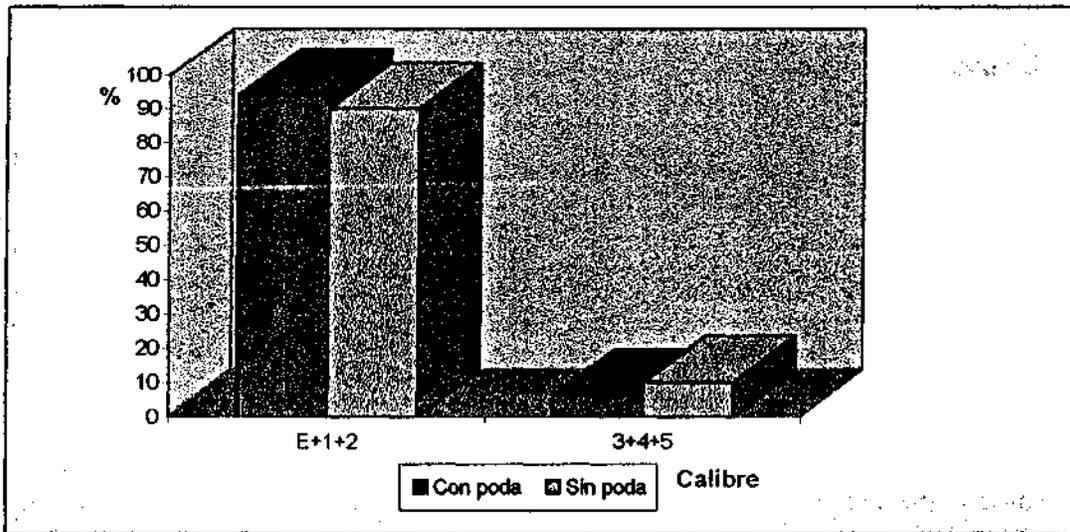


Figura 19. Distribución en categorías comerciales, exportables y no exportables, para dos tratamientos de poda.

4.2. Presentación v discusión de resultados del ensayo 2

4.2.1. Peso fresco y peso seco del material extraído

Del Cuadro 14, se desprende que la primera poda de formación es de mayor intensidad, la cual fue realizada con posterioridad al primer "flush" de crecimiento, en verano. La segunda poda de mantención, realizada en otoño, es considerablemente inferior sobre todo si se considera que el peso promedio de una ramilla de palto de 20 cm de largo es de 0,17 kg (Anexo 3).

El porcentaje de materia seca que fue eliminado fue de un 98,3 % para el tratamiento de poda efectuado en verano y de un 1,7 % para el tratamiento efectuado en otoño de 1999.

CUADRO 14: Evaluación del peso fresco y seco de la poda en dos épocas distintas (kg/árbol).

Tratamientos	Verano (p.formación)		Otoño (p.mantención)		Anual	
	P.Fresco	P.Seco	P.Fresco	P.Seco	P. Fresco acumulado	P. Seco acumulado
Promedio	16,75	5,12	0,46	0,08	17,21	5,21
D.estándar	13,99	3,88	0,35	0,08	14,17	3,91
c.v. (%)	83,5	75,8	76,1	100	82,3	75,0

El alto porcentaje de variación se explica debido a las diferencias en el crecimiento de brotes que presenta cada árbol. Por otro lado, la alta variación anual, se explica por la diferencia en intensidad de la poda entre la poda de formación y de mantención.

Tomando en consideración la cantidad de material vegetativo eliminado producto de la poda, y el tamaño que los árboles presentan a la fecha, se puede decir que la poda fue más bien ligera, lo cual según STASSEN, DAVIE Y SNIJDER (1995), se debe a que la intervención fue realizada en los primeros años de la plantación; si se efectúa este manejo con posterioridad, la poda deberá ser más severa e implicará un mayor costo de material vegetal para el árbol, además que el árbol presentará un patrón de crecimiento más desordenado y asimétrico.

Si los árboles se forman correctamente, al segundo año de iniciados los manejos de poda, el tiempo invertido en esta labor se verá reducido (PARTIDA, 2000). Lo cual reafirma que las podas de mantención, en los primeros años de plantación, son de baja intensidad.

4.2.2. Crecimiento en altura

Estadísticamente, no hay diferencia entre tratamientos en el comportamiento respecto al crecimiento relativo en altura. Los resultados se encuentran expresados en porcentaje de crecimiento (Cuadro 15).

CUADRO 15: Crecimiento relativo en altura, expresado en porcentaje, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variables	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Crecimiento en altura	14,2 A	14,75 A

La altura promedio, al término del ensayo, para el tratamiento con poda fue de 4.5 m y para el tratamiento sin poda fue de 4.6 m.

El crecimiento relativo en altura, expresada en porcentaje, es igual para ambos tratamientos debido a que los árboles aun conservan su individualidad no siendo todavía la competencia por luz un factor limitante.

Es probable que en el corto plazo se presente una diferencia en el comportamiento, ya que los árboles no podados están comenzando a toparse, por lo que tenderían a crecer en todas las direcciones y los árboles con poda, con el fin de compensar la restricción de crecimiento en un sentido, crecerían mayormente en altura (CAUTÍN, 2000)*.

STASSEN, DAVIE Y SNIJDER (1995) proponen una altura no mayor al 80 % del espacio entre hilera, es decir, para el ensayo 2 se recomendaría una altura final de 4 m; sin embargo, es conveniente analizar la situación en cada huerto en particular, debido a que se debe considerar la distancia entrehilera y, por lo tanto, el ancho de los árboles para establecer su altura.

Hasta el término del ensayo no fue necesario realizar un rebaje en altura de los árboles estimándose, según factores de luminosidad del huerto, que la altura máxima debiera ser no mayor a los 5 m. Se propone que el rebaje a realizar sea eliminando el brote o rama más alta desde su base para así no generar un crecimiento en altura demasiado vigoroso.

* CAUTÍN, R. Ing. Agr. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 2000.
Comunicación personal.

4.2.3. Crecimiento en sentido horizontal

Según el análisis estadístico, el crecimiento relativo en sentido horizontal es mayor en el caso de los árboles podados que en los no podados. Los resultados se encuentran expresados en porcentaje de crecimiento (Cuadro 16).

CUADRO 16: Crecimiento relativo, expresado en porcentaje, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variables	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Crecimiento en sentido horizontal	41,7 B	6,3 A

Al término del ensayo, el ancho promedio para el tratamiento con poda fue de 3.58 m, mientras que en el caso del tratamiento sin poda, éste fue de 4.54 m.

El mayor porcentaje de crecimiento se debería al efecto de la poda, que fue más bien ligera, considerando la cantidad de material extraído, generándose un mayor número de puntos de crecimiento (COQUE y DÍAZ, 1996), de vigor medio, lo que a su vez contribuiría a aumentar la cantidad de yemas potencialmente inducibles (CUTTING, COCKER y WOLSTENHOLME, 1994).

Por otro lado, según SNIJDER Y STASSEN (1995), la poda de despunte efectuada sobre ramas horizontales de vigor medio en verano provoca una respuesta de brotación sobre la rama, lo cual genera un complejo sistema de ramificación promoviéndose el crecimiento vegetativo.

GROCHOWSKA et al., (1984), señalan que los cortes, al disminuir la cantidad de yemas, provocarían un aumento en la concentración de citocininas en las yemas restantes o bien se produciría una mayor división celular en la zona del corte, generando una mayor producción de citocinina *in situ*. El aumento de auxina y giberelina serían una consecuencia del aumento en la concentración de citocinina.

La acción conjunta de estos tres reguladores generaría una condición favorable para el crecimiento vegetativo de los meristemas, mientras que el aumento en la concentración de giberelinas en el sistema vascular de los árboles podados estimularía la elongación de los brotes (GROCHOWSKA et al., 1984).

4.2.3. Espacio sobre hilera

Del análisis al espacio sobre hilera de los paltos, se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 17), por lo cual cumple con el objetivo de cubrir lo antes posible el espacio sobre hilera y así aumentar la superficie productiva del árbol podado.

El espacio sobre hilera promedio, al término del ensayo, para el tratamiento con poda fue de 0.94 m y para el tratamiento sin poda fue de 0.74 m.

4.2.4. Espacio entre hilera

Del análisis realizado al espacio entre hilera, se determinó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo mayor en el caso de las plantas de palto podadas (Cuadro 17).

Si bien el porcentaje de crecimiento con respecto al ancho es mayor, la idea es mantener controlado el espacio entre hilera para así lograr una adecuada iluminación de los árboles manteniendo la superficie productiva.

El espacio entre hilera promedio en el tratamiento con poda, al término del ensayo, fue de 2.28 m, mientras que para el tratamiento sin poda fue de 0.83 m. Según STASSEN, DAVIE Y SNIJDER (1995), los árboles del tratamiento con poda aún pueden seguir creciendo hacia la entrehilera, ya que ellos recomiendan un espacio entrehilera mínimo de 1,8 m.

En el caso del tratamiento sin poda, el espacio entrehilera es inferior al recomendado, lo cual traerá problemas de tránsito e iluminación en el huerto, ya que la base de los árboles será sombreada por las hileras adyacentes (KÖHNE, 1998). La fotosíntesis se verá afectada por lo que habrá un insuficiente crecimiento, muerte de ramas, se afectará el calibre de los frutos y se producirá una pérdida en la fertilidad de yemas.

CUADRO 17: Crecimiento relativo, expresado en 'metros, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Variables	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Espacio sobre hilera	0,94 A	0,79 A
Espacio entre hilera	2,28 B	0,83 A

4.2.5. Densidad de raíces

El valor en la densidad de raíces es estadísticamente igual para los dos tratamientos (Cuadro 18).

CUADRO 18: Comportamiento en densidad radical, de plantas de palto, expresada en n° de raíces por cm³ sometidas a dos tratamientos de poda.

Variables	Tratamientos	
	Con poda	Sin poda
Densidad de Raíces 15/01/00	1,9 A	1,8 A

Desde el punto de vista descriptivo, se puede observar que tanto en los árboles podados como en los no podados, la categoría de raíces predominante corresponde a pequeñas y muy pequeñas (Figuras 20 y 21).

Según VENEGAS (1990), citado por TORO (1995), el patrón de ramificación radical, en cuanto a la tasa de crecimiento y cantidad de raíces, se encuentra influenciado por las características físicas y químicas del suelo. Las raíces responden a las diferentes características del suelo a través de cambios en el tamaño del tejido vascular, tamaño de las células de la epidermis y diámetro.

Otro factor que afectaría la distribución radical sería el volumen de suelo humedecido por el sistema de riego y la cantidad y frecuencia del agua aplicada (TORO, 1995).

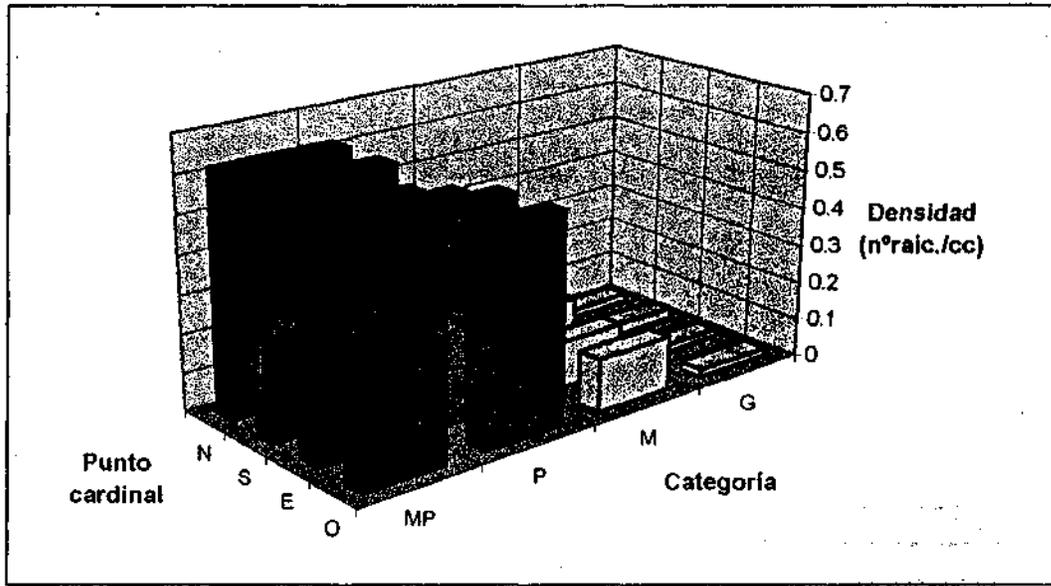


Figura 20. Distribución radical según densidad, categoría y ubicación del tratamiento sin poda (verano).

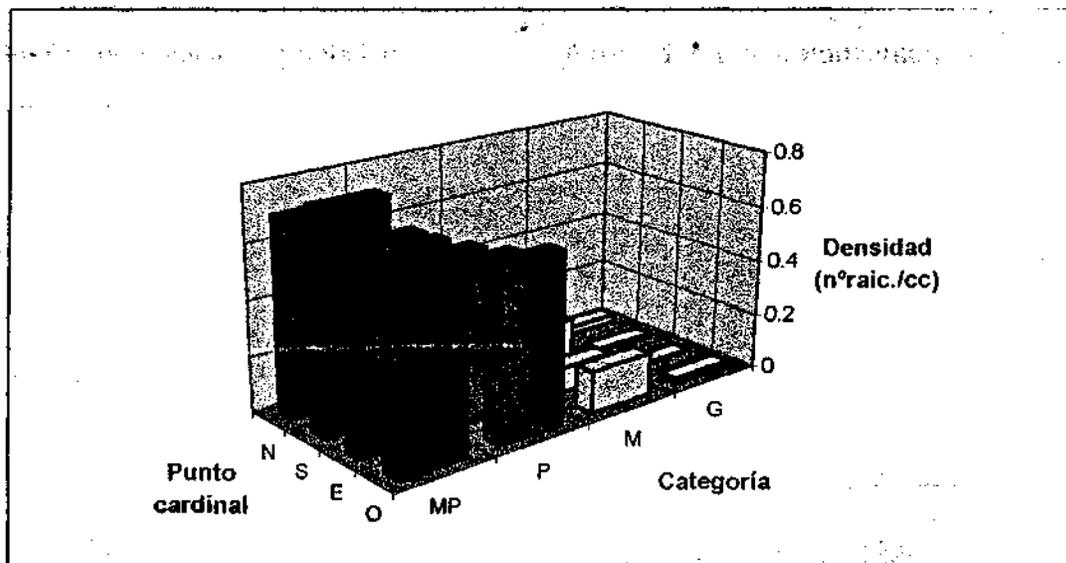


Figura 21. Distribución radical según densidad, categoría y ubicación para el tratamiento con poda (verano).

A partir del Cuadro 19, es posible apreciar que no existe diferencia, desde el punto de vista descriptivo, en cuanto a la ubicación de las raíces en el terreno. Esto debido a que en esta época del año el suelo habría alcanzado una adecuada temperatura en forma homogénea (WHILEY et al., 1987).

CUADRO 19: Densidad de raíces, expresado en n° de raíces por cm³, por tratamiento y ubicación(verano).

Tratamientos		Punto cardinal			
		Norte	Sur	Este	Oeste
Sin poda	TOTAL	1,24	1,35	1,36	1,33
Con poda	TOTAL	1,33	1,47	1,35	1,41

4.2.6. Floración y porcentaje de cuaja

Según el análisis estadístico, no hay diferencia entre tratamientos para estas variables (Cuadro 20).

CUADRO 20: Evaluación del efecto de la poda sobre el n° de flores y la cantidad de frutos cuajados.

Variables	Tratamientos			
	Con poda		Sin poda	
N° F.Cuajados	6,6	A	5,1	A
N° Flores	80,3	A	69,2	A

Se debe considerar que las muestras correspondientes a las mediciones de la floración de primavera fueron realizadas en el tercio superior de los árboles, debido

a que en las partes bajas hubo un fuerte daño en las yemas reproductivas con la helada del mes de julio de 1999.

Para determinar tal efecto, se realizó un muestreo a 50 yemas terminales por tratamiento en el huerto y se analizaron bajo microscopio; el daño total fue de un 35 % (Anexo 5).

En el tratamiento con poda, el promedio de panículas por punto de floración fue de 69, el número promedio de flores por panícula fue de 80,3 y el número promedio de flores por punto de floración fue de 5540,7. En el caso del tratamiento sin poda, el promedio de panículas por punto de floración fue de 76,4, el número promedio de flores por panícula fue de 69 y el número promedio de flores por punto de floración fue de 5271,6.

La similitud en el nivel de floración para ambos tratamientos puede ser explicada, ya que en ambos casos los árboles se encuentran con casi la totalidad de su follaje fotosintéticamente activo. En años posteriores, cuando la luz sea un factor limitante en el huerto sin poda, es probable que se vea afectada la inducción floral.

Según RAZETO (1992), la inducción floral depende de la presencia de hojas fotosintéticamente activas, por lo que según PALMER (1997), en árboles en que gran parte de sus hojas no son capaces de fotosintetizar, la inducción floral es mínima.

Según CHANDLER (1962), el sombreamiento de las plantas provoca que los tejidos tiendan a no acumular almidón, lo que finalmente afectaría la formación de yemas florales disminuyendo la producción la siguiente temporada (SHOLEFIELD, SEDGLEY y ALEXANDER, 1985).

Por otro lado, los árboles manejados con poda presentarían otra ventaja, ya que al aumentar la concentración de citocininas con posterioridad a la poda, se suprime la hidrólisis de almidón, el cual se acumula, favoreciendo la inducción floral (GROCHOWSKA et al., 1984).

En cuanto al número de frutos cuajados, éste es estadísticamente igual en ambos tratamientos. En el caso del tratamiento con poda, el porcentaje de cuaja fue de 0,9 % y para el tratamiento sin poda este porcentaje fue de un 0,8 %.

El porcentaje de cuaja es muy superior al normalmente registrado de 0,001 % (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1998), lo cual podría ser atribuido a un efecto de la helada, la cual afectó parte de las yemas potencialmente florales provocando que la floración se diera lugar en el tercio superior de los árboles. Al ser disminuidos los puntos de floración, se habría generado una menor competencia por asimilados entre ellos.

Por otro lado, este huerto tiene como variedad polinizante a Edranol. Según WOLSTENHOLME Y WHILEY (1998), la progenie híbrida tendría una mayor capacidad "sink", por lo que - bajo condiciones de estrés - habría una menor abscisión de frutos. Como otra explicación a este fenómeno, cabe destacar que la

polinización dentro del huerto se realiza a través de abejas, lo cual según LOVATT (1994), tendría un efecto positivo sobre la cuaja de los frutos.

Se debe considerar que los árboles son jóvenes y prácticamente la totalidad de su follaje se encuentra fotosintéticamente activo, por lo que la cuaja de los frutos se vería favorecida.

En relación a las temperaturas, según LOVATT (1994), la cuaja se vería favorecida con temperaturas entre 20 a 25 °C. Estas altas temperaturas durante la floración aumentan la longevidad del óvulo y aceleran el crecimiento del tubo polínico. A temperaturas inferiores, entre 12 a 17 °C, se afecta la apertura floral femenina, el desarrollo del tubo polínico como también acorta el período efectivo de polinización. A temperaturas sobre los 28 °C, se acelera la abscisión de flores y yemas florales.

La floración de esta temporada se vio desplazada, debido - probablemente - a las bajas temperaturas de invierno que afectaron las yemas florales apicales, brotando en primavera las yemas florales subterminales, las cuales son más tardías. En esta temporada, la floración se concentró entre fines de octubre y principios de noviembre en que el promedio de las temperaturas máximas fue de 20,6 y 25 °C, respectivamente (Anexo 6), además de la ubicación favorable a la exposición solar de los puntos de floración.

Lo anterior podría justificar un aumento en el nivel de cuaja, sin embargo, esto no es suficiente para explicar una cuaja diez veces superior a la normal. Se debe considerar que producto de la helada del mes de julio, se desplazaron los eventos

fenológicos, por lo que la caída natural de frutos también se vio afectada, y debido a la duración del ensayo, no fue posible obtener los valores finales.

4.2.8. Cosecha

En cuanto a la proyección de la producción por hectárea, al quinto año de plantación, el huerto con manejo de poda tendría una producción de 3 toneladas por hectárea, mientras que el huerto sin manejo de poda tendría una producción de 3,7 toneladas por hectárea.

Desde el punto de vista descriptivo, según el Cuadro 21, el rendimiento total de los paltos no podados es mayor que el rendimiento de los paltos podados (Figura 22 y 23).

CUADRO 21: Rendimiento (kg/hilera) de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

	Con poda	Sin poda
Calibres	RENDIMIENTO	RENDIMIENTO
Nº árboles	24	23
TOTAL	177,6	214,2

Los árboles podados arrojan una mayor cantidad de frutos de calibre exportable que los no podados (Figura 24).

Se debe considerar que cualquier tratamiento de poda redundará en una baja en la producción, debido a la eliminación de material productivo (CALABRESE, 1992).

Se espera que la producción de los árboles sin poda decrezca al séptimo u octavo año producto del debilitamiento de los árboles debido al sombreado (RAZETO, FICHET y LONGUEIRA, 1998), no así en el caso de los árboles podados que mantendrían estable su producción.

A medida que la condición del árbol se vea deteriorada, es decir, se produzca pérdida de vigor, disminución del área productiva por sombreado, etc, aumentará la proporción de frutos de bajo calibre concordando con lo descrito por KREMER-KÓHNE Y KÓHNE (1995), CAUTÍN (1997) y CUTTING (1993), lo que explicaría la mayor cantidad de frutos de calibre exportable que presentan los árboles con tratamiento de poda.

Según RAZETO, FICHET y LONGUEIRA (1991), el tamaño de la fruta al igual que el porcentaje de aceite y de materia seca decrecen a medida que aumenta la densidad de plantación, esto sería atribuido al sombreado de las hojas y/o a la competencia de las raíces por nutrientes como el nitrógeno, fósforo y zinc.

Si bien este huerto tiene sólo 5 años, es posible que en el corto plazo el calibre de los frutos se vea afectado, debido a la alta densidad de plantación, esto referido al tratamiento sin poda el que se encuentra en una primera fase de emboscamiento.

Según WOLSTENHOLME Y WHILEY (1995), el porcentaje normal de fruta bajo el calibre de exportación en árboles jóvenes y sanos sería de un 5 a 20 %, el cual - en árboles decaídos y de mayor edad - podría aumentar hasta un 40 %. A su vez, señalan que árboles de mayor edad al presentar una gran proporción de material estructural en relación a su área foliar y por su menor vigor, presentan una cuaja de frutos muy superior en relación a su follaje fotosintéticamente activo, lo que finalmente afectará el calibre.

Con el manejo de poda en que se renueva constantemente el material productivo y se evita la muerte de éste, es posible que los frutos logren calibres de exportación temprano en la temporada por lo que la cosecha podría realizarse en los inicios de la temporada lo que según WOLSTENHOLME Y WHILEY (1995), evitaría un desgaste del árbol y una posterior entrada en un ciclo alternante de producción.

La mayor proporción de frutos extra en los árboles podados concuerda con lo señalado por BOWER y CUTTING (1992), afirmando que la poda aumenta el abastecimiento de agua hacia las hojas, flores y frutos, debido a la reducción de superficie transpiratoria y de una mayor proporción de raíces/ parte aérea (MIKA, 1996).

Es así como los frutos se encuentran mejor abastecidos y serían capaces de desarrollar un mayor tamaño. Además, la poda reduce el número de sitios productivos y provoca un mayor espaciamiento entre la fruta, permitiendo que una mayor cantidad de nutrientes llegue a la fruta y a su vez una mayor intercepción y penetración lumínica ingrese a la copa del árbol, lo cual según SNIJDER y STASSEN (1995), es uno de los factores más importantes para aumentar la producción y el calibre de los frutos. Por otro lado, la renovación del material

productivo estimularía a su vez, un aumento en el tamaño de la fruta (JACKSON, 1986).

Según BOWER y CUTTING (1992), en los árboles podados aumentaría la concentración de Ca, Mg, K y P, lo que contribuiría a mejorar la vida postcosecha de la fruta.

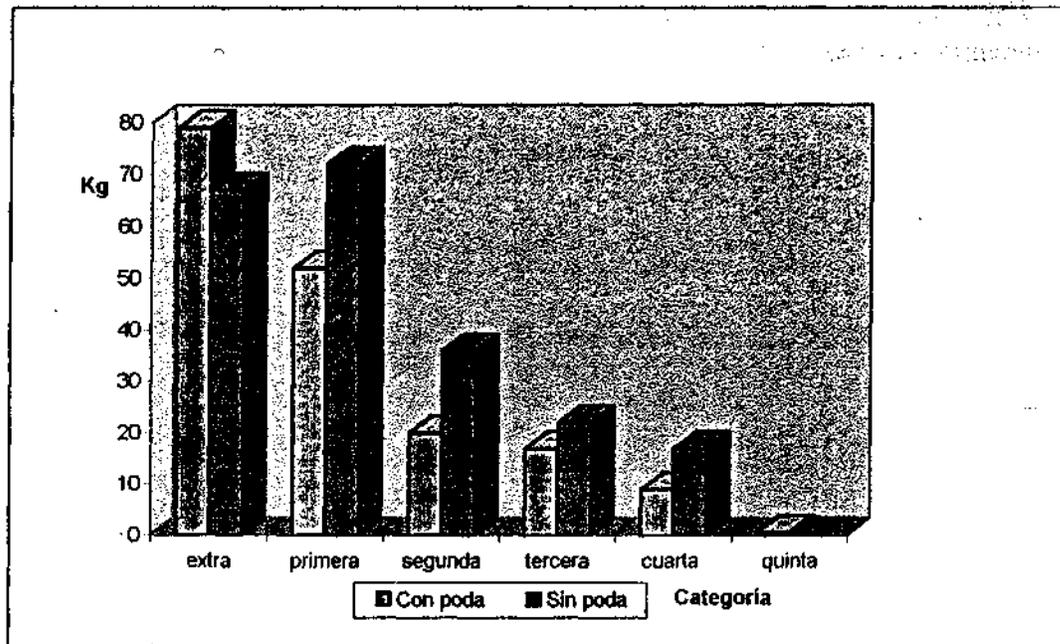


Figura 22. Rendimiento (kg/hilera) de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

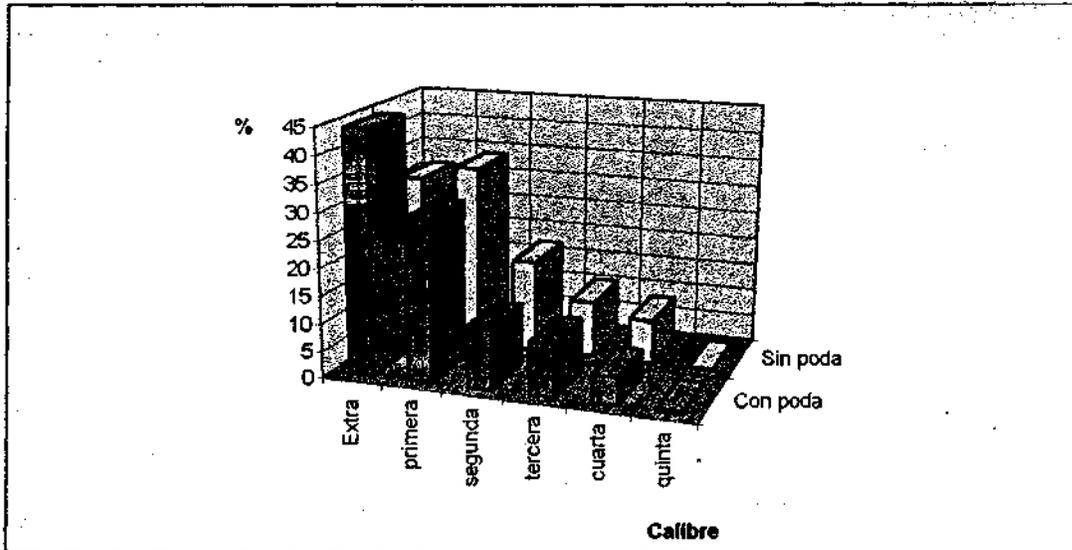


Figura 22. Distribución, en porcentaje, por categoría comercial del rendimiento de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

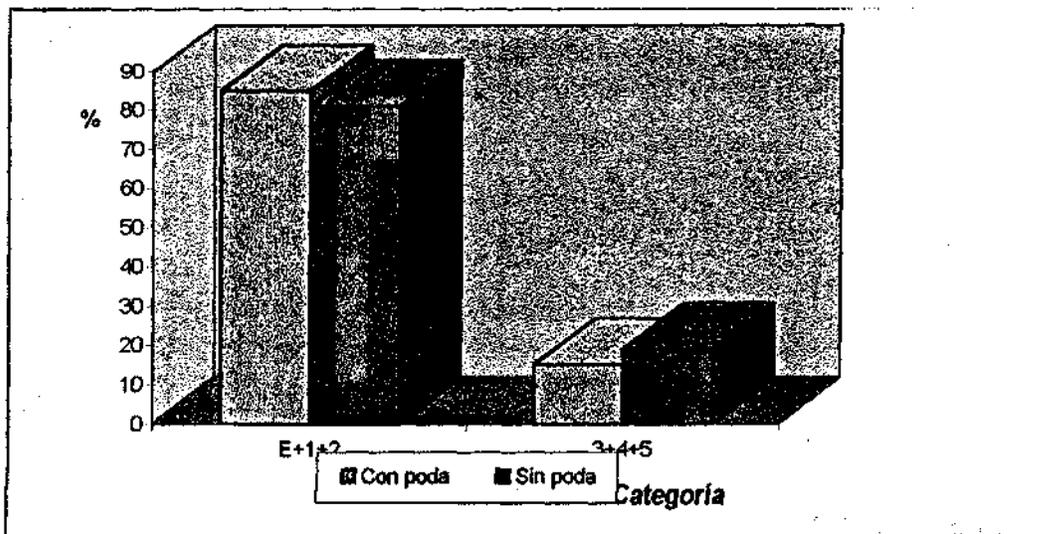


Figura 24. Distribución en porcentaje por categorías comerciales, exportables y no exportables, para dos tratamientos de poda.

5. CONCLUSIONES DEL ENSAYO 1

- La poda de formación implica una mayor cantidad de material vegetativo que se debe eliminar. La cantidad de material extraído en la poda de mantención fue menor.
- Al tercer año de plantación, el comportamiento de árboles conducidos en seto, en cuanto a los parámetros de crecimiento vegetativo, como crecimiento en altura, crecimiento del perímetro de tronco, densidad de raíces y velocidad de crecimiento vegetativo, no se diferencia de los árboles con crecimiento libre.
- Los árboles conducidos en seto presentan un mayor crecimiento vegetativo en sentido horizontal que los árboles con crecimiento libre.
- Al tercer año de plantación, el comportamiento de árboles conducidos en seto en cuanto a parámetros de crecimiento reproductivo, como n° de frutos por árbol es inferior al de los árboles con crecimiento libre.
- El rendimiento en kilos de los árboles conducidos en seto, al tercer año de plantación, es inferior al de los árboles con crecimiento libre.
- En los árboles conducidos en seto se observa un efecto positivo sobre la distribución del calibre.

6. CONCLUSIONES DEL ENSAYO 2

- La poda de formación implica una mayor cantidad de material vegetativo que se debe eliminar. La cantidad de material vegetativo extraído en la poda de mantención fue menor.

- Al quinto año de plantación, el comportamiento de árboles conducidos en seto, en cuanto a parámetros de crecimiento vegetativo, como crecimiento en altura, espacio sobre la hilera y densidad de raíces, no se diferencia al de los árboles con crecimiento libre.

- En cuanto al crecimiento vegetativo en sentido horizontal, los árboles conducidos en seto presentan un mayor crecimiento que los árboles con crecimiento libre.

- En relación al espacio entre la hilera, los árboles conducidos en seto presentan un mayor espacio entrehilera que los árboles con crecimiento libre.

- Al quinto año de plantación, no hay diferencia en el comportamiento de árboles conducidos en seto y con crecimiento libre, en cuanto a parámetros de crecimiento reproductivo, como n° de flores y n° de frutos cuajados.

- El rendimiento, expresado en kilos, de los árboles conducidos en seto es inferior al de los árboles con crecimiento libre.

- En los árboles conducidos en seto, se observa un efecto positivo sobre la distribución del calibre.

7. RESUMEN

Entre las exigencias actuales para un huerto de palto, se encuentra la obtención temprana del punto de equilibrio y mantención en el tiempo de la producción óptima. Debido a esto, surgen las plantaciones en alta densidad, las cuales, sin embargo, presentan la característica de que rápidamente evidencian problemas de emboscamiento en el huerto con la consiguiente baja en la producción.

Durante los últimos años, la poda ha surgido como una herramienta capaz de controlar el crecimiento de los árboles y así evitar los posteriores problemas de producción.

El estudio fue realizado en la Estación Experimental "La Palma", perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, provincia de Quillota, entre los meses de enero de 1999 y marzo de 2000, en dos huertos de palto cv. Hass plantados en alta densidad a 6x4m y a 5x5m de tres y cinco años de edad, respectivamente.

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento frente a diversos parámetros de crecimiento vegetativo y reproductivo entre plantas de palto conducidas en seto y en forma libre en alta densidad.

En el ensayo I, se sometió a tratamiento de poda un total de 16 árboles separados en dos módulos de 8 plantas cada uno y formados por dos hileras paralelas de 4 plantas dejando como testigos 2 módulos de similares características. La primera poda fue realizada durante el mes de enero de 1999, eliminándose material de vigor medio a alto con crecimiento a la entrehilera; mientras que el material de menor vigor con crecimiento en este sentido fue despuntado. Durante el mes de mayo de 1999, se realizó una segunda poda de mantención despuntándose algunos crecimientos hacia la entrehilera generados a partir del segundo "flush" de crecimiento. Con las podas descritas, se eliminó un promedio de 50 cm de material vegetal en cada cara del árbol, quedando los árboles con un ancho promedio de

En el ensayo II, se sometió a tratamiento de poda un total de 8 plantas distribuidas en dos hileras de 4 plantas cada una dejando como testigo 8 plantas ordenadas de forma similar. Durante el mes de enero de 1999, se podó todo el material vegetal de alto vigor con crecimiento hacia la entrehilera con la idea de formar un seto de

producción; el material de menor vigor y con crecimiento en el mismo sentido fue despuntado. Durante el mes de mayo de 1999, se despuntó material de menor vigor generado a partir del segundo "flush" de crecimiento. Mediante las podas, se eliminó un promedio de un metro por cara a cada árbol, quedando los árboles con un ancho promedio de dos metros.

Las variables analizadas en el ensayo I fueron el crecimiento con respecto al ancho, alto, perímetro de tronco; costo en materia seca del material extraído, número de frutos por árbol, densidad de raíces, velocidad de crecimiento vegetativo y cosecha. Para el caso del ensayo II, se evaluó el comportamiento con respecto al ancho, alto, espacio sobre y entre hilera, costo en materia seca del material extraído, densidad de raíces y cosecha.

Del análisis estadístico, se determinó con error del 5 % que con respecto al crecimiento en alto, ancho, número de frutos por árbol, densidad de raíces, velocidad de crecimiento vegetativo y espacio sobre hilera, no hay diferencia en el comportamiento entre árboles conducidos en seto y en forma libre. En el caso del crecimiento con respecto al ancho, los árboles conducidos en seto presentarían una mayor respuesta vegetativa. En relación a la cosecha, se determinó de manera descriptiva que la implementación de un sistema de producción en seto disminuye el rendimiento por lo menos la temporada siguiente; además, se determinó que en el huerto de cinco años de edad que presentaba un leve grado de emboscamiento, el número de frutos "extra" fue mayor en el caso de los árboles conducidos en seto. Por otro lado, se determinó que la poda en los primeros años de plantación implica un bajo costo para el árbol en cuanto a materia seca.

Según los resultados sería una alternativa viable el implementar un sistema de conducción en seto durante los primeros años de plantación, ya que la poda no afectaría negativamente el comportamiento de los árboles y el costo de la labor se vería disminuido al igual que se evitaría el emboscamiento del huerto solucionándose algunos de los problemas actuales de producción.

8. LITERATURA CITADA

ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES - FEDERACIÓN DE EXPORTADORES DE FRUTA. 2000. Superficie frutícola plantada, (on line). www.cffa.org.

BENDER, G. 1994. Thinning and pruning can increase production. *California Grower* 18(12): 21-22.

BERGH.B. 1969. Avocado, in: Fercuerda, F. and Witt, F. eds. *Outlines of perennial crop breeding in the tropics*. Netherlands, Landbouwhogeschool. Pp. 23-51.

BOWER, J. and CUTTING, J. 1992. The effect of selective pruning on yield and fruit quality in "Hass" avocado. *Acta Horticulturae* 296:55-58.

CALABRESE, F. 1992. *El aguacate*. Madrid, Mundiprensa. 249p.

CAUTÍN, R. 1996. Nuevas tendencias en las distancias de plantación In: Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp 31-43 (Publicaciones misceláneas Agrícolas N° 45).

_1997. Poda en paltos. *Empresa y Avance Agrícola* 7(52): 18-19.

COQUE, M. y DÍAZ, M. 1996. *Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación*. Madrid. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. 267p.

GRANE, J. ; SCHAFFER, T. and DAVENPORT, T. 1992. Rejuvenation of a mature, non-productive "Lula" and "Booth 8" avocado grove by topping and tree removal. *Proc. Fia. State Hort. Soc.* 105:282-285.

CUTTING, J. 1993. The cytokinin complex as related to small fruit in "Hass" avocado. *Acta Horticulturae* 329:147-149.

- _____; COCKER, B. and WOLSTENHOLME, B. 1994. Time and type of pruning can affect shoot growth in avocado. *Journal Horticultural Science* 69(1): 75-80.
- CHAHUÁN, J.P. 1996. Efecto del anillado, doble incisión anular y paclobutrazol (Cuitar) en la producción de paltos (*Persea americana* Mill) cvs. Hass y Negra de la Cruz. Taller de licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía.
- CHANDLER, W. 1962. Frutales de hoja perenne. México, UTEHA. 666p.
- DAVIE, S.; VAN DER WALT, M. and STASSEN, P. 1998. A study of avocado tree carbohydrate cycles to determine ways of modifying alternate bearing. Proc. of third World Avocado Congress pp 81-83.
- DAVIE, S.; STASSEN, P.; WALT, M. and SNIJDER, B. 1995. Girdling avocado trees for improved production. South African Avocado Growers Association. N° 18: 51-53. Hort. Abt. 1996. 66(4): 3570 (original no consultado).
- DUGO, A.C. 1996. Efecto de tres niveles hídricos aplicados en un huerto de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass sobre la incidencia de *Phytophthora cinamomi*. Taller de Licenciatura. UCV. 59p
- FICHET, T. 1996. Portainjertos, una nueva alternativa para Chile. In: Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp 35-41 (Publicaciones misceláneas Agrícolas N° 45).
- FRANCÍS, L. 1994. What do with tall, crowding trees in orchards previously thinned. California Avocado Society Yearbook. Pp147-153.
- GALÁN, V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos: Aguacate, Litchi y Longan. Madrid, Mundiprensa. 133p.

- GARDIAZÁBAL, F. 1998. " Floración en paltos ". Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar 4, 5 y 6 de noviembre 1998. 51-72p.
- _____ y ROSENBERG, G. 1991. El cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica da Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.
- _____y WILHELMY, C. 1995. Lo que viene: poda en paltos. Empresa y Avance Agrícola. Vol 5 n°39 pp : 18-19.
- GIL-ALBERT. 1997. Tratado de arboricultura frutal. Madrid, Mundiprensa. 214p.
- GROCHOWSKA, M; KARASZEWSKA, A.; JANKOWSKA, B. y MAKSYMIUK, J. 1984. Dormant pruning influence on auxin, gibberellin, and cytokinin in apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109(3). 312-318.
- JACKSON, D. 1986. Températe and subtropical fruit production. New Zealand, Horticultura! Books. 289p.
- JOHNSON, R.S. y LAKSO, A. 1991. Approaches to modeling light interception in orchards. Hortscience. 26(8): 1002-1004
- KLEPPER, B. 1991. Crop root system response to irrigation. Irrig. Sci. 12 : 105-108.
- KÓHNE, J.S. 1998. Distancias de plantación y control del tamaño de paltos en Sudáfrica. Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar 4, 5 y 6 de noviembre 1998. 73-80p.
- KREMER-KOHNE, J.S. and KÓHNE, J. S. 1995. Approaches to solving de Hass small fruit problem : progress report. South African Avocado Growers Association Yearbook. 18:59-60. .
- LAKSO, A.; ROBINSON, T. Y CARPENTER.S. 1989. The palmette leader: A tree design for improved light distribution. Hortscience. 24(2) :271-275.

- LOVATT, C. 1994. Factors affecting fruit set early fruit drop in avocado. California Avocado Society Yearbook. pp 193-197.
- MAGDAHL, C. 1998. " La industria de la palta en Chile". Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña de! Mar 4, 5 y 6 de noviembre 1998. 1-13p ,
- MARTIN,G y WHITNEY, G. 1998. Avocado tree structuring. Proc. of third World Avocado Congress pp.245-249.
- MIKA, A. 1986. Physiological responses of fruit trees to pruning. Hort. Rev. 8 :337-378.
- NOVOA, R.; VILLASECA, S.; DEL CANTO, P.; ROUANET.J.; SIERRA C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221p.
- ODEPA. 1998. " El mercado de las paltas". Chile Agrícola, Julio-Agosto. 113-115.
- PALMA, A.R. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill) cv. Fuerte. Tesis Ing. Agr. Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 127p
- PALMER, J. 1997. Apples-lightland orchard design for enhancement of yield and fruit quality. in: Conference Searching for Quality Australian Avocado Growers Federation Inc. New Zealand Avocado Growers Association Inc. N. Z.
- PARTIDA, G. 2000. Manejo adecuado del dosel de aguacate. Departamento de Ciencias del suelo, plantas y horticultura. Universidad Politécnica de California.
- RAZETO, B. 1992. Para entender la fruticultura. Santiago, Vivarium. 303p.

- _____. 1996. " Situación actual del palto en Chile", h: Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile, pp 9-13 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45).
- _____ 1999. Para entender la fruticultura. Santiago, Vivarium. 373p.
- _____ ; FICHET, T. y LONGUEIRA.J. 1991. Clóse planting of avocado. Proc. of Second World Avocado Congress pp. 273-279.
- _____ ; _____ y _____. 1998. Glose planting of avocado. Proc. of third World Avocado Congress pp.227-229.
- REGINATO, G.; ERRÁZURIZ, R. Y CAMUS, J. 1995. Evaluación de la intensidad de carga dejada en el raleo de nectarinos mediante la unidad n° de frutos/cm² de área de la sección transversal de tronco. Hort Science 55(1) :42-47
- SCHROEDER, C. 1951. " The avocado inflorescence ". California Avocado Society Yearbook 39-40p.
- SHOLEFIELD, P. B. ; SEDGLEY, M. and ALEXANDER, D. 1985. Carbohidrato cycling in relation to shoot growth, floral initiation and development and yield in the avocado. Scientia Horticulturae 25 :99-110.
- SNIJDER, B. and STASSEN, P. 1995. Strategies for renewal of unproductive older avocado orchards with severe encroachment problems. South African Avocado Growers Association Yearbook 18 : 56-58.
- STASSEN, P. ; DAVIE, S. and SNIJDER, B. 1995. Principies involved in tree management of higherndensity avocado orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook 18 :47-50
- _____ ; _____ and _____ 1998. Training young Hass avocado trees into a central leader for accomodation in higher density orchards. Proc. of Third World Avocado Congress. Pp 251-254.

- TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto cv. Hass para la zona de Quillota. Taller de licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 141 p.
- TORO, M. 1995. Efecto del método de riego en la distribución espacial del sistema radical de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass, en dos tipos de suelo. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 27p.
- VILLALOBOS, A. 1982. " Biología floral y estructuras reproductivas ". Cuadernos de Horticultura, UCV, Facultad de Agronomía. 42p.
- WHILEY, A.W. ; WOLSTENHOLME, B. N. ; SARANAH, J.B. and ANDERSON, P. A. 1987. Effect of root temperatures on growth of tow avocados rootstocks cultivars. Australia, Maroochy Horticultural research Station (Report N°45).
- WIEGAND, H. 1999. Efectos de la utilización de mulch de acícula de pavo, corteza de pino, paja con guano de caballo y guano de pavo sobre la productividad de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 115p.
- WOLSTENHOLME, B. N. 1987. Theoretical and applied aspects of avocado yield as affected by energy budgets and carbón partitioning. California Avocado Growers Association Yearbook. 10 :58-61.
- _____ ; and WHILEY, A.W. 1989. Carbohidrato and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook. 12 :33-37.
- _____, and _____ 1990. Prospects for vegetative-reproductive growth manipulation in avocado trees. South African Avocado Growers Association Yearbook. 13:21-24.

_____ and _____ 1995. Prospects for increasing Hass fruit size. A southern hemisphere perspective. Australian Avocado Growers Federation Inc, Conference.

_____ and _____ 1998. Strategies for maximizing avocado productivity: An overview. Proc. of third World Avocado Congress. pp 61-69.

ANEXOS

ANEXO 1. Ancho de los árboles antes y después del tratamiento de poda para el ensayo I (enero 1999).

Antes de la poda	
Árbol	Ancho (m)
1	1.9
2	1.9
3	1.8
4	1.55
5	1.9
6	2.78
7	2.67
8	2.18

Antes de la poda	
Árbol	Ancho (m)
9	2.1
10	2.8
11	2.1
12	2.5
13	2.3
14	2.79
15	1.94
16	2.3

Después de la poda	
Árbol	Ancho (m)
1	1.4
2	1.3
3	1.25
4	1.3
5	1.2
6	1.4
7	1.25
8	1.35

Después de la poda	
Árbol	Ancho (m)
9	1.15
10	1.1
11	1.2
12	1
13	1.1
14	1.1
15	1
16	1

ANEXO 2. Ancho de los árboles antes y después del tratamiento de poda para el ensayo II (enero 1999).

Antes de la poda	
Árbol	Ancho (m)
1	3.6
2	4.1
3	4.6
4	4
5	2.9
6	4.05
7	3
8	3.05

Después de la poda	
Árbol	Ancho (m)
1	1.9
2	1.95
3	2.23
4	2.24
5	1.95
6	2.25
7	1.9
8	2.05

ANEXO 3. Peso fresco y seco de ramillas de palto (julio 2000).

Ramilla	Peso fresco	Peso seco
1	0,2	0,07
2	0,21	0,07
3	0,13	0,04
4	0,2	0,07
5	0,11	0,04
promedio	0,17	0,06

ANEXO 4. Efecto de la helada del mes de Julio de 1999 en el Ensayo

Tratamientos	N° de yemas totales	N° de yemas dañadas	N° de yemas intactas	Porcentaje de daño (%)
Con poda	50	33	17	66
Sin poda	50	32	18	64

ANEXO 5. Efecto de la helada del mes de julio en el Ensayo II.

Tratamientos	N° de yemas dañadas	N° de yemas intactas	Porcentaje de daño (%)
Con poda	19	31	38
Sin poda	16	34	32
Total	35	65	35

ANEXO 6. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante 1999 por la Estación climatológica Quillota.

Enero		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	27,0	12,0
2	25,6	13,0
3	24,8	14,6
4	26,2	10,0
5	28,4	9,0
6	27,0	8,8
7	25,4	9,4
8	32,2	10,2
9	28,4	9,4
10	23,6	12,0
11	23,0	10,2
12	25,0	8,4
13	28,0	9,6
14	23,0	13,2
15	22,0	14,8
16	20,2	15,0
17	25,0	19,4
18	26,8	10,0
19	24,0	14,6
20	24,6	14,8
21	27,2	10,4
22	22,8	13,2
23	25,4	15,4
24	30,6	11,0
25	25,2	11,2
26	23,2	12,4
27	25,0	9,8
28	23,4	14,8
29	26,0	15,0
30	23,8	15,2
31	27,4	11,0

Febrero		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	27,0	9,4
2	28,0	7,4
3	31,2	9,6
4	29,2	9,6
5	30,4	9,6
6	27,6	9,6
7	34,0	9,0
8	27,6	9,4
9	26,6	12,2
10	28,4	9,8
11	24,4	15,4
12	27,4	15,6
13	29,8	8,8
14	28,0	10,4
15	26,0	14,6
16	34,2	10,4
17	26,4	12,4
18	28,0	15,0
19	26,0	16,4
20	27,0	17,6
21	25,8	16,8
22	25,2	12,8
23	26,6	10,4
24	28,2	9,6
25	28,2	14,8
26	31,8	12,0
27	26,4	15,8
28	20,6	16,4
29		
30		
31		

Marzo		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	27,0	14,0
2	29,8	8,2
3	30,6	8,2
4	26,8	13,8
5	25,8	9,0
6	23,0	11,0
7	26,8	5,6
8	30,0	6,0
9	28,2	7,0
10	26,8	7,4
11	26,8	9,0
12	29,8	9,0
13	23,8	15,4
14	26,2	13,6
15	27,8	13,0
16	28,4	10,0
17	27,2	8,2
18	25,4	6,4
19	24,6	7,0
20	31,8	8,0
21	26,2	8,4
22	26,8	7,8
23	27,0	8,4
24	27,4	7,4
25	26,4	7,2
26	23,2	10,0
27	23,0	13,4
28	30,0	6,4
29	29,6	6,0
30	25,4	5,6
31	25,6	8,0

Abril		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	21.6	9.4
2	21.2	10.4
3	22.8	7.4
4	27.2	7.4
5	27.2	7.2
6	24.6	4.8
7	24.0	5.4
8	21.0	3.6
9	20.4	3.6
10	24.0	3.0
11	23.4	4.4
12	22.4	8.0
13	25.0	5.0
14	24.2	5.0
15	29.0	5.6
16	32.4	4.2
17	21.0	2.6
18	21.2	10.0
19	18.6	4.2
20	19.2	4.4
21	27.4	4.8
22	26.0	9.0
23	28.8	8.8
24	28.0	12.4
25	22.0	10.4
26	25.2	9.6
27	30.4	6.8
28	27.6	7.6
29	20.0	6.6
30	24.6	9.8
31		

Mayo		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	22.4	6.6
2	19.8	9.0
3	22.6	9.2
4	21.6	11.0
5	21.6	5.0
6	27.0	4.6
7	29.6	7.6
8	18.2	9.4
9	22.8	6.6
10	26.4	5.4
11	22.6	6.6
12	19.0	6.0
13	16.4	12.6
14	22.4	12.4
15	19.4	5.2
16	16.0	12.6
17	23.4	6.6
18	23.8	4.0
19	15.4	8.6
20	22.4	8.8
21	23.4	4.2
22	23.0	3.2
23	16.0	7.2
24	16.0	3.6
25	20.0	10.0
26	15.0	3.6
27	24.0	10.4
28	19.6	10.0
29	23.6	4.2
30	24.0	4.2
31	14.0	6.0

Junio		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	14.4	11.4
2	18.0	11.4
3	18.4	2.8
4	16.0	7.6
5	17.0	10.0
6	18.8	5.2
7	13.0	10.4
8	15.8	10.0
9	17.8	1.6
10	22.6	-1.0
11	19.8	0.6
12	22.2	3.4
13	22.2	8.2
14	22.2	10.0
15	21.6	8.6
16	15.0	8.8
17	21.0	7.4
18	20.4	7.8
19	19.2	3.2
20	19.8	2.0
21	17.6	5.0
22	18.8	10.8
23	21.2	5.8
24	17.6	6.0
25	16.6	9.4
26	18.2	1.2
27	16.0	6.0
28	15.4	9.8
29	15.4	8.4
30	19.0	8.8
31		

Julio		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	16.8	9.2
2	16.8	3.0
3	17.4	2.6
4	19.0	1.4
5	18.2	1.2
6	17.6	1.4
7	15.0	1.6
8	15.0	9.6
9	13.6	8.8
10	18.4	8.8
11	14.8	9.6
12	14.8	2.6
13	15.6	4.4
14	14.6	0.4
15	17.8	-1.4
16	18.8	-2.2
17	15.2	-2.0
18	16.4	5.0
19	15.4	7.8
20	17.8	2.0
21	19.8	2.0
22	21.0	2.8
23	22.0	1.6
24	25.0	2.2
25	18.6	1.6
26	19.6	6.6
27	19.4	3.0
28	16.0	10.4
29	17.6	9.0
30	25.2	2.2
31	21.2	2.8

Agosto		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	15.8	3.0
2	14.2	9.6
3	16.8	10.0
4	19.0	3.4
5	14.8	8.6
6	20.0	8.8
7	21.6	3.4
8	24.6	4.4
9	28.6	6.2
10	26.2	3.2
11	20.6	5.4
12	19.4	3.0
13	18.0	-1.4
14	20.0	0.4
15	14.0	4.0
16	18.2	6.2
17	20.2	1.4
18	24.4	3.8
19	16.8	10.2
20	14.4	9.2
21	18.4	9.2
22	16.6	7.6
23	13.0	9.8
24	17.8	3.4
25	24.6	3.6
26	16.2	5.4
27	14.6	10.4
28	18.4	5.6
29	14.6	8.0
30	15.2	11.6
31	18.4	6.4

Septiembre		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	18.6	7.6
2	15.0	7.0
3	16.2	8.6
4	14.0	9.0
5	17.2	11.2
6	18.2	10.8
7	16.8	8.6
8	15.8	6.4
9	18.8	2.0
10	15.8	6.4
11	21.0	6.2
12	15.6	9.8
13	17.2	2.0
14	21.4	2.2
15	25.0	4.0
16	27.2	5.2
17	19.8	5.8
18	23.4	6.2
19	23.6	8.4
20	14.8	8.6
21	15.4	11.7
22	18.6	11.2
23	14.0	12.0
24	17.2	8.8
25	17.4	11.4
26	18.4	11.8
27	17.2	9.8
28	20.6	10.0
29	21.4	5.2
30	12.8	10.4
31		

Octubre		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	18.4	10.0
2	22.6	4.6
3	15.6	8.2
4	14.4	11.4
5	15.6	9.0
6	21.0	4.4
7	24.8	7.2
8	19.4	10.8
9	15.0	12.0
10	23.2	11.2
11	20.4	12.4
12	23.0	9.0
13	22.8	6.0
14	15.6	6.2
15	22.6	3.2
16	23.8	5.2
17	24.0	5.8
18	20.2	6.6
19	21.0	12.0
20	26.6	6.8
21	17.4	8.8
22	16.8	13.0
23	23.6	10.0
24	24.4	8.2
25	17.8	13.0
26	21.0	12.2
27	22.0	12.0
28	24.6	6.0
29	21.8	6.0
30	21.8	8.6
31	19.2	11.2

Noviembre		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	23.8	7.6
2	22.0	8.0
3	23.2	8.2
4	27.0	6.0
5	31.6	7.8
6	25.4	8.0
7	27.4	7.0
8	23.8	5.4
9	22.4	5.6
10	22.0	11.6
11	20.0	7.0
12	28.8	10.2
13	28.0	8.6
14	22.4	8.6
15	24.6	13.6
16	25.6	9.0
17	24.6	13.6
18	26.8	8.4
19	27.0	7.0
20	23.0	7.8
21	25.0	13.8
22	25.4	7.4
23	23.6	10.0
24	26.4	7.4
25		7.4
26		
27		
28		
29		
30	25.4	12.0
31		

Diciembre		
Día	T°máx °C	T°min °C
1	24.8	11.6
2	31.2	8.6
3	25.6	9.6
4	27.8	13.8
5	28.0	7.0
6	26.8	5.2
7	27.2	4.2
8	27.2	6.2
9	22.2	6.8
10	24.6	12.0
11	24.8	9.0
12	24.6	12.8
13	27.6	13.4
14	25.4	8.6
15	25.0	8.0
16	23.2	9.2
17	25.2	14.2
18	26.8	14.8
19	26.6	9.0
20	25.6	8.0
21	29.2	8.6
22	25.2	9.6
23	23.6	10.8
24	26.8	9.6
25	28.6	9.0
26	30.6	9.0
27	26.2	10.4
28	27.4	15.0
29	28.2	11.4
30	28.0	10.8
31	25.0	9.2

ANEXO 7. Diámetro polar y ecuatorial, para el ensayo 1, de fruta de plantas de paltos sometidas a dos tratamientos de poda.

Calibres	Con poda		Sin poda D. POLAR	
	D.ECUAT.	D. POLAR	D.ECUAT.	D. POLAR
extra	10,1	7,0	10,1	7,0
primera	9,6	6,6	9,7	6,6
segunda	8,9	6,4	9,1	6,4
tercera	8,7	6,3	8,5	6,3
cuarta	8,9	5,7	8,3	5,9
quinta	8,6	5,4	8,2	5,7

ANEXO 8. Diámetro polar y ecuatorial, para el ensayo 2, de plantas de palto sometidas a dos tratamientos de poda.

Calibres	Con poda D. POLAR D.ECUAT.		Sin poda D. POLAR D.ECUAT.	
N° árboles				
extra	11,3	6,9	10,7	6,7
primera	10,2	6,3	10,2	6,4
segunda	9,8	6,1	9,7	6,1
tercera	9,5	5,3	9,6	5,9
cuarta	8,8	5,3	8,8	5,7
quinta				