

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA



TALLER DE LICENCIATURA

EVALUACIÓN TÉCNICA DEL COMPORTAMIENTO DE PALTOS (*Persea americana* MILL) CV. HASS EN DOS EDADES SOMETIDOS A UN SISTEMA DE PODA EN SETO

MATHIAS ELIGIO JAQUE SALAZARQQ

QUILLOTA, CHILE 2001

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Hipótesis del trabajo	3
1.2	Objetivo general	3
1.3	Objetivos específicos	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	Definición de poda	5
2.2	Principios de la poda	5
2.3	Tipos de poda	6
2.4	Tipos de corte en la poda	9
2.5	Efectos de la poda	10
2.6	Problemas de árboles sin poda	12
2.7	Beneficios de la poda	16
2.8	Importancia de la variedad en el tipo de poda	17
2.9	Manejos de poda en palto	18
2.10	Tipos de poda en palto	20
3	MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1	Ubicación geográfica de los ensayos	24
3.1.1	Antecedentes climáticos	24
3.1.2	Antecedentes edáficos	25
3.2	Descripción Ensayo 1	25
3.3	Descripción Ensayo 2	26
3.4	Descripción de los tratamientos	27
3.5	Variables a evaluar en lo ensayos	28
3.5.1	Peso fresco y peso seco del material podado	28
3.5.2	Diámetro de frutos	31
3.5.3	Superficie de canopia de los árboles	31
3.5.4	Intercepción de luz	33
3.5.5	Densidad de raíces	33
3.5.6	Puntos de floración y número de panículas por orientación	34
3.5.7	Número de frutos cuajados	35
3.5.8	Rendimiento de fruta cosechada	35
3.6	Diseño del experimento	36
4	PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	37
4.1	Presentación y discusión de los resultados del Ensayo 1	37
4.1.1	Pesos fresco y peso seco del material podado	37
4.1.2	Superficie de canopia de los árboles	39
4.1.3	Intercepción de luz	41
4.1.4	Densidad de raíces	47
4.1.5	Puntos de floración y número de panículas	49

4.1.6	Número de frutos cuajados	53
4.1.7	Rendimiento de fruta cosechada	58
4.2	Presentación y discusión de los resultados del Ensayo 2	59
4.2.1	Peso fresco y peso seco del material podado	59
4.2.2	Diámetro de frutos	60
4.2.3	Intercepción de luz	62
4.2.4	Densidad de raíces	64
4.2.5	Puntos de floración y número de panículas	66
4.2.6	Número de frutos cuajados	68
4.2.7	Rendimiento de fruta cosechada	70
5	CONCLUSIONES	76
6	RESUMEN	78
7	LITERATURA CITADA	80
	ANEXOS	

1. INTRODUCCIÓN

El palto (*Persea americana* Mill) pertenece al orden Ranales, suborden Magnolineas, familia de las Lauráceas, género *Persea*. Es una especie nativa de América central y sus zonas inmediatamente adyacentes (CAUTÍN, 1996).

En Chile, el palto es una especie que en los últimos años ha presentado un gran incremento en su superficie plantada, las que en el año 1999 se aproximaron a las 18307 há, (CFFA, 2000). Este gran aumento se debe a la situación actual de alta rentabilidad y a la posibilidad de utilizar sectores marginales como laderas de cerro, en las cuales es posible plantar distintos cultivos además de paltos, pero solo estos últimos son capaces de pagar hoy en día los costos de implantación y manejo. Debido a esto, se ha aumentado sus producciones y exportaciones las cuales llegaron a 2.322.182 cajas desde el 1 de septiembre de 1999 hasta el 11 de Junio del 2000 (CFFA, 2000), siendo Estados Unidos el principal país comprador, seguido por Canadá, en menor cantidad Latinoamérica y en bajo volumen Europa.

Junto con este crecimiento en superficie, también, ha ido en aumento la densidad de plantación, con el fin de lograr producciones comerciales en forma temprana por hectárea y recuperar en un período menor la inversión inicial.

A mayor densidad de plantación, mayor precocidad comercial, pero al mismo tiempo, menor longevidad de los árboles y mayores dificultades en su

manejo, cuando estos comienzan a ocupar el reducido espacio que se les ha asignado (RAZETO, 1996).

Con esto se generan varios problemas, entre ellos el de iluminación, ya que los árboles se emboscan rápidamente si no se hacen los manejos adecuados para controlar el vigor.

Debido a la condición selvática en su zona de origen los árboles deben competir permanentemente por luz y espacio, lo que produce una selección natural la cual favorece la sobrevivencia de árboles de crecimiento vegetativo rápido y permanente, es por esto que esta especie está genéticamente determinada 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).

En la actualidad, para solucionar este problema se realizan manejos como, raleo de árboles, aumentándose la distancia de plantación, pero solo se logra mantener a los árboles sin toparse por algunos años, también se realizan aplicaciones de reguladores de crecimiento como antigiberelinas para controlar el crecimiento vegetativo y favorecer el reproductivo, sin llegar a constituirse en soluciones efectivas para evitar el problema de emboscamiento.

Dada la posibilidad que ofrece el manejo de poda en los árboles, generando material vegetativo de calidad, que permita un acelerado desarrollo del calibre de los frutos, se plantea en la actualidad como marco de plantación el rectángulo, de manera de intervenir con este manejo las calles o entrehileras, obteniéndose un doble beneficio al controlar el volumen de los árboles y la renovación constante de madera (CAUTÍN, 1996).

En la mayoría de los países productores de palta, ya se ha asumido el hecho de podar los paltos ya sea en huertos nuevos o también en huertos antiguos utilizando podas severas de rebaje. Por esto se han realizado muchos trabajos de poda y se está a la espera de estos resultados. En este estudio se entrega información acerca de un sistema de poda en seto con árboles de dos edades y en su segunda temporada de estudio.

1.2. Hipótesis del trabajo

El sistema de poda en seto controla en mejor forma el vigor y tamaño del árbol sin afectar la producción.

1.3. Objetivos generales

Establecer las ventajas y desventajas técnicas y productivas que se genera por la implementación de un sistema de formación y producción en seto de paltos.

1.4. Objetivos específicos

- Evaluar la intensidad de poda expresada en materia seca del material eliminado.
- Evaluar el efecto del sistema de poda sobre el área de canopia de los árboles.
- Evaluar como afecta el sistema de poda en seto en la velocidad de crecimiento y el diámetro final de frutos.
- Evaluar el efecto del sistema de poda sobre la intercepción de luz.
- Evaluar el efecto del sistema de poda utilizado sobre la densidad de raíces que presentan los árboles.
- Evaluar el efecto del sistema de poda en seto sobre el número de puntos de floración y en el número de panículas.
- Evaluar el efecto del sistema de poda utilizado sobre la cuaja de frutos.
- Evaluar como afecta el sistema de poda utilizado sobre el rendimiento, expresado en kilos de cosecha obtenidos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Definición de poda

Desde un punto de vista estrictamente técnico, toda operación en la que, mediante un corte efectuado con cualquier herramienta, se elimina una parte cualquiera de un árbol, es una operación de poda (GIL-ALBERT,1995).

La poda consiste en la eliminación ordenada de una proporción de la copa de las plantas, usualmente ramillas con yemas o brotes con hojas y, ocasionalmente, raíces (GIL, 1997)

2.2. Principios de la poda

La tarea del fruticultor es formar el árbol a fin de exponer las hojas a la mayor cantidad de luz posible por conducción y poda de los árboles. Para alcanzar este objetivo, el fruticultor debe estar convencido de lo que son el área foliar y los índices del dosel, la densidad foliar, además los hábitos de crecimiento y producción de las diferentes especies frutales (RYUGO, 1993).

Para realizar la poda de una forma correcta, es imprescindible tener conocimientos básicos sobre la morfología y la fisiología de las especies frutales. A su vez, la poda va a influir de forma importante en las funciones fisiológicas de la planta (crecimiento, absorción de agua y nutrientes, entre otras cosas) (COQUE y DÍAZ, 1996).

El porcentaje de energía fosintéticamente activa interceptada por los árboles va a determinar, de forma significativa, el rendimiento de la explotación. Cuanto mayor es el porcentaje captado, más elevada es la tasa fotosintética, la elaboración de azúcares, y por lo tanto, el desarrollo y la fructificación (COQUE y DÍAZ, 1996).

Se debe tener presente que el diseño y manejo de la planta deben estar orientados a maximizar la interceptación de luz y su distribución en todo el follaje para alcanzar su máximo potencial (GIL, 1997).

2.3. Tipos de poda

La poda de formación (conducción) de plantas nuevas tiene como objetivo darles fortaleza (distribución, espaciamiento de ramas, ángulo amplio de inserción de ramas, fructificación en madera fuerte), una forma que optimice el manejo (sistema de conducción) y la producción, y una rápida iniciación de la producción frutal (maduración) (GIL, 1997).

La poda de formación en árboles de hoja persistente es escasa, debido a que comúnmente forman una copa equilibrada y bien estructurada de manera natural. Los cortes en esta fase, si es que se realizan, deben ser moderados, de lo contrario se prolonga en demasía el estado vegetativo de los árboles, caracterizado por un vigor excesivo y fructificación nula. Adicionalmente, estos árboles tienden a recuperar con facilidad su forma natural, situación que dificulta la orientación artificial de su estructura, a no ser que se intervenga continua y reiteradamente con eliminación de ramas y brotes, hecho que retarda la entrada en producción (RAZETO, 1999).

La poda de formación debe estar orientada a eliminar ramas mal ubicadas o a sacar el exceso de “chupones” (brotes muy vigorosos y succulentos). Estos deben ser removidos de su base misma, sin dejar un trozo adherido a la rama que les dio origen, para evitar una nueva brotación desde las yemas que allí hubiesen quedado (RAZETO, 1999).

La poda de producción debe conferir facilidad de manejo (control de las dimensiones de la planta, mantención de la forma original), adecuada iluminación en el interior de la copa (espacio entre ramas y entre ramillas), control de la carga frutal (localización de la madera frutal, cantidad de flores y frutos, calidad de frutos, uniformidad a través de los años), larga vida (mantener vigor regulando competencias), sanidad (eliminación de madera enferma o muerta), y también persigue reparar daños y deformaciones (GIL, 1997).

Existe dos diferencias fundamentales en la poda de producción entre árboles de hoja caduca y árboles de hoja persistente: En primer lugar, su

característica de “siempre verdes”, que implica una eliminación importante de hojas funcionando, cada vez que se poda. Esta remoción de hojas determina *per se* un debilitamiento del árbol, porque en frutales de hoja persistente hay una gran acumulación de reservas en el propio follaje. El otro factor es la regulación natural que la mayoría de estos árboles tiene sobre su producción de fruta. Ellos, normalmente florecen y cuajan en forma equilibrada y, en el caso de una excesiva cuaja de frutos, por lo general, se desprenden del exceso de estos a través de caídas, inmediatamente después de la cuaja o bien uno a dos meses más tarde (RAZETO, 1999).

En árboles de hoja persistente la poda de producción puede estar orientada a eliminar madera seca o debilitada, que ya no desempeña función alguna y solo entorpece el manejo de los árboles. También se puede podar árboles cuyo follaje se ha tornado demasiado denso, con el fin de lograr una mejor iluminación en el interior o bien permitir una mejor penetración de los pesticidas. En este caso, cuando la estructura del árbol lo permite, es conveniente tratar de otorgar una forma cónica al árbol, eliminando de preferencia ramas en la parte superior (RAZETO, 1999).

La poda de rejuvenecimiento no es más que una poda de producción de una planta debilitada o envejecida; el objetivo es conferir vigor (eliminación de ramas, generación de ramas nuevas) (GIL, 1997).

2.4. Tipos de corte en la poda

Los tipos de corte que se hacen y la selección de las ramas que se conservan, son dictadas por el hábito de crecimiento de la especie y la anatomía de las ramas durante el período inicial de conducción de tres a cuatro años (RYUGO, 1993).

El despunte es realizado para acortar la rama como un medio de inducir ramificaciones adicionales cerca del punto donde el corte es realizado. Un corte de raleo es realizado en la base de una rama no deseable para reducir el exceso de estas. Las ramas en posiciones adecuadas enseguida llenarán las partes del dosel y empezarán a producir una cosecha. Cuando se hace un corte de raleo, se debe tener cuidado de no dejar tocones cortos. Este tipo de tocón muere regresivamente hacia la base o da lugar a brotes de yemas en reposo localizadas en la base de este tocón. Cuando las ramas son cortadas en la base, el cambium de la parte donde estaba esta pequeña rama pronto desarrolla un anillo circular de tejido de callo el cual llena la superficie del corte. Si una rama es muy pesada para ser sostenida mientras esta se poda, se debe remover en tres etapas para prevenir daños a la corteza (RYUGO, 1993).

2.5. Efectos de la poda

La poda tiene un efecto enanizante como resultado de la reducción de la superficie foliar como consecuencia del menor número de yemas. La poda en verde deprime más aún el desarrollo total que la invernal (SAURE, 1987), depresión que es máxima en el momento que el brote termina de ser un órgano importador de alimentos, hacia mediados y fines de primavera, y es menor mientras más temprano o más tarde se haga (MYERS y FERRE, 1983).

Dentro de los efectos de la poda de formación en los árboles nuevos, está el retraso en la entrada en producción, lo cual no causa mayor dificultad al considerar prácticas como anillado en plantas vigorosas y aplicación de antigiberélicos para adelantar la entrada en producción (STASSEN, 1999).

La poda debilita el árbol. Al suprimir ramas se disminuye el número de hojas y, como consecuencia, el desarrollo de las raíces. Las ramas que no se despuntan ramifican más equilibradas, pues cuando se eliminan algunas yemas, se vigorizan otras en la misma rama e incluso yemas de otra parte del árbol, debido a que la savia de la zona suprimida es utilizada por el resto de la planta y, especialmente, por los órganos adyacentes (COQUE y DÍAZ, 1996).

Es muy debilitante la poda en plantas de hoja persistente cuando está ocurriendo el segundo flujo de crecimiento de brotes (CUTTING *et al.*, 1994).

Por otra parte la poda tiene un efecto vigorizante. Los brotes en plantas podadas, que son menos en cantidad, crecen más vigorosamente que en las no podadas, por más tiempo, con hojas más grandes, y terminan de mayor longitud, en proporción a la intensidad de poda. Sin embargo la suma de estos brotes es menor (JONKERS, 1982), los brotes son más succulentos, con menor concentración de materia seca, el tronco es más delgado y la raíz crece menos (MAGGS, 1965 y HANSEN, 1987, citados por GIL, 1997).

La vigorización es consecuencia del menor número de yemas (y sus posteriores brotes) que se benefician de una mayor cantidad de 1) reservas (especialmente de almidón, ya que las especies tropicales sin él no se benefician tanto) 2) raíces (mejor aprovisionamiento de agua y minerales), mayor estimulación hormonal 3) mayor nivel hormonal (GROCHOWSKA *et al.*, 1984).

Una poda muy intensa en palto estimula la formación de madera nueva que en algunos cultivares muy vigorosos puede tener lugar en detrimento de la fructificación (CALABRESE, 1992).

2.6. Problema de árboles sin poda

El palto, debido a su gran vigor, genera árboles de gran tamaño los cuales no cumplen con la realidad económica y comercial de hoy, que consiste en huertos intensivos con producciones comerciales a muy temprana edad, con árboles pequeños que facilitan las labores y actividades mecánicas dentro del huerto (STASSEN, 1999).

El tamaño que los árboles lograrán en su estado adulto depende de numerosos factores, entre los cuales se encuentran clima, suelo, variedad, precocidad que se desea en la producción y el manejo del huerto (RAZETO, 1996).

El árbol no podado entra antes en producción, pero desarrolla numerosas ramas vigorosas, que con el tiempo se alargan excesivamente y se curvan con el peso. Todo ello impide la buena aireación y, sobre todo, iluminación del interior de la copa, lo que ocasiona que no evolucionen una gran parte de las yemas en esta zona por falta de luz y la fructificación se localice exclusivamente en la periferia (COQUE Y DÍAZ, 1996).

En paltos nuevos en crecimiento, en general, podemos decir que son árboles de:

- Gran vigor
- Alta productividad
- Muy buenos calibres de fruta

- Pocos problemas de salinidad
- Cosechas tempranas

Esto sucede en arbolitos que tienen 4 ó 5 hasta 8 años de edad. La característica más importante es el calibre; es muy fácil conseguir en estas plantas calibres muy grandes, sobre 200 gr que realmente en la exportación puede significar un elemento importante sobre todo en el precio final de la fruta obtenida.

Esto ocurre hasta que los árboles están prácticamente comenzando a toparse, debido a que no solo hay una competencia por luz, también hay una competencia muy fuerte en el sistema radicular, en que las raíces ya están cruzadas y compitiendo fuertemente.

Lo que sucede posteriormente es que los huertos terminan con un emboscamiento general, hay pérdidas muy importantes del área interior de los árboles, los primeros 3, 4 ó 5 metros no presentan productividad, los árboles empiezan a decaer, la ramillas son cada vez más débiles, las hojas más amarillentas, y en general, presentan un aspecto enfermizo. La productividad se va hacia las orillas de los huertos y es común encontrar muy baja producción en el interior del huerto y la fruta está solamente en ese techo de producción (GARDIAZÁBAL, 1999)*.

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Arg. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1999. Comunicación personal.

Para lograr un temprano punto de equilibrio y producción óptima, es necesario realizar plantaciones a alta densidad, aproximadamente 400 árboles por hectárea. El problema con estas plantaciones es que en unos pocos años aparecerán problemas de emboscamiento. La principal desventaja es que la penetración de luz se verá restringida a la parte alta de los árboles y muy poca luz podrá penetrar al interior del árbol o a la base de este (KHÖNE, 1998).

Existen huertos con árboles de gran tamaño, con centros prácticamente vacíos y con exagerados largos de rama, las que, además, producen una serie de derivaciones buscando la periferia de la planta, reduciéndose cada vez más el diámetro de las ramas que abastecen la última porción del árbol, sector en donde se ubica la fruta. Es decir, hay una alta probabilidad que la capacidad de abastecimiento de agua y nutrientes de los frutos se vea muy disminuida en relación a la situación que se produce en plantas jóvenes, cuyo distanciamiento entre los centros de fructificación y el eje de la planta, es más corto (CAUTÍN, 1997).

Para alcanzar un tamaño medio o grande, la fruta necesita una maximización en su división celular, por esta razón una reducción en alguno de los recursos que se necesitan para la división celular reducirá el tamaño promedio de la fruta. Los recursos más importantes son los reguladores de crecimiento (especialmente la citoquinina); fotoasimilados que proporcionan esqueletos carbonados; nutrientes minerales del suelo; y agua (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

El problema del tamaño de la fruta es más severo cuando los árboles incrementan su edad, tamaño y complejidad con una asociada reducción en el vigor. Árboles más jóvenes tienen una relación hoja fruto más favorable, y gastan proporcionalmente menos energía en crecimiento y mantención de la respiración. Árboles viejos tienen una gran proporción de madera estructural con relación a su área foliar, y con un reducido vigor deben mantener demasiada fruta para el número de hojas fotosintéticamente eficientes. También se afecta la competencia vegetativa/reproductiva en fases críticas, se pierde la actividad radical y almacenamientos de carbohidratos (WOLSTENHOLME y WHILEY, 1995).

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

Si no se realiza algún tipo de práctica para controlar el crecimiento vegetativo, los árboles 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).

Árboles emboscados:

- Decaimiento de plantas
- Fruta de calibres pequeños
- Menor producción
- Árboles dañados por salinidad en caso de zonas salinas

- Muy susceptible a plagas y enfermedades (GARDIAZÁBAL, 1999)*

2.7. Beneficios de la poda

La necesidad de recurrir a la poda aparece sobre todo en los países industrializados que producen palto, donde se quiere habitualmente aumentar al máximo la productividad de las superficies disponibles y disminuir el costo total de las operaciones culturales. El espesamiento de la vegetación por encima de ciertos límites, si no se quiere intervenir mediante aclareo de árboles, puede obligar a intervenir con poda. Así mismo, se deberá intervenir con poda cuando se quiera detener el crecimiento en altura para permitir una más fácil recolección (CALABRESE, 1992).

Como especie, los paltos presentan una serie de características que hacen posible el intervenir con podas y obtener excelentes respuestas productivas a corto plazo. La importante masa radical que presentan los árboles sanos y equilibrados, es una fuente de producción de compuestos fitohormonales con mayor importancia en citoquininas, las que son responsables dentro de la fisiología general de la planta, de la dinámica de división celular que sufren los tejidos que se constituirán en futuros órganos y estructuras; en relación a la poda, son responsables de la brotación numerosa y del vigor que presentan las plantas luego del estímulo de corte de material vegetal (CAUTÍN, 1997).

*GARDIAZÁBAL, F. Ing. Arg. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1999. Comunicación personal.

La interceptación de luz (y distribución a través de la canopia) es la fuerza impulsora para la fotosíntesis de las hojas y tiene un mayor efecto sobre la energía en la vía de transpiración, efecto sobre la hoja y temperatura del aire y gradiente de humedad hoja-aire, siendo un factor muy importante que influencia la productividad del árbol y el uso del agua (JOHNSON y LAKSO, 1991).

El carbono fijado por el follaje de las plantas en la fotosíntesis es regulado por una variedad de factores abióticos y bióticos tales como el área de superficie foliar, el tiempo de retención de follaje, la tasa de respiración foliar y por las condiciones de luz, nutrientes, agua y temperatura. Este carbono fijado y su translocación hacia la raíz, regula la capacidad de un árbol para mantener un sistema radical adecuado (FITTER, 1996).

2.8. Importancia de la variedad en el tipo de poda

La elección del cultivar juega un rol muy importante en el éxito de la poda anual del huerto. Desafortunadamente, el cultivar más importante, Hass, es mucho más difícil de manejar en relación al control de su tamaño en comparación con Ryan y Pinkerton (KÖHNE, 1998).

El palto de la variedad Hass es, en general, un árbol de desarrollo mediano con crecimiento en altura, pero no en forma piramidal; de acuerdo con ello, se le puede plantar a distancias medias, pero considerando su precocidad es posible trabajar en altas densidades (CAUTÍN, 1996).

En general, se ha observado que los problemas de fruta con menor calibre en el cultivar Hass se agravan a medida que el árbol aumenta de tamaño, edad y complejidad, asociado a una reducción de la tasa de crecimiento o vigor de ramillas y ramas sub-principales (CUTTING, 1993).

2.9. Manejos de poda en palto

Para tener plantaciones intensivas sin acelerar el emboscamiento se deben aplicar las siguientes medidas:

- plantar los árboles en forma rectangular. De esta forma, habrá una apertura entre las hileras de árboles que permitirá que la luz penetre y alcance la base del árbol,
- plantar los árboles lo más cercanos unos a otros en dirección Norte/Sur, esto permitirá que ambos lados del seto reciban igual cantidad de luz solar,
- prevenir que la parte alta del árbol se ensanche más que la base impidiendo la penetración de luz (KHÖNE, 1998).

La poda en plantaciones de alta densidad se puede realizar en forma manual, con tijeras o serrucho si fuese necesario o mecánicamente. Si el costo de la mano de obra lo permite, es preferible la poda manual porque es selectiva y dirigida. La poda mecánica es muy rápida, pero no discrimina sobre el material que corta, causando corte excesivo en determinados lugares del árbol e insuficiente en otros (RAZETO, 1996).

La poda debe ser suave y dirigida solo a madera delgada. El corte de madera de varios años de edad, no solamente produce una baja ostensible

en la producción, sino que, además, va acompañada de una abundante emisión de brotes vigorosos cercanos a la zona del corte, que pronto rellenarán con follaje el sector del árbol podado (RAZETO, 1996).

La poda de verano asegura de mejor forma que suficiente luz llegue al interior de la canopia permitiendo la iniciación de yemas florales no solo en partes periféricas del árbol. Esta poda puede llevarse a cabo en forma mecánica o manual (KHÖNE, 1998).

No solo el manejo de poda es la solución a los problemas de huertos de palto, se debe, eliminar focos de crecimientos vigorosos y manejar el crecimiento de otros brotes. Además, contar con un programa planificado de riego y nutrición que complemente las acciones de la poda, procurar una altura de árbol no mayor al 80 % de la distancia entre hileras e incluso una altura menor en lugares con pendiente, se recomiendan distancias de plantación para paltos Hass de 6 m x 3 m, es decir 555 árboles por hectárea. Los huertos nuevos deben ser orientados en sentido norte/sur (Chile y Sud África) para un mejor aprovechamiento de la luz solar. Árboles con forma piramidal serán más beneficiosos en la intercepción de luz para el huerto en general (STASSEN, 1999).

En árboles podados se tiene:

- Nuevamente un gran vigor de plantas
- Buenos calibres
- Gran producción
- Añerismo atenuado
- Menores problemas de salinidad

- Menores problemas de enfermedades (GARDIAZÁBAL, 1999)*

2.10. Tipos de poda en paltos

La poda de formación en eje central, abre el centro del árbol a la luz y resulta generalmente, en un aumento de cosecha. En este punto, es importante entender la competencia entre fruto y brote. Cuando las cosechas son elevadas, el crecimiento vegetativo se reduce, en cambio cuando las cosechas son bajas, el crecimiento vegetativo es vigoroso. Si se logra mantener los árboles en producción uniforme, la altura del árbol se reducirá por la falta de recursos para el crecimiento vegetativo. De hecho, se produce un enanizamiento del árbol provocado por las altas cosechas. Las ramas laterales deben cortarse siempre sobre otra rama lateral para equilibrar el árbol y así controlar este crecimiento, todo lo cual permite retardar el aclareo de árboles, mantenerlos compactos y mejorar la distribución de luz. Una alternativa a la eliminación de árboles es cortarlos dejando un tocón de 50 - 70 cm formando el árbol que rebrota en eje central (MARTIN, 1998).

Para controlar en los árboles el incremento excesivo de la porción vegetativa, se efectúa habitualmente un rebaje de los árboles (FABER, 1991).

Esta práctica consiste en rebajar drásticamente a fines de invierno, decapitando a nivel de las ramas madres, las cuales quedan de unos 60 a 80 cm de largo (RAZETO, 1996).

*GARDIAZÁBAL, F. Ing. Arg. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1999. Comunicación personal.

Su principal problema es que al rebajar árboles completos el rebrote es muy vigoroso por lo que difícilmente empiezan a producir fruta al segundo año (GARDIAZÁBAL y WILHELMY, 1995).

Cabe señalar que este procedimiento de renovación solo es aplicable a árboles en buenas condiciones y con su sistema radical sano. Árboles débiles, envejecidos, o con problemas en su raíz normalmente no tienen suficiente “fuerza” como para responder a tan drástica operación (RAZETO, 1996).

En Nueva Zelanda, se proponen sistemas de rebajes para huertos adultos de gran altura 12 m a 15 m, manteniéndolos entre 4 m a 5 m de alto. Es muy importante el momento en el que se realiza esta poda, ya que de esto dependerá el tiempo que habrá que esperar hasta la próxima producción, el cual idealmente debería ser dentro de 2 años. La poda se debe realizar a fines de febrero hasta abril para evitar el daño de heladas en los brotes nuevos y una vez que la fruta haya sido cosechada. Los árboles que son podados en este período estarían produciendo fruta entre 20 a 22 meses después. Los árboles podados a mediados de mayo producirán fruta en 30 a 32 meses (PARTIDA, 2000).

Buscando el mismo objetivo anterior, Partida recomienda un sistema de vaso abierto para huertos adultos emboscados plantados a muy baja densidad en los cuales una pared de producción no es posible llevar a cabo. La técnica consiste en seleccionar tres a cuatro ramas importantes que formarán la base de la estructura; además, se deberán eliminar ejes dominantes, ramas que invadan a los árboles vecinos y ramas mal ubicadas. El objetivo es alcanzar un equilibrio en el vigor del árbol, permitir la penetración de luz en las partes bajas y lograr una altura aproximada de 5 m (PARTIDA, 2000).

En Israel se utiliza la llamada poda de tercios, que consiste en cortar un tercio del árbol cada dos años, rebajando ramas a 1,5 m y dependiendo si se está en un año de baja floración se debería anillar. Da lo mismo cuando se empieza a intervenir el árbol, lo importante es hacerlo cuando falte luz (GARDIAZÁBAL, 1999)*

También en Israel utilizan la poda de invierno; la idea es cortar los árboles al final de este, después de la cosecha pero antes de floración (para variedades tempranas como ettinger). Los árboles son formados con un leve ángulo en las caras, dejando la parte más ancha abajo y arriba más angosto y plano. Esta poda se realiza con maquinaria, hecho que presenta un gran inconveniente en zonas lluviosas, al considerar las condiciones del terreno lo cual causa compactación de suelo (STOTTLEMYER, 1999).

Para solucionar este problema, muchos productores han optado por la poda de verano donde los árboles son podados manteniendo la forma piramidal, eliminando para ello los crecimientos nuevos, pero dejando la madera frutal sin tocar, aun en poda con maquinaria. El problema de este método es que el área frutal del árbol se mueve gradualmente hacia la entrehilera volviéndola más estrecha. Eventualmente, se debe hacer una poda severa luego de la cosecha en una cara un año y la otra al año siguiente, para luego seguir con la poda de verano normal al tercer año y volver atrás nuevamente. (STOTTLEMYER, 1999).

La reducción de la copa del árbol por los lados (hedging) como alternativa al aclareo de árboles se utiliza cuando los marcos de plantación son inadecuados a fin de garantizar una distancia mínima necesaria entre árbol y

*GARDIAZÁBAL, F. Ing. Arg. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1999. Comunicación personal.

árbol. En estos casos, la poda es útil para permitir una buena iluminación de las zonas de vegetación más bajas y para permitir asimismo un mejor movimiento de hombres y material (CALABRESE, 1992).

En Sudáfrica, STASSEN (1999) propone el uso de sistemas de conducción libre en una pared de producción piramidal, en la cual cada árbol puede contar con uno o más líderes. Los paltos en forma natural eligen un líder central lo cual no significa que no se puedan utilizar más, especialmente en plantaciones con una distancia de 4 m o más entre la hilera.

De todas formas, aún no es posible definir cual es el mejor sistema de poda; lo importante es disponer de luz que permita a los árboles tener floraciones y producción.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de los Ensayos

Los ensayos fueron realizados entre enero del 2000 y enero del 2001, en la Estación Experimental “La Palma”, perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la provincia de Quillota, Quinta Región, Chile, en el paralelo 32° 50' y meridiano 71° 13' de Latitud Sur (MINAGRI, 1966).

3.1.1. Antecedentes climáticos

La zona de Quillota presenta un clima templado, con un dominio secoestival mediterráneo y provincia secoestival nubosa; corresponde al clima templado de verano seco. Su temperatura es moderada y con pocas heladas, con una media anual de 15,3°C, con una máxima media del mes más cálido (enero) de 27°C y una mínima media del mes más frío (julio) de 5,5°C. Las precipitaciones se concentran en el invierno y son alrededor de 450 mm. Tanto la humedad como la temperatura están bajo el dominio marítimo, la neblina y nubosidad penetran desde la costa. (GASTÓ, PANARIO y COSIO, 1993).

Las precipitaciones este año fueron de 588,5 mm y con una ocurrencia heladas solo en el mes de julio (Registros Estación Experimental "La Palma") (Anexo 1).

3.1.2. Antecedentes edáficos

Suelo de tipo sedimentario, profundo, de origen coluvial, formado a partir de sedimentos graníticos de la formación granítica de los cerros ubicados al este del predio. De textura superficial franca y franco arenosa fina en profundidad, *substratum* constituido por gravas y piedras con material intersticial del suelo confiriéndole una permeabilidad moderada y buen drenaje (MINAGRI, 1966).

3.2. Descripción Ensayo 1

Este ensayo se realizó en el sector Hass 97 de la estación experimental, el cual lleva 3 años en formación de seto; los paltos pertenecen a la variedad Hass injertados sobre patrón franco del cultivar mexícola. Estos paltos fueron plantados en Abril del año 1997, a una distancia de 6 x 4 con orientación norte-sur. El ensayo consta de 4 módulos seleccionados al azar cada uno con 8 árboles y dentro de cada módulo los árboles se encuentran distribuidos en 2 hileras de 4 árboles cada una.

En cuanto al riego, este se realizó mediante la estimación de la evapotranspiración potencial, utilizando para ello el tanque evaporimétrico clase A. Se utilizó un sistema de riego presurizado que constaba de una

hilera de cuatro goteros por árbol, ubicados a una distancia de 50 cm cada uno, cuyo caudal corresponde a 4l/h por gotero.

La fertilización del huerto de paltos se realizó en forma manual o vía riego. Este año se aplicaron 500 gr de urea por árbol distribuidos como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Fertilización de paltos Ensayo 1, año 2000

Unidades de N/árbol	Fecha
57.5	7-febrero-00
57.5	14-febrero-00
57.5	7-marzo-00
57.5	14-marzo-00

Fuente: Registro Estación Experimental "La Palma"

3.3. Descripción Ensayo 2

Este ensayo se realizó en el sector Hass 94, bloque1; los paltos pertenecen a la variedad Hass injertados sobre patrón franco del cultivar Mexicola. Estos paltos fueron plantados en Enero del año 1995, a una distancia de 5 x 5, por lo tanto, tienen mayor edad y tienen una menor densidad de plantación comparado con el ensayo 1 y con orientación norte-sur. El ensayo consta de 2 módulos seleccionados al azar, cada uno con 8 árboles y dentro de cada módulo los árboles se encuentran distribuidos en 2 hileras de 4 árboles cada una.

El riego se realizó basándose en la evaporación de la bandeja evapormétrica y por medio de un microaspersor por árbol el cual arrojaba un caudal de 36 l/h y se encontraban ubicados 2,5 m del tronco, sobre la hilera.

La fertilización se realizó con urea y Nitrato de Potasio como se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Fertilización de paltos del Ensayo 2, año 2000

Fertilizante	Unidades de N/árbol	Unidades de K/árbol	Fecha
Urea	138	0	15-02-00
Urea	152	0	15-03-00
Nitrato de potasio	92.8	255	15-02-00
Nitrato de potasio	92.8	255	28-02-00
Nitrato de potasio	92.8	255	15-03-00
Nitrato de potasio	92.8	255	31-03-00
Nitrato de potasio	92.8	255	15-04-00
Nitrato de potasio	92.8	255	30-04-00

Fuente: Registros de Estación Experimental "La Palma"

3.4. Descripción de los tratamientos

El tratamiento 1 de poda se aplicó en el mes de enero del 2000 y en marzo del 2000. El objetivo fue eliminar toda rama que sobresaliera del seto de producción del árbol hacia la entrehilera, en el caso de ramas demasiado vigorosas (chupones) se eliminaron desde la base y para el caso de ramas

delgadas, estas solo se despuntaron, tomando en cuenta realizar siempre el corte sobre un brote lateral, para favorecer el crecimiento del brote y la ramificación en ramillas débiles. En el ensayo 2, existían ramas con fruta que salían del seto las cuales se dejaron sin podar. Toda la labor de poda se realizó con tijeras de podar, tijerón y un gancho para alcanzar las ramas más altas (Figura 1y 2).

El tratamiento 2 consistió en la conducción libre de árboles; es decir, sin poda. (Figura 3 y 4)

3.5. Variables a cuantificar en los ensayos

3.5.1. Peso fresco y peso seco del material de poda

Se midió este parámetro en los dos ensayos respectivos con el fin de saber el costo que implica para el árbol una poda de este tipo en cuanto a estructura,. El material de poda se separó por árbol y se pesó en fresco. Posteriormente, todo este material se llevó a una estufa de secado a 60 ° C por 48 horas y se volvió a pesar para obtener el peso seco. Este mismo procedimiento se realizó para las dos fechas de poda.

FIGURA 1

FIGURA 2

FIGURA 3

FIGURA 4

3.5.2. Diámetro de frutos

Esta variable fue medida solo en el ensayo 2, debido a que en el 1, no todos los árboles presentaban fruta. Se realizaron mediciones de diámetro ecuatorial y polar de 5 frutos por árbol y se eligieron 4 árboles por tratamiento y se midió una vez al mes. Esta medición se practicó con el fin de comparar la evolución de los calibres que pueden alcanzar los frutos en los distintos tratamientos. Las mediciones se realizaron a partir del mes de abril hasta septiembre.

3.5.3. Superficie de canopia de los árboles

Se trabajó con imágenes digitalizadas, las que se procesaron en un programa de computación (*Scion image*) y por medio de este, fue posible obtener el área del árbol. También se midió el perímetro de tronco con una huincha de medir, para relacionarlo con el área del árbol. El programa trabaja a base de colores, por lo que fue necesario colocar un telón blanco detrás del árbol y un plástico de color en el suelo; de esta forma, al momento de analizar el área del árbol en la foto, el programa solo consideraba el objeto de color oscuro (el árbol). También se utilizó como punto de referencia un trozo de madera de 1 m de largo, en base al cual el programa se basaba para calcular el área. Debido a la dificultad que se presentaba al colocar un telón detrás de los árboles grandes, solo se trabajó con los árboles del ensayo 1 (Figura 5).

FIGURA 5

3.5.4. Intercepción de luz

Con el fin de observar si existe diferencia entre árboles podados y no podados en la intercepción y penetración de luz dentro del árbol, se hicieron mediciones en todos los árboles con un cuantificador de radiación PAR marca LI - COR modelo LI - 1400. En el ensayo 1 se midió la luz incidente en las 4 caras del árbol. Se midió a 1 m y 2 m de distancia del tronco y en estas mismas distancias se hizo lo mismo a una altura de 1 m y 2 m. En el ensayo 2, se midió a 1 m y 2 m de distancia del tronco hacia la entre hilera y en estas mismas distancias se hizo lo mismo a 1 m, 2 m y a 3 metros de altura. Es importante destacar que todas las mediciones se realizaron a las 12 PM del día, momento en el cual el sol se encuentra en el punto más alto del cielo, es decir, sobre los árboles.

3.5.5. Densidad de raíces

Las mediciones se realizaron en el mes de abril. Debido al hábito de crecimiento radicular del palto, se realizaron mediciones a 30 cm de profundidad en los dos ensayos. En el ensayo 1, debido a que el riego se efectuaba por goteo, la distancia de muestreo fue al lado de los goteros a una distancia de 1 m del tronco. Se obtuvieron las muestras a los dos lados del árbol, sobre la hilera, con un barreno de cilindro de 98.13 cc, lográndose 3 muestras de este cilindro por cada lado; por lo tanto, se cuantificaron raíces en un volumen total de 588.8 cc. En el ensayo 2, se midió en los cuatro puntos cardinales alrededor del árbol, a una distancia de 1,7 m del tronco, con el mismo tipo de barreno anterior, tomando un volumen total de 785 cc. por árbol. Luego, las muestras de los dos ensayos se pasaron por tamices

para separar el suelo de las raíces, las cuales se contaron y se clasificaron como se muestra en el Cuadro 3. La ubicación de muestreo de las raíces se realizó según lo descrito por TORO (1995).

Cuadro 3. Clasificación de raíces de acuerdo a su diámetro

Categoría	Diámetro
Muy pequeñas	< a 0,5 mm
Pequeñas	0,5 a 1,3 mm
Medianas	1,3 a 2,2 mm
Grandes	> a 2,2 mm

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

3.5.6. Puntos de floración y número de panículas por orientación

Un punto de floración corresponde a un brote con un conjunto de panículas. Se midió el número de puntos de floración que existían en un cuadrante de 50 cm². En el ensayo 1, el cuadrante fue ubicado al azar dentro de la cara del árbol y se midió en las 4 orientaciones del árbol, en cada tratamiento. También se hizo otro tanto con el número de panículas por orientación dentro del cuadrante. En el ensayo 2, para medir los puntos de floración y el número de panículas, se consideraron solo las orientaciones este y oeste, ya que en las orientaciones norte-sur los árboles se encontraban emboscados en ambos tratamientos. Estas mediciones fueron hechas en el mes de octubre.

3.5.7. Número de frutos cuajados

Se eligió una panícula por orientación en el caso del ensayo 1 y se contabilizó el número de flores con el fin de evaluar la cuaja y se consideró un universo aproximado de 3500 flores por tratamiento. Posteriormente se contó el número de frutos cuajados una vez a la semana desde que comenzó la cuaja, para observar la retención de fruta por parte del árbol hasta la última semana de diciembre. De la misma forma, se evaluó el porcentaje de cuaja para el ensayo 2, pero en este caso se consideraron las orientaciones este-oeste, con un universo aproximado de 1000 flores por tratamiento.

3.5.8. Rendimiento de fruta cosechada

La fruta cosechada correspondió a la fruta que cuajó en la primera temporada de este ensayo (Noviembre de 1999), cosechándose toda la fruta de los árboles. En el ensayo 1, la cosecha se realizó el día 10 de octubre; la fruta se pesó por separado y según esto se determinó su calibre, de acuerdo al número de frutos que caben en una caja de 11,2 kg. (exportable). Para el ensayo 2, la cosecha se realizó el día 6 octubre y se separó por tratamiento; luego, la fruta fue llevada en el mismo día a packing, el cual se encuentra ubicado en la Estación Experimental "La Palma" y se realizó todo el proceso normal desde selección hasta embalaje.

3.6. Diseño del Experimento

Análisis estadístico de las variables: Para el caso de las mediciones de número de puntos de floración y número de panículas se utilizó un diseño completamente al azar y los resultados fueron examinados con un análisis de varianza. En los casos que se detectó diferencias entre los tratamientos ($P \leq 0.05$), se procedió a comparar las medias con la prueba de Tukey, (1997), con $\alpha = 0.05$. Las variables de diámetro de frutos y cuaja de frutos se estudiaron con un andeva para mediciones repetitivas ($P \leq 0.05$). Para el caso de diámetro de frutos, se realizaron gráficos en los cuales se presentan barras de error estándar para determinar la significancia las cuales fueron calculadas con una relación entre la desviación estándar y la raíz cuadrada del tamaño muestral. Para la variable de intercepción de luz, se utilizó un andeva de una vía ($P \leq 0.05$) y también se ocupó la prueba de Tukey para realizar la comparación de medias en el caso que fuera necesario.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Presentación y discusión de los resultados del Ensayo 1

4.1.1. Pesos fresco y pesos seco del material podado

Al analizar los datos presentados en el cuadro 4, se desprende que el manejo de poda en el mes de marzo generó mayor cantidad de material extraído en ambos módulos, respecto al mes de enero.

CUADRO 4. Peso fresco y peso seco del material extraído en la poda en dos épocas (gr/árbol)

Época de poda	Enero		Marzo	
Material pesado	P. fresco	P. seco	P. fresco	P. seco
Módulo 1	308.8	97.1	2297.5	640.7
Módulo 2	325.9	99.3	1622.5	476.8

En la poda realizada en el mes de enero para el caso de los módulos 1 y 2, se extrajo una menor cantidad de brotes, debido a que, en el invierno del año 1999, anterior a la temporada de crecimiento vegetativo, se produjeron heladas que pueden haber perjudicado la brotación (Anexo 2). CASTRO (2000) evaluó un total de 50 yemas en los árboles podados, de las cuales un 66 % resultó dañadas, con lo que se pueden haber visto afectadas tanto

yemas vegetativas como reproductivas (Anexo 3). Por consiguiente, al haberse visto afectado el crecimiento vegetativo de primavera, este no se expresó totalmente y de seguro se utilizó una menor cantidad de carbohidratos de reserva, los cuales fueron aprovechados en el crecimiento vegetativo de otoño, expresándose en un número mayor de brotes.

De acuerdo con lo observado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1989), el menor número de brotes en el segundo *flash* de crecimiento se debe a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles en esa época, en comparación al primer *flash* de primavera, donde los niveles de carbohidratos se encuentran en sus valores máximos. Por esta razón, si el primer *flash* de crecimiento de primavera es débil, ocupará menos reservas y se expresará de mejor forma en el segundo *flash*, a fines de verano.

En el cuadro 5, se observan los datos de materia seca obtenidos a partir del material extraído de la poda en enero y marzo. De ellos, se desprende que la cantidad de materia seca fue levemente superior en el muestreo del mes de enero a pesar de haber extraído una menor cantidad de material vegetativo.

CUADRO 5. Porcentaje de materia seca del material extraído de la poda en dos épocas, en ambos módulos.

% de materia seca	Enero	Marzo
Módulo 1	31.4	27.9
Módulo 2	30.5	29.4

Otro hecho importante de destacar es que, de acuerdo con lo observado por CASTRO (2000), en la temporada de evaluación anterior, los árboles con el

tratamiento de poda tuvieron una baja producción, con un promedio de 13 frutos por árbol comparados con los árboles; sin poda, los cuales tuvieron un promedio de 27 frutos por árbol, por consiguiente, esto indica una baja utilización de reservas por parte de los árboles con poda, y por ende, una mayor acumulación de carbohidratos para la próxima temporada. Por esta razón, los pocos brotes que se extrajeron de los árboles podados en enero del año 2000 presentaban un alto contenido de materia seca y esta fue levemente superior en el mes de enero con respecto al mes de marzo.

Esto concuerda con SCHOLEFIELD *et al*, (1985) quienes observaron que árboles que presentan una alta carga frutal, poseen menores cantidades de reservas, en almidón y azúcares solubles respecto de árboles con baja carga.

Además, CARRILLO (1995) observó que árboles que provenían de tratamientos de baja carga de fruta, presentaban diferencias significativas con los tratamientos de alta carga frutal, en cuanto al vigor de los brotes, siendo este mayor en los árboles del tratamiento de baja carga.

4.1.2. Superficie de canopia de los árboles

Es posible observar, que la poda no tiene un efecto negativo en la superficie de la canopia de los árboles, dado que los árboles podados presentaron un área mayor a la de los árboles no podados y asimismo un perímetro mayor de tronco. Estas mediciones fueron practicadas antes del inicio del crecimiento vegetativo, en el mes de agosto (Cuadro 6).

CUADRO 6. Superficie de canopia y perímetro de tronco de árboles sometidos a dos tratamientos de poda

	Con poda	Sin poda	Δx
Área (cm²)	55840.8	36735	19105.8
Perímetro (cm)	41.3	35.6	5.7

Las ramas que no se despuntan ramifican más equilibradas, pues cuando se eliminan algunas yemas, se vigorizan otras en la misma rama e incluso yemas de otra parte del árbol, debido a que la savia de la zona suprimida es utilizada por el resto de la planta y, especialmente, por los órganos adyacentes (COQUE y DÍAZ, 1996). En consecuencia, al eliminar ramas laterales, también se ve favorecido el crecimiento en altura lo que aumentó el área de la canopia de los árboles podados.

El diámetro de tronco tiene que ver en forma directa con el tamaño de la canopia. En un estudio realizado con tres distancias de plantación, a 4 x 2, 5.5 x 3 y 6 x 6 m. (RAZETO, LONGUEIRA y FICHET, 1998) se observó que el diámetro de tronco mantiene su crecimiento en forma inversamente proporcional a la densidad de plantación y por lo tanto al espacio que tiene la canopia para crecer.

4.1.3. Intercepción de luz

En los Cuadros 7, 8, 9, y 10, se puede observar la intercepción de luz medida en PAR y el porcentaje de radiación PAR captada por los árboles con poda y sin poda a distintas distancias y alturas; para esto, se consideró como un 100 % de radiación PAR el valor de $1800 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ el cual fue medido a las 12 PM del día al aire libre.

En el Cuadro 7, se observan los datos obtenidos en la orientación norte, la que se encuentra ubicada sobre la hilera, es decir, corresponde a una cara no podada en ninguno de los dos tratamientos. A pesar de que no hubo diferencias estadísticamente significativas en ninguno de los puntos medidos en esta orientación, se puede apreciar que a 1m de distancia del tronco y a 1m de altura (interior del árbol), el valor de radiación PAR interceptado por los árboles podados es 4 veces mayor que el valor de radiación interceptado por los árboles sin poda. En el sector correspondiente a 2 m de distancia del tronco, la diferencia entre los dos tratamientos se vuelve mínima, ya que corresponde al punto medio de la distancia de plantación sobre la hilera y tanto los árboles podados como los no podados están comenzando a emboscarse.

CUADRO 7. Promedios y porcentajes de intercepción de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación norte.

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Promedio	Porcentaje	Promedio	Porcentaje
1	1	198.6 a	11.0	40.4 a	2.2
1	2	1186.1 a	65.9	765.9 a	42.6
2	1	1381.9 a	76.8	1202.6 a	66.8
2	2	1886.5 a	104.8	1753.6 a	97.4

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

En los datos presentados en el Cuadro 8, también se observa que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la orientación sur, pero si se analiza descriptivamente se pueden observar diferencias en la intercepción de luz a 1 m de distancia y 1 m de altura en favor de los árboles podados, mientras que a 2 m de altura los resultados son muy similares; sin embargo, al distanciarse a 2 m de distancia del tronco, se observa una mayor intercepción por parte de los árboles podados a 1 m y 2m de altura.

CUADRO 8. Promedios y porcentajes de interceptión de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación sur.

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Promedio	Porcentaje	Promedio	Porcentaje
1	1	41 a	2.3	26.7 a	1.5
1	2	1274.5 a	70.8	1270.7 a	70.6
2	1	1549.1 a	86.1	957.2 a	53.2
2	2	2766.8 a	153.7	1841.9 a	102.3

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

Se puede observar, en el Cuadro 9, los datos obtenidos en la orientación oeste, la cual presenta diferencias significativas a 1m de distancia del tronco y 2 m de altura con una mayor interceptión de luz para los árboles podados. A dos metros de distancia del tronco, las mediciones fueron realizadas fuera del dosel de los árboles podados como en los no podados por ser árboles de 3 años de edad, por lo cual no se muestran diferencias significativas notorias a pesar de corresponder a una de las caras con poda.

CUADRO 9. Promedios y porcentajes de interceptación de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación oeste.

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Promedio	Porcentaje	Promedio	Porcentaje
1	1	23.7 a	1.3	16.4 a	0.9
1	2	1291.3 a	71.7	547.9 b	30.4
2	1	2023.6 a	112.4	1582.4 a	87.9
2	2	1968.1 a	109.3	1749.5 a	97.2

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

En el cuadro 10, se pueden observar diferencias estadísticamente significativas en los datos obtenidos en la cara con orientación este, a 1m de distancia del tronco y 2 m de altura y a 2 m de distancia y 1 m de altura. Además, se puede observar en forma descriptivamente que en el interior de la canopia, es decir a 1m de distancia y 1m de altura, los árboles podados interceptaron 4 veces más de luz que los árboles sin poda.

CUADRO 10. Promedios y porcentajes de interceptación de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación este.

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Promedio	Porcentaje	Promedio	Porcentaje
1	1	72.2 a	4.0	18.4 a	1.0
1	2	1758.4 a	97.7	623.6 b	34.6
2	1	1962.9 a	109.1	1285 b	71.4
2	2	1997 a	110.9	1729 a	96.1

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

En un día claro, el flujo de fotones fotosintéticamente activos varía dependiendo del lugar, de 1800 a 2500 micromoles de fotones por segundo por metro cuadrado (GIL,1997).

WHILEY (1993) observó que en palto del cv. Hass la saturación de luz para la asimilación de CO_2 , se producía a $1110 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ (citado por WHILEY and SCHAFFER, 1994).

En los cuadros presentados anteriormente, se puede observar que en ambos tratamientos a 1 m de distancia del tronco y a 1m de altura, en ninguno de los dos tratamientos se logra superar el valor de interceptación de luz que asegure máxima asimilación de CO_2 descrito por Whiley anteriormente; en cambio, a la misma distancia del tronco, pero a 2 m de altura en todas las orientaciones de los árboles con el tratamiento de poda, si se estaría logrando alcanzar la máxima asimilación de CO_2 , ya que se logra superar los $1110 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, no así en el caso de los árboles sin poda.

La radiación mínima para la fotosíntesis y para la inducción floral es un 30 % de la radiación PAR incidente ($540 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) y para asegurar calidad de fruta, como calibre se requiere un 50 % de radiación incidente ($900 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$) (JACKSON, 1980).

Debido a que no se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas se puede observar, en general, en forma descriptiva, que los árboles con poda a 1m de distancia del tronco y a 1m de altura, superan el 70 % de intercepción de luz al interior de la canopia, lo que favorecería la fotosíntesis y la calidad de fruta en cuanto a su calibre. No ocurrió de modo análogo en los árboles sin poda, que a la misma distancia y altura no superan el 70 % de intercepción de luz en todos los casos.

En general, es posible observar que no existen diferencias en la intercepción de luz en los distintos puntos cardinales, ya que las mediciones fueron practicadas a las 12 PM, momento en el cual el sol se encontraba sobre los árboles; también se puede apreciar que, a medida que la medición se alejaba del tronco en distancia y altura, la intercepción de luz fue mayor.

Las desviaciones estándar (Anexo 4) obtenidas del análisis estadístico en algunos casos fue el doble del promedio, esto posiblemente se debió a la sensibilidad del sensor del instrumento para medir radiación PAR; además, se debe considerar que las mediciones fueron efectuadas manualmente lo que aumentaría la sensibilidad del sensor y por ende la variabilidad de los datos.

4.1.4. Densidad de raíces

Según lo que se observa en el cuadro 11, se puede decir en forma descriptiva que el mayor número de raíces absorbentes (muy pequeñas y pequeñas) se encontraron en los árboles podados y el mayor número de raíces grandes se encontró en los árboles sin poda.

CUADRO 11. Distribución promedio de categoría de raíces según su diámetro (Abril 2000).

Clasificación de raíces	Módulo 1 con poda	Módulo 2 con poda	Módulo 3 sin poda	Módulo 4 sin poda
Muy pequeñas	107.5	112	94	74
Pequeñas	67.5	80.5	62	64
Medianas	19.5	21	17.5	29
Grandes	2.5	3.5	8.5	15.5

En el cuadro 12, se puede apreciar la distribución porcentual de raíces, las cuales son muy similares en las categorías muy pequeñas y pequeñas en ambos tratamientos. También se puede apreciar que la principal diferencia se encuentra en la proporción de raíces grandes, las que se hallan en mayor proporción en los árboles sin poda

CUADRO 12 . Proporción de raíces en porcentaje.

Clasificación de raíces	Módulo 1 con poda	Módulo 2 con poda	Módulo 3 sin poda	Módulo 4 sin poda
Muy pequeñas	54.6	51.6	51.6	40.5
Pequeñas	34.3	37.1	34.1	35.1
Medianas	9.9	9.7	9.6	15.9
Grandes	1.3	1.6	4.7	8.5

Una de las condiciones que promueve la formación de raíces de gran diámetro, son las restricciones de Oxígeno en el suelo. Por lo tanto, la presencia de grandes poblaciones de raíces gruesas en el suelo en una planta indica una gran tolerancia a la anoxia (CAUTÍN, SALGADO y FASSIO, 1999).

El hecho de que los árboles podados tengan una mejor iluminación debería favorecer la fotosíntesis y también producir una mayor evapotranspiración, ya que los árboles transpiran más y el suelo también recibe más luz y calor. En cambio, en árboles sin poda, la evapotranspiración debería ser más baja y por lo tanto el agua permanecería por más tiempo en el suelo, por lo que los árboles se verían en la necesidad de generar raíces más gruesas, ya que estas son más resistentes a la falta de Oxígeno en el suelo por exceso de agua.

Los costos en producción de raíces son proporcionales a la biomasa radical, la cual gira en función del volumen de tejido, el que contribuye al diámetro de raíces. El diámetro aumenta con la magnitud de raíces, en aquellas zonas donde es necesario incrementar la capacidad xilemática y floemática en las raíces que ayuden en los diversos puntos de crecimiento (FITTER, 1996).

En consecuencia, los costos de producción del sistema radical se incrementan notablemente con el aumento en el número de uniones que se agregan al sistema y con el diámetro de estas (FITTER, 1996).

Por consiguiente árboles podados estarían utilizando en mejor forma sus fotosintatos, sin necesidad de usarlos en la mantención del sistema radical al no tener que generar demasiadas raíces grandes y estos fotosintatos serían aprovechados en mejor forma por la parte aérea.

4.1.5. Puntos de floración y número de panículas

Existe una diferencia significativa entre los dos tratamientos, en el número de puntos de floración en las orientaciones norte y sur, siendo superior en el tratamiento con poda (CUADRO 13)

CUADRO 13. Número de puntos de floración por punto cardinal en dos tratamientos de poda

Variable	Con Poda	Sin poda
Puntos de floración norte	3.38 a	1.88 b
Puntos de floración oeste	2.56 a	1.94 a
Punto de floración sur	2.94 a	1.31 b
Puntos de floración este	3.0 a	2.38 a

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

La poda de verano asegura de mejor forma que suficiente luz llegue al interior de la canopia, permitiendo la formación de yemas y su posterior iniciación floral, no solo en partes periféricas del árbol (KHÖNE, 1998).

Bajos niveles de carbohidratos pueden causar el cese de la actividad vegetativa y este puede ser el hecho que más se relacione con la inducción floral (SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER, 1985). Es posible que al haber realizado la poda en otoño haya disminuido la actividad vegetativa y la acumulación de carbohidratos por lo cual se obtuvieron mayores puntos de floración en los árboles con poda.

El porcentaje de energía fosintéticamente activa interceptada por los árboles va a determinar, de forma significativa, el rendimiento de la explotación. Cuanto mayor es el porcentaje captado, más elevada es la tasa fotosintética, la elaboración de azúcares, y por lo tanto, el desarrollo y la fructificación (COQUE y DÍAZ, 1996).

La inducción floral es dependiente de la presencia de hojas fotosintéticamente activas (RAZETO, 1999); además, SCHOLEFIELD, SEDGLEY Y ALEXANDER, (1985), afirman que la inducción floral ocurre en otoño, cuando existen los menores contenidos de carbohidratos en las ramas principales.

Por lo anterior, se puede entender que al momento de realizar la poda en la caras este-oeste (más iluminadas) se eliminó gran cantidad de material productivo que ya estaba inducido o yemas potencialmente productivas, afectando la producción floral de la presente temporada.

La poda debe ser suave y dirigida solo a madera delgada, ya que los cortes a madera de varios años de edad produce una baja ostensible en la producción (RAZETO, 1996).

Comparando las cuatro orientaciones descriptivamente, se puede apreciar en el Cuadro 14 que el número de panículas es mayor en el tratamiento con poda con respecto a los árboles sin poda. No obstante, si se observan las orientaciones este y oeste (caras podadas), a pesar del mayor número de panículas que estas presentan comparándolas con las mismas orientaciones de los testigos, no existe estadísticamente una diferencia significativa. Esto puede deberse a una pérdida de material productivo en el tratamiento con poda, no así en el caso de las orientaciones norte y sur donde se puede observar una gran diferencia estadística, dado a que los árboles sin poda se encuentran más emboscados, la fotosíntesis se presentaría con deficiencias y existiría una mayor competencia general por nutrientes dentro del árbol.

CUADRO 14. Número de panículas por orientación en dos tratamientos, con poda y sin poda

Variable	Con poda	Sin poda
Panículas norte	12.81 a	6.31 b
Panículas oeste	7.31 a	5.69 a
Panículas sur	10.69 a	3.5 b
Panículas este	8.38 a	6.69 a

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey (p = 0.05)

Esto coincide con lo observado por VERA (1997) quien advirtió diferencias significativas en el número de panículas de un árbol podado respecto de un árbol sin poda, pero al comparar el número de panículas entre caras podadas y no podadas dentro del mismo árbol, el número de panículas fue mayor en las caras sin poda.

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

La importante masa radical que presentan los árboles sanos y equilibrados, es una fuente de producción de compuestos fitohormonales con mayor importancia en citoquininas, las que son responsables dentro de la fisiología general de la planta, de la dinámica de división celular que sufren los tejidos que se constituirán en futuros órganos y estructuras (CAUTÍN, 1997).

Las citoquininas influyen el movimiento de nutrientes desde las hojas a otras partes de la planta, un fenómeno conocido como citoquinina - inducida movilización de nutrientes; por lo tanto, los nutrientes son transportados y acumulados en tejidos con concentraciones de citoquininas en los tejidos (TAIZ y ZEIGER, 1998). Por ende, al podar en otoño, se estimula la acumulación de citoquininas en la zona del corte, lo que lo transforma en una fuerza sink, atrayendo nutrientes hacia esa zona favoreciendo la diferenciación.

4.1.6. Número de frutos cuajados

En las figuras 6 y 7, se puede observar el promedio de frutos cuajados en las orientaciones norte y sur, respectivamente en cinco fechas distintas, medidas a partir de la floración hasta la última semana de diciembre, para los dos tratamientos, con poda y sin poda. Se puede decir que las curvas siguen una tendencia similar en las dos orientaciones que corresponden a caras que no fueron podadas en ninguno de los dos tratamientos. Los árboles correspondientes al tratamiento de poda presentan una mayor retención de fruta en las dos primeras semanas de medición, para luego igualarse en las fechas 3 y 4, siendo en la última fecha levemente superior la cuaja para los árboles con poda.

Los árboles con poda en la orientación norte finalizaron con un promedio de 1.3 frutos; en cambio, los árboles sin poda finalizaron con un promedio de 0.3 frutos a partir de un promedio de 245 flores.

En la orientación sur, el promedio de frutos en los árboles con poda fue de 1.3 y en los árboles sin poda se terminó con un promedio de 0.7 frutos a partir de un promedio de 180 flores por panícula.

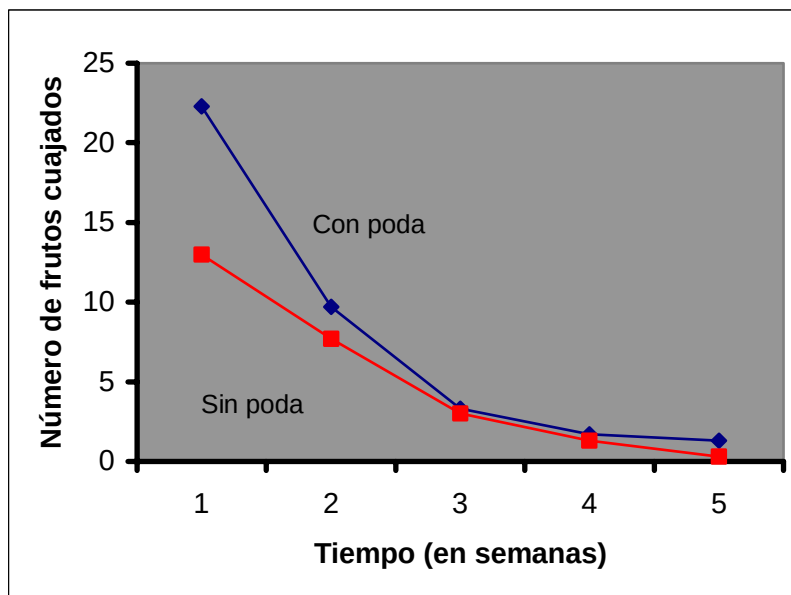


FIGURA 6. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación norte a partir de la última semana de noviembre.

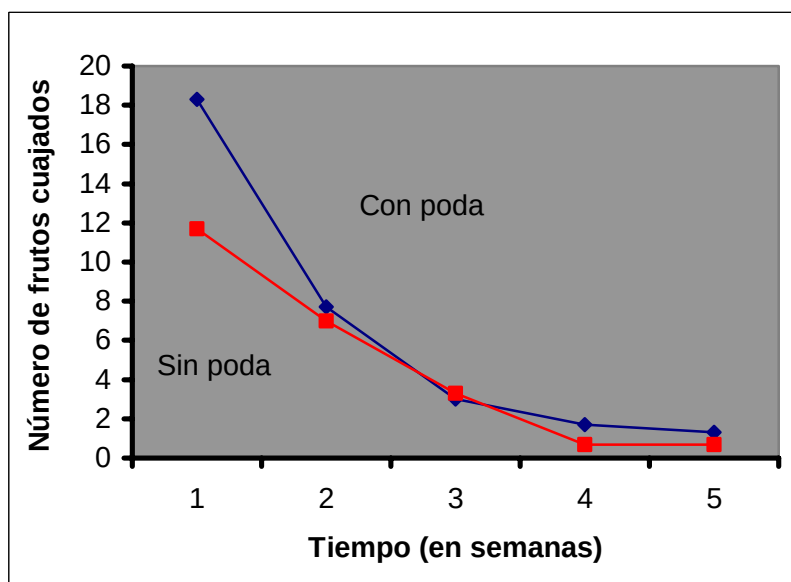


FIGURA 7. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación sur a partir de la última semana de noviembre.

En las orientaciones oeste y este, se pueden apreciar que la retención de fruta por parte de los árboles con poda es mayor en las dos primeras fechas de medición respecto de los árboles sin poda. En la orientación oeste, el promedio de frutos cuajados final es mayor en los árboles con poda con un promedio de 2 frutos a partir de un promedio de 260 flores, mientras que los árboles sin poda finalizaron con un promedio de 0.7 frutos a partir del mismo número de flores. En la orientación este, los árboles con poda no presentan frutos en la cuarta semana después de floración, una semana antes que los árboles sin poda también queden sin frutos. (Figuras 8 y 9).

En general, se puede observar que las curvas de caída de frutos en las distintas orientación siguen las mismas tendencias, con un mayor número de frutos para los árboles podados en las primeras 2 fechas de medición, para luego comenzar a igualarse en la tercera fecha y se termina con muy pocos frutos cuajados en ambos tratamientos, sin que existan diferencias estadísticamente significativas.

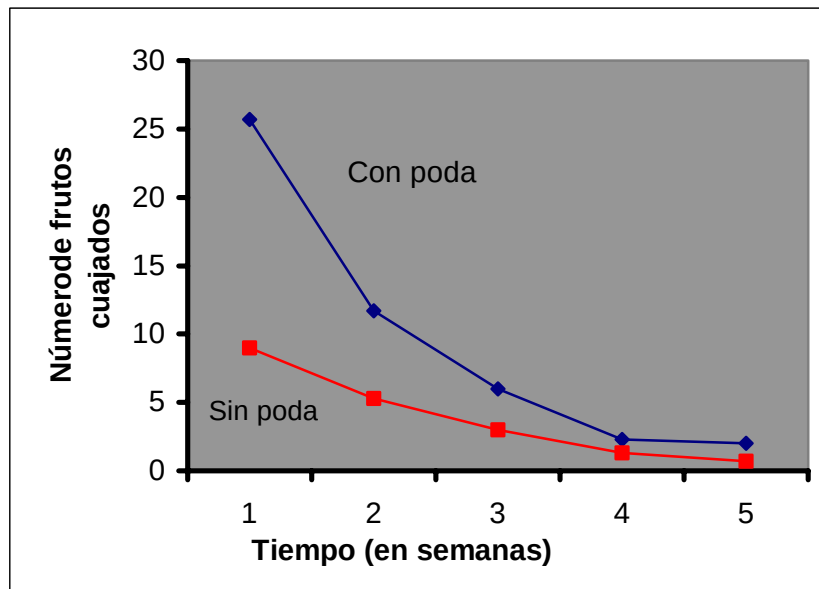


Figura 8. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación oeste a partir de la última semana de noviembre.

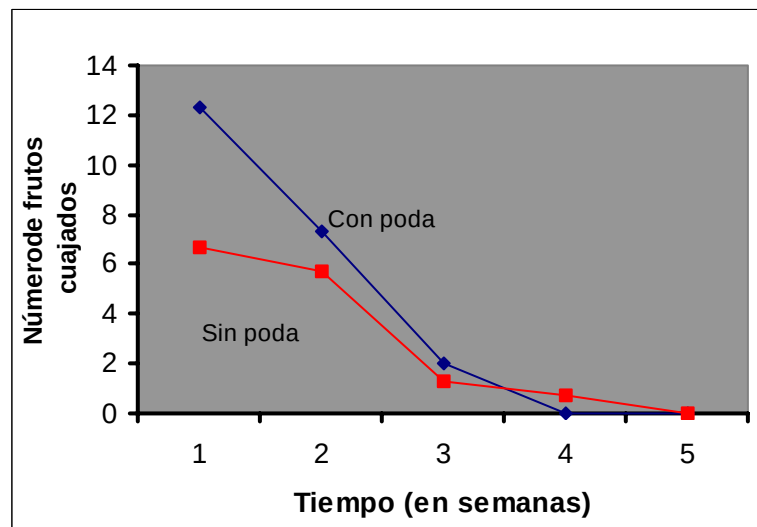


Figura 9. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación este a partir de la última semana de noviembre.

En paltos, abortan más del 99 % de las flores y frutitos recién cuajados. Investigaciones anatómicas de frutitos abscisionados han revelado que la mayoría de los abortos durante las primeras semanas después de floración se debe a que los óvulos no fueron fertilizados (KÖHNE, 1998).

Dos problemas están relacionados con la severa caída de fruta en palto: una relativamente baja capacidad o fuerza sink de los órganos reproductivos comparados con los demandadores sinks vegetativos; y una competencia por asimilados entre el crecimiento joven de primavera y los frutitos en desarrollo (KÖHNE, 1998).

Por lo tanto, con un sistema de poda en seto o cualquiera otro, se favorecerá la iluminación del árbol y por consiguiente una mayor formación de fotosintatos, pero la cuaja final de un árbol de palto se favorecería solo si se logra restringir el crecimiento del brote vegetativo, para que deje de ser un elemento competitivo con los frutos.

El efecto importante de la poda es que mantiene iluminados a los árboles en la época de inducción y diferenciación del palto, lo que provocará un mayor número potencial de panículas, como se pudo observar en el punto anterior.

Es posible que la diferencia en el número de frutos de las dos primeras semanas en todas las orientaciones se deba a una mejor calidad de flores formadas, al favorecer la iluminación del árbol en el momento de la diferenciación. Según SEDGLEY (1980), los frutos que caen durante la primera semana después del final de la floración, no fueron fertilizados y el resto son frutos anormales.

4.1.7. Rendimiento de cosecha

Según lo que se puede observar en el Cuadro 15, en el tratamiento de los árboles con un sistema de poda se puede apreciar un número muy superior de frutos y, por otro lado, en ambos tratamientos, la categoría que se encuentra en mayor porcentaje es el calibre 60, siendo también muy superior en el tratamiento con poda.

CUADRO 15. Número de frutos cosechados según su distribución de calibre, en dos tratamientos de poda.

	Con poda	sin poda
Categoría (gr)	Número	Número
Calibre 32 (350-324)	1	0
Calibre 36 (324-297)	0	0
Calibre 40 (296-253)	9	1
Calibre 50 (252-206)	62	6
Calibre 60 (205-171)	74	2
Calibre 70 (170-150)	23	0
Calibre 84 (149-100)	20	0
Fuera de calibre	7	0
Total	196	9

En los árboles sometidos al sistema de poda en seto, se obtuvieron en promedio 7,4 kg / árbol y si se realiza una proyección por hectárea con una densidad de plantación de 6 m x 4 m (416 árboles / há), se obtendrían 3078 kg por hectárea en árboles de 3 años de edad.

Según WILHELMY (1998), al tercer año de plantación, una hectárea de paltos estaría produciendo 3328 kg considerando 8 kilos de fruta por árbol y 416 árboles por hectárea lo que corresponde al promedio de productores con un nivel técnico aceptable.

4.2. Presentación y discusión de los resultados del ensayo 2

4.2.1. Peso fresco y peso seco del material podado

En el cuadro 16, se presentan los pesos promedios del material de poda de 8 árboles. De este cuadro se desprende que, en cuanto a kilos la poda fue mucho más severa en marzo, pero si se observa el porcentaje de materia seca, este solo presenta una diferencia de 3.3 %, entre las dos épocas, siendo mayor la materia seca extraída en enero.

Cuadro 16. Evaluación del material de poda del tratamiento 1 en dos épocas, expresado en kilos

Época de poda	Enero		Marzo	
Material pesado	P. fresco	P. seco	P. fresco	P. seco
Peso promedio	1265	366.6	5961.3	1526.3
Porcentaje	100	28.9	100	25.6

En la poda realizada en el mes de enero, se extrajo una menor cantidad de brotes, debido a que, en el invierno anterior a la temporada de crecimiento vegetativo (1999/2000), se produjeron heladas que perjudicaron la brotación. De un total de 50 yemas evaluadas por CASTRO (1999), se produjo un 38 %

de daño con lo cual se pueden haber visto afectadas tanto yemas vegetativas como reproductivas (Anexo 4). Por consiguiente, al haberse visto afectado el crecimiento vegetativo de primavera, el crecimiento vegetativo de otoño produce un mayor número de brotes.

Esto concuerda con lo observado por WOLSTENHOLME y WHILEY (1989), en donde el menor número de brotes en el segundo flash de crecimiento se debe a una menor cantidad de carbohidratos de reserva en los árboles en esa época, en comparación al primer flash de primavera, donde los niveles de carbohidratos se encuentran en sus valores máximos. Por esta razón, si el primer flash de crecimiento de primavera es débil, ocupará menos reservas y se expresará de mejor forma en el segundo flash, a fines de verano.

4.2.2. Diámetro de frutos

La velocidad de crecimiento de fruto fue mayor en el tratamiento con poda, tanto en el caso de la medición del diámetro polar como ecuatorial. En ambos diámetros, se observa que solo en la última medición, las barras de error se cruzan, por lo tanto, en ese punto no existe una diferencia significativa en sus diámetros polares y ecuatoriales (FIGURA 6 y 7).

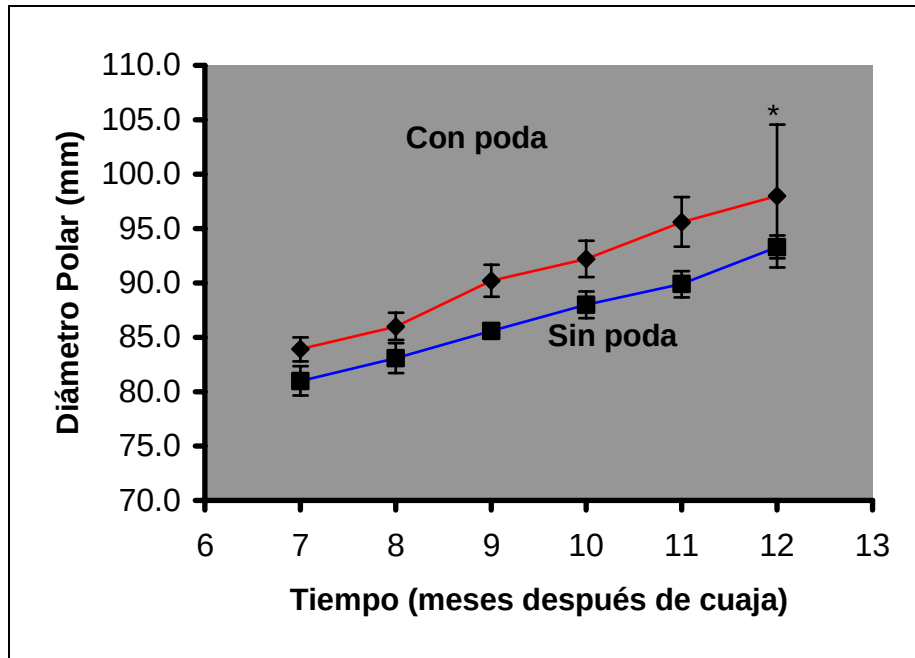


Figura 10. Crecimiento de diámetro polar de fruto a partir del séptimo mes después de cuaja (abril 2000)

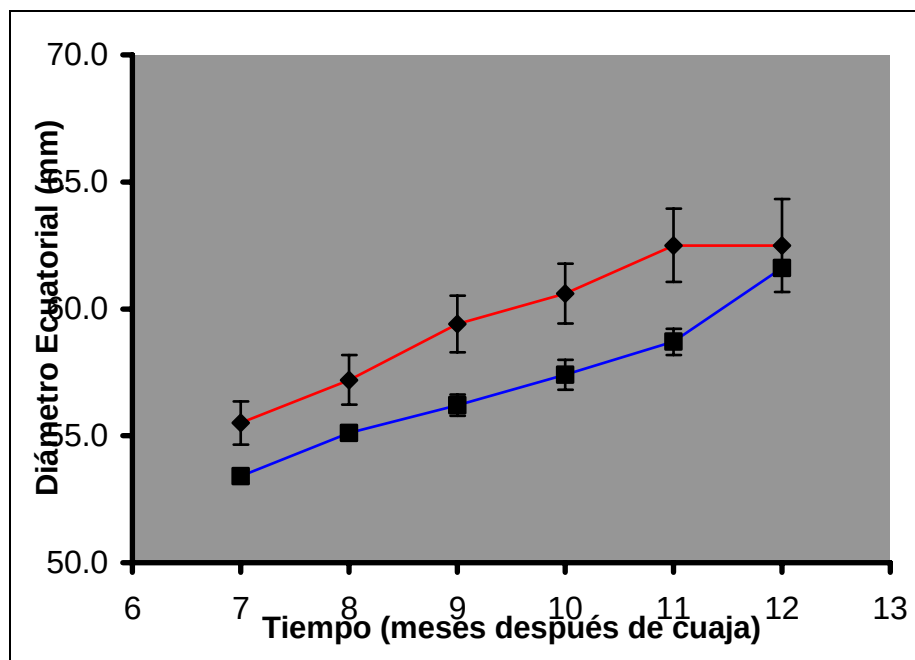


Figura 11. Crecimiento de diámetro ecuatorial de fruto a partir del séptimo mes después de cuaja (abril 2000)

Para alcanzar un tamaño medio o grande, la fruta necesita una maximización en su división celular; por esta razón, una reducción en alguno de los recursos que se necesitan para la división celular reducirá el tamaño promedio de la fruta. Los recursos más importantes son los reguladores de crecimiento (especialmente la citoquinina); fotoasimilados que proporcionan esqueletos carbonados, nutrientes minerales del suelo y agua (WOLSTENHOLME Y WHILEY, 1995).

El problema del tamaño de la fruta es más severo cuando los árboles incrementan su edad, tamaño y complexión con una asociada reducción en el vigor (WOLSTENHOLME Y WHILEY, 1995). Por lo tanto, el hecho de haber realizado un sistema de poda, debe haber disminuido la complexión de los árboles y, además, debe haber vigorizado puntos de crecimiento, estimulando la síntesis de citoquininas para la división celular del fruto y aumentando la cantidad de fotoasimilados, debido a una mayor iluminación de los árboles.

El número final de células de un fruto de palto, se determina en la diferenciación celular, y el crecimiento del fruto de palto se realiza por medio de la elongación celular.(GARDIAZÁBAL, 1999)* Por lo tanto, al podar los árboles debería producirse un mejor suministro de agua hacia las células por una mayor transpiración, lo que aumentaría la elongación celular y la velocidad de crecimiento de los frutos. Por esta razón, la velocidad de crecimiento de frutos de los árboles podados fue mayor, pero al quedar determinado el tamaño celular de los frutos en una primera etapa, el tamaño

* GARDIAZÁBAL, F. Ing. Arg. Profesor Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 1999. Comunicación personal.

máximo que pueden alcanzar es muy similar, por lo cual no se produjeron diferencias significativas en los diámetros polar y ecuatorial en la última fecha de medición.

4.2.3. Intercepción de luz

En los cuadros 17 y 18, se pueden observar las medias de las intercepciones de luz y los porcentajes de radiación PAR captada por la canopia de los árboles, considerando un 100 % de captación de luz de $1800 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, el cual fue medido al aire libre a las 12 PM. A 1m de distancia del tronco, se puede observar, a pesar de que no hubo diferencias significativas, que la diferencia en los valores de intercepción de luz, entre árboles podados y no podados es muy baja. A 2 m de distancia del tronco, el valor de radiación PAR interceptada aumenta y la diferencia con los árboles sin poda se vuelve más importante en algunos puntos.

CUADRO 17. Promedios y porcentajes de intercepción de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación oeste

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Medias	Porcentaje	Medias	Porcentaje
1	1	5.9 a	0.3	5.9 a	0.3
1	2	7.9 a	0.4	10.3 a	0.6
1	3	19.8 a	1.1	11.1 a	0.6
2	1	846 a	47	6.2 a	0.3
2	2	932 a	51.8	14.4 a	0.8
2	3	1102 a	61.2	468.5 a	26.0

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

CUADRO 18. Promedios y porcentajes de intercepción de luz medida en PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$), en la cara con orientación este

Distancia (m)	Altura (m)	Con poda		Sin poda	
		Medias	Porcentaje	Medias	Porcentaje
1	1	19.1 a	1.1	7.5 a	0.4
1	2	8.5 a	0.5	15.5 a	0.9
1	3	471.8 a	26.2	450.9 a	25.1
2	1	1083.7 a	60.2	15.5 a	0.9
2	2	954.1 a	53.0	18.7 a	1.0
2	3	964.5 a	53.6	995.5 a	55.3

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

Es posible que la baja intercepción de luz por parte de los árboles podados en las partes bajas ,con respecto a los árboles sin el sistema de poda, se deba a la altura alcanzada por el follaje en los árboles con poda, el cual no

permite el paso de luz, principalmente hacia las zonas más baja de los árboles.

En el caso de la baja intercepción de luz general en todos los puntos de medición de los árboles podados, se puede deber a que las mediciones se realizaron a las 12 PM lo que no favorece la intercepción de luz por parte de las caras este y oeste con respecto a los árboles sin poda. Otro punto importante es que los árboles podados tienen 6 años de podas suaves en las caras laterales, por lo que los árboles de todas maneras comienzan a avanzar hacia la entrehilera volviéndose cada vez más estrecha.

Lo anteriormente descrito concuerda con lo observado por STOTTLEMYER (1999), quien dice que el problema de este método de poda es que el área frutal del árbol se mueve gradualmente hacia la entrehilera volviéndolas más estrecha. Eventualmente, se debe hacer una poda severa luego de la cosecha en una cara un año y la otra al año siguiente, para luego seguir con la poda de verano normal al tercer año y volver atrás nuevamente.

4.2.4. Densidad de raíces

En el Cuadro 18, se muestra que las raíces predominantes en ambos tratamientos son las muy pequeñas y luego las pequeñas, las que corresponden a las raíces absorbentes. En forma descriptiva, se podría decir que los árboles podados presentan un mayor número de raíces absorbentes que los árboles no podados.

CUADRO 18. Distribución promedio y porcentual de raíces en 785 cc.

Clasificación	Con poda	%	Sin poda	%
Muy pequeñas	115	53.9	89	56.7
Pequeñas	64	30	34	21.7
Medianas	20	9.4	23	14.6
Grandes	11	5.2	14	8.8

En los tratamientos con poda, el porcentaje de raíces muy pequeñas es muy similar al de los tratamientos sin poda; la diferencia de los tratamientos se encuentra en el número de raíces grandes, medianas y pequeñas.

Un abundante número de raíces de bajo diámetro (medias, pequeñas y muy pequeñas) es capaz de proveer una gran capacidad para absorber y transportar agua, nutrientes y otros metabolitos, como las citoquininas, ácido abscísico y etileno, los cuales son todos sintetizados en los ápices de las raíces (TAIZ y ZEIGER, 1998)

Una condición que promueve la formación de raíces de gran diámetro es la restricción de Oxígeno en el suelo. Por lo tanto, la presencia de grandes poblaciones de raíces en el suelo, en una planta, indica una gran tolerancia a la anoxia (CAUTÍN, SALGADO y FASSIO, 1999). Por consiguiente el sistema de poda en seto puede haber aumentado la intercepción de luz y, por ende, la capacidad fotosintética, y la evapotranspiración por parte de los árboles y el suelo. Esto promueve la formación de raíces absorbentes y conductoras de agua, lo que explicaría la mayor proporción de raíces muy pequeñas y pequeñas. Por otro lado, la mayor proporción de raíces grandes en los árboles sin poda se debería al mayor tiempo que permanece el agua

en el suelo, debido a la baja evapotranspiración, produciéndose una falta de Oxígeno en el suelo.

4.2.5. Puntos de floración y número de panículas

Existe una diferencia estadísticamente significativa en el número de puntos de floración entre árboles podados y no podados, siendo mayor en el primer caso (Cuadro 19).

CUADRO 19. Número de puntos de floración por orientación en dos tratamientos de poda

Variable	Con poda	Sin poda
Puntos de floración oeste	3.0 a	1.38 b
Puntos de floración este	3.0 a	1.75 b

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

Los árboles sin poda presentan un emboscamiento muy marcado, dado a que tienen 6 años de edad, por lo tanto, el nivel de intercepción de luz que presentan debería ser menor que los árboles podados, debido a esto su nivel de inducción floral también se vería disminuido.

El porcentaje de energía fosintéticamente activa interceptada por los árboles va a determinar, de forma significativa, el rendimiento de la explotación. Cuanto mayor es el porcentaje captado, más elevada es la tasa fotosintética, la elaboración de azúcares, y por lo tanto, el desarrollo y la fructificación (COQUE y DÍAZ, 1996).

En el cuadro 20, se observa una diferencia en el número de panículas por tratamiento; los árboles con poda presentan una diferencia significativa con un valor medio de 3.6 panículas más en la orientación oeste y 4.3 panículas más en la orientación este con respecto a los árboles sin poda.

CUADRO 20. Número de panículas por orientación en dos tratamientos

Variable	Con poda	Sin poda
Panículas oeste	5.25 a	1.63 b
Panículas este	6.63 a	2.38 b

Letras iguales en la misma fila indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, según prueba de tukey ($p = 0.05$)

CUTTING, COCKER Y WOLSTENHOLME (1994) han determinado la importancia del tipo de estructura sobre la cual se realizan los cortes de poda. Podando ramas delgadas, se obtiene un alto número de ramillas débiles altamente productivas.

De acuerdo a lo anterior, se puede establecer que la poda realizada en este caso fue una poda selectiva de aquellas ramas que escapaban al espacio asignado del seto; por lo tanto, quedó gran material productivo con ramillas débiles producto de las podas de años anteriores que se tradujeron en un mayor número de panículas.

4.2.6. Frutos cuajados

En la orientación este, el número de frutos cuajados en los árboles con poda es muy superior en las dos primeras fechas; luego, las diferencias entre un tratamiento y otro se vuelve menor, y se finaliza con 0.7 frutos cuajados para el tratamiento con poda y un aborto total de frutos para el tratamiento sin

poda, a partir de un promedio de 200 flores para ambos tratamientos, diferencia que no es estadísticamente significativa (Figura 11).

En la orientación oeste, se observa en la primera fecha de medición una cuaja inicial, de los árboles con poda muy superior a los árboles sin poda. Luego, en las últimas fechas de medición los árboles con poda finalizan con un promedio de frutos de 1.5 y los árboles sin poda 0.5 frutos, a partir de un promedio de 230 flores por cada tratamiento. (Figura 12)

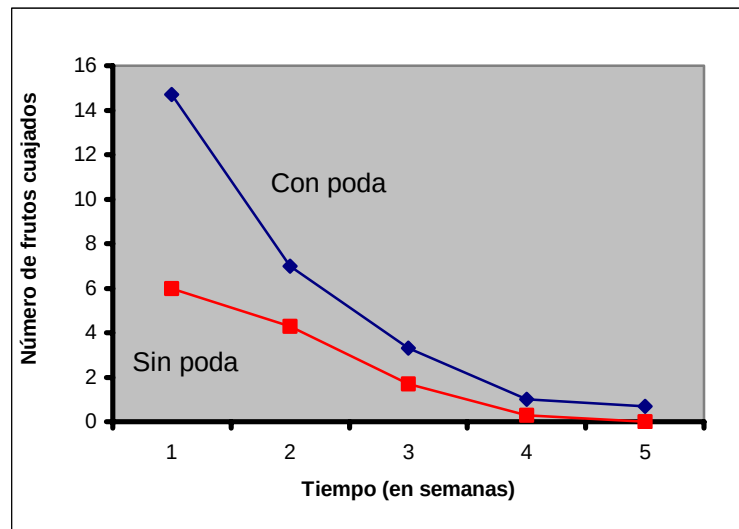


Figura 12. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación este a partir de la última semana de noviembre.

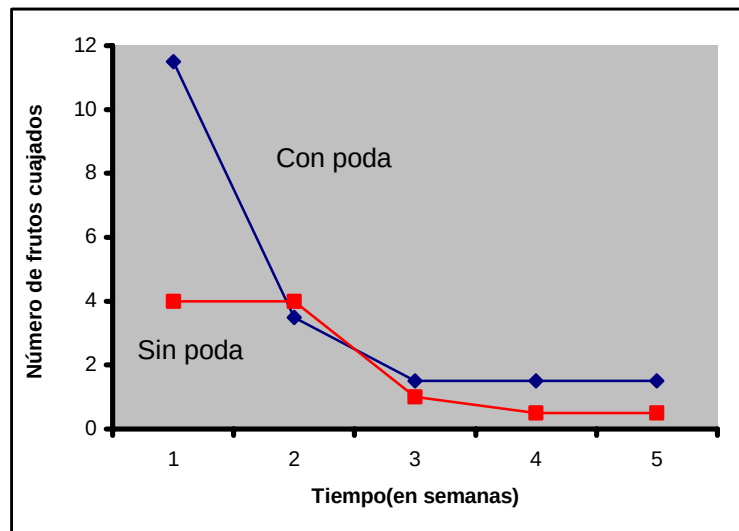


Figura 13. Promedio de frutos cuajados en la cara con orientación oeste a partir de la última semana de noviembre.

Dos problemas están relacionados con la severa caída de fruta en palto: una relativamente baja capacidad o fuerza sink de los órganos reproductivos comparados con los demandadores sink vegetativos; y una competencia por asimilados entre el crecimiento joven de primavera y los frutitos en desarrollo (KÖHNE, 1998).

Si no se realiza un manejo que disminuya la fuerza sink del crecimiento vegetativo, no se obtendrán resultados positivos en la cuaja final de frutos del palto. Por esta razón, la poda no es capaz de producir una diferencia significativa en la retención de fruta en las distintas orientaciones.

Es posible que la diferencia en el número de frutos de las dos primeras semanas en todas las orientaciones se deba a una mejor calidad de flores formadas, al favorecer la iluminación del árbol en el momento de la diferenciación. Según SEDGLEY (1980), los frutos que caen durante la primera semana después del final de la floración, no fueron fertilizados y el resto son frutos anormales.

De acuerdo con lo descrito por FAUST (1989), antes de la polinización y la fertilización, ocurren una secuencia de eventos fisiológicos para determinar el número de frutos y su desarrollo. El primer requisito para un buen número de frutos es la fuerza de la yema floral, la cual requiere un buen suministro de fotosintatos y Nitrógeno. Un segundo requerimiento importante, es un rango de temperaturas durante y después de la floración, para asegurar una buena polinización, crecimiento del tubo polínico y fertilización. El tercer requerimiento es posterior a la fertilización, cuando el desarrollo de los frutos jóvenes requiere un alto suministro de fotosintatos. Si alguno de estos factores no es satisfecho, el número de frutos será bajo y también determinará una gran caída de frutos jóvenes. Por esta razón, se puede

explicar el mayor número de frutos cuajados en las primeras fechas, para los árboles con el tratamiento de poda.

Otro factor que puede haber favorecido la cuaja inicial de frutos en los árboles podados, puede haber sido la buena relación entre el tamaño de los estambres y el pistilo de las flores. Esto puede deberse a que en fases tempranas del desarrollo de la yema floral, este es manejado por eventos hormonales, mientras que en las fases tardías el desarrollo de la yema, depende de la disponibilidad de carbohidratos y nitrógeno (FAUST, 1989). Por consiguiente, la poda puede haber favorecido un adecuado balance hormonal y, posteriormente, una mayor disponibilidad de carbohidratos y Nitrógeno, lo que pudo haber beneficiado la calidad floral.

4.2.7.Rendimiento de Cosecha

En el tratamiento 1, se obtuvieron 257.2 kg de fruta de los cuales se descartaron 10.2 kg, es decir, un 4.2 %. El mayor porcentaje de fruta embalada estuvo en los calibres 60 y 50 con un 78 % (Cuadro 21)

**CUADRO 21. Resultado del proceso de embalaje de frutos de paltos
provenientes del tratamiento de poda**

Embalaje	Calibre	N° deCajas	Kilos netos embalados	Porcentaje
Cartón 11.2 kg	40	1	11.2	4.35
Cartón 11.2 kg	50	5	56	21.77
Cartón 11.2 kg	60	13	145.6	56.61
Cartón 11.2 kg	70	3	33.6	13.06
Total embalaje		22	246.40	95.80

En el Cuadro 22, se observan los resultados del proceso de embalaje del tratamiento sin poda en el cual se cosecharon 504.6 kg de los cuales se embolsó para exportación un 99.68 %; por lo tanto, se descartaron 1.6 kg., es decir, un 0.32 %. A pesar de que se cosecharon más kilos que en el tratamiento anterior y el porcentaje de embalaje también fue superior, se puede observar en los cuadros, que en el tratamiento con poda se pudo obtener al menos una caja con un calibre superior (calibre 40) y en el tratamiento sin poda se obtuvo una caja con el calibre más pequeño en caja de 10.2 kg (calibre 84). Así mismo, se observa que el calibre que se embolsó en mayor porcentaje fue el calibre 60 siendo superior en el tratamiento con poda.

**CUADRO 22. Resultado del proceso de embalaje de frutos de paltos
provenientes del tratamiento sin poda**

Embalaje	Calibre	Cajas	Kilos netos	Porcentaje
Cartón 11.2 kg	50	12	134.4	26.63
Cartón 11.2 kg	60	24	268.8	53.27
Cartón 11.2 kg	70	8	89.6	17.76
Cartón 10.2 kg	84	1	10.2	2.02
Total embalaje		45	503	99.68

La mayor cantidad de kilos cosechados por parte de los árboles sin poda se puede deber a que estos árboles aún son jóvenes (6 años) y es posible que dentro de un año o dos, los árboles sin poda comiencen a disminuir su producción y que la distribución de calibres empiece a verse afectada aumentando el número de frutos pequeños.

En resultados obtenidos en distintas distancias de plantación RAZETO, FICHET y LONGUEIRA (1998) advirtieron que la producción por árbol en distancias de 4 x 2 m disminuía en forma notoria al octavo año; en la distancia de 5.5 x 3 m la producción por árbol, dejó de aumentar y en la distancia de 6 x 6 m, la producción disminuyó levemente.

Existen huertos con árboles de gran tamaño, con centros prácticamente vacíos y con exagerados largos de rama, las que, además, producen una serie de derivaciones buscando la periferia de la planta, reduciéndose cada vez más el diámetro de las ramas que abastecen la última porción del árbol, sector en donde se ubica la fruta. Es decir, hay una alta probabilidad que la capacidad de abastecimiento de agua y nutrientes de los frutos se vea muy disminuida, en relación a la situación que se produce en plantas jóvenes, cuyo distanciamiento entre los centros de fructificación y el eje de la planta, es más corto (CAUTÍN, 1997).

La mayor proporción de cajas que se obtuvo fue de los calibres 60 y 50, los cuales tienen un precio común entre US\$19.25-21.25 en Estados Unidos, transados en el mercado ex muelle de Los Ángeles. Por lo tanto, el hecho de que se obtenga una mayor proporción de cajas entre estos dos calibres no es tan importante. En el tratamiento de árboles sin poda, se obtuvo una caja de calibre 84 el cual tiene un precio de US\$12.25 y es la categoría más pequeña transada e incluso en algunos mercados de Estados Unidos no se comercializa. Por otro lado, en el tratamiento con el sistema de poda en seto, se obtuvo una caja de calibre 40 que se transa entre US\$ 22.25-25.25; por lo tanto, el hecho de que este calibre se transe a un mayor precio, hace

muy importante aumentar la proporción de este calibre mediante el tratamiento de poda (Revista del Campo, 2000).

5. CONCLUSIONES

Ensayo 1

- La cantidad de poda fue mayor en el segundo flash de crecimiento.
- La poda en seto provocó un mayor crecimiento en la superficie foliar y en el perímetro de tronco.
- Existe un grado diferencial de intercepción de luz según el tratamiento de poda empleado.
- La distribución radical presentó diferencias para los árboles con el sistema de poda en seto.
- La poda de los árboles en seto produjo un aumento de los puntos de floración y del número de panículas.
- La poda en seto no produjo ninguna diferencia en la cuaja final de frutos.
- Los árboles con poda produjeron un número superior de kilos cosechados con respecto de los árboles conducidos en forma libre.

Ensayo 2

- La cantidad de poda fue mayor en el segundo flash de crecimiento.
- No se produjo un grado diferencial de intercepción de luz en los árboles con el tratamiento de poda.
- La distribución radical presentó diferencias para los árboles con el sistema de poda en seto.
- La poda de los árboles en seto produjo un aumento de los puntos de floración y del número de panículas.
- La poda en seto no produjo ninguna diferencia en la cuaja final de frutos.
- Los árboles con poda produjeron un número menor de kilos cosechados con respecto de los árboles conducidos en forma libre.

6. RESUMEN

El palto proviene de zonas subtropicales, por lo tanto, genéticamente es un árbol que tiene un alto vigor, lo que genera árboles de gran tamaño, pero esta situación no cumple con la realidad económica y comercial de hoy, que busca árboles más pequeños para facilitar las labores de huerto y mayor densidad de plantación con el fin de recuperar en un período menor la inversión inicial.

El objetivo de este estudio fue establecer las ventajas y desventajas técnicas y productivas que se genera por la implementación de un sistema de producción y formación en seto de palto Hass.

En la Estación Experimental "La Palma" perteneciente a la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en la Provincia de Quillota, se realizaron dos ensayos. El ensayo 1 estuvo compuesto por 32 árboles de tres años de edad, plantados a 6 x 4 m y separados en 4 módulos de 8 árboles cada uno, de los cuales 16 árboles pertenecían al tratamiento con poda y los otros 16 árboles correspondían al testigo. El ensayo 2 estuvo compuesto por 16 árboles de 6 años de edad, plantados a 5 x 5 m, de los cuales, 8 árboles correspondieron al tratamiento de poda y 8 árboles al tratamiento sin poda.

Para los dos ensayos, se realizaron los mismos tratamientos en el mes de enero y en el mes de marzo. El primer tratamiento consistió en eliminar las ramas que salieran del seto de producción, cortando ramas vigorosas desde la base y despuntando ramas más débiles sobre un lateral. El tratamiento dos correspondió al testigo.

Las variables medidas para los dos ensayos fueron materia seca, interceptación de luz, densidad de raíces, puntos de floración y número de panículas por punto cardinal, número de frutos cuajados y cosecha. Además, en el ensayo 1, se evaluó el tamaño de árbol y en el ensayo 2 el crecimiento de fruto.

Del análisis estadístico con un 5 % de error, se desprende que existen diferencias significativas favorables para los árboles conducidos en seto en cuanto al número de puntos de floración y al número de panículas por orientación con respecto a árboles conducidos en forma libre en los dos ensayos. En el ensayo 2, se encontraron diferencias significativas en la

velocidad de crecimiento de frutos en árboles podados. En cuanto a la interceptación de luz y al número final de frutos cuajados, no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los dos ensayos.

En forma descriptiva se comprobó que la densidad de raíces en los árboles podados presentaba una mayor proporción de raíces absorbentes y una menor proporción de raíces gruesas en ambos ensayos. En cuanto a la cosecha, los árboles podados del ensayo 1 presentaron una mayor cantidad de kilos; en cambio, en el ensayo 2, los árboles sin poda tuvieron una mayor cantidad de kilos, pero con una distribución de calibres menor. En el ensayo 1, también en forma descriptiva se comprobó que los árboles podados presentaron un área mayor que los árboles sin poda. Con respecto a la materia seca, se comprobó que la cantidad extraída en las dos épocas de poda, fue muy similar tanto en el ensayo 1 como en el ensayo 2.

7.- LITERATURA CITADA

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

CAUTÍN, R. 1996 (a). Nuevas Tendencias en el Establecimiento de Huertos. In: Razeto, B., y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile. pp: 43-44 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45)

_____ 1996 (b). Nuevos Antecedentes Sobre Requerimientos de Polinización y Variedades. In: Razeto, B., y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile. pp: 15-29 (Publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45).

_____ 1997. Poda en paltos. Empresa y Avance Agrícola 7 (52): 18-19

_____; SALGADO, E. y FASSIO, C. 1999. Seasonal changes in avocado root morphology under soil-limiting conditions. (Por publicar).

CFFA. 2000. Superficie de Huertos Frutales (Hectáreas)(on line). www.cffa.org

CASTRO, X. 2000. Evaluación del comportamiento que presenta la conducción en seto de árboles de palto cv. Hass, en alta densidad. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 107 p.

CARRILLO, G. 1995. Efecto de la Carga Frutal sobre la inducción floral de yemas Terminales de Palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass, proveniente de distintos flash vegetativos. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 124 p.

- CHILE. MINAGRI. 1966. Estudio agrológico de la Hacienda "La Palma". Santiago, MINAGRI. 44 p.
- COQUE, M. y DÍAZ, M. 1996. Poda de frutales y técnicas de propagación y plantación. Madrid. Ministerio de agricultura, pesca y alimentación. 267 p.
- CUTTING, J. and BOWER, J. P. 1992. The effect of vegetative pruning on fruit mineral composition and postharvest quality in "Hass" avocado. In: Proc. Of second World Avocado Congress, California. pp: 403-407
- _____. 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 cut affect shoot growth in avocado (*Persea americana*) Mill. Journal Horticulturae Science 69 (1): 75-80.
- FABER, B. 1991. Orchard "slenderizing". California Avocado Society Yearbook pp 57-62.
- FITTER, A. 1996. Characteristics and Function of Root systems. In: Waisel, Y., Eshel, A. y Kafkafi, U. eds. Plants Roots the Hidden Half. Second Edition. New York, Marcel Dekker, pp 1-20.
- FAUST, M. 1989. Physiology of temperate zone fruit trees. New york. John Wiley and sons, Inc. 331p.
- GARDIAZÁBAL, F y WILHELMY, C. 1995. Lo que viene: poda en paltos. Empresa y Avance Agrícola. Vol. 5 (39): 18-19.

- GASTÓ, J.; PANARIO, D. y COSIO, F. 1993. Clasificación de Ecorregiones y Determinación de Sitio y Condición. Manual de Aplicación para municipios y predios rurales. Ecuador, Red de Pastizales andinos. 254 p.
- GIL, G. 1997. El potencial Productivo. Santiago, Ediciones Universidad Católica de Chile. 342 p.
- GIL-ALBERT, F. 1995. Tratado de Arboricultura Frutal. Madrid, Mundi-Prensa. 214 p. (Vól. 5)
- GROCHOWSKA, M.; KARASZEWSKA, A.; JANKOWSKA, B., MAKSYMIUK, J.; and WILLIAMS, M. 1984. Dormant pruning influence on auxin, gibberellin, and cytokinin levels in apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 (3): 312-318.
- JACKSON, J. 1980. Ligth intercepción and utilization by orchard systems. Hort. Rev. 2 : 208-267
- JOHNSON, R. and LAKSO, A. 1991. Approaches to modeling lighth interception in orchards. Hortscience 26(8) : 1002-1004
- JONKERS, H. 1982. Testing koopman's rules of apple tree pruning. Scientia Hort. 16 (3): 209-215
- KÖHNE, J. 1998. Distancias de Plantación y Control del Tamaño en Paltos en Sudáfrica. Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar. 4, 5, 6 de noviembre 1998. pp 73-80.
- MARTIN, G. 1998. Mantenimiento de la Productividad del Aguacate Mediante Poda y Aclareo de Arboles.. IV jornadas anadaluzas de frutos tropicales. Mijas, España, 24-25 de noviembre 1993. pp 7-11.

MYERS, S. and FERRE, D. 1983. Influence of Time of Summer Pruning and limb on yield, fruit size, and quality of vigorous "Delicious" apple trees. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108: 630-633

RAZETO, B. 1996. Alternativas en la distancia de plantación, raleo de árboles y poda. In: Razeto, B. y Fichet, T. eds. Cultivo del palto y perspectivas de mercado. Santiago, Universidad de Chile. pp: 45-51(publicaciones Misceláneas Agrícolas N° 45).

_____ 1999. Para entender la fruticultura. 3° ed. Santiago, Vértigo. 373 p

_____; LONGUEIRA, J. and FICHET, T. 1998. Close planting of avocado. Proc. of Third World Avocado Congress pp. 227-229.

RYUGO, K. 1993. Fruticultura Ciencia y Arte. México, Agt. 460 p.

PALTAS, 2000. Revista del Campo N° 1276 : B6

PARTIDA, G. 2000. Avocado canopy management at pine tree ranch. The Avocado California Grower. N° 8: 5-6

SAURE, M. 1987. Summer Pruning effects- A review. Scientia Hort. 30: 253-282

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

SEDGLEY, M. 1980. Anatomical Investigation of abscised avocado flowers and fruitlets. Ann. Bot. 46: 771-777.

- STASSEN, P. 1999. Canopy management: a south african point of view. The California avocado grower. N° 6: 1-3
- STOTTLEMEYER, D. 1999. Impressions of the avocado industry in israel. The california avocado grower. N° 6: 7-10.
- TAIZ, L. Y ZEIGER, E. 1998. Plant Physiology. 2° ed. Sunderland, Sinauer Associates, Inc., Publishers. 792 p.
- TUKEY, J.W. 1977. Explorator y Data Analysis. Reading, Addison-Wesley Publishing Co.
- 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
- VERA, M. 1997. Evaluación de poda en palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en la localidad de Hijuelas. Taller de Licenciatura Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 66p.
- WHILEY, A and SCHAFFER, B. 1994. Avoca. In: Schaffer, B. And Andersen, P. eds. Handbook of Environmental Phisiology of Fruit Crops; Subtropical and Tropical Crops. Florida, CRC. pp: 3-35.
- WIEGAND, H. 1999. Efectos de la utilización de mulch de acícula de pino, 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.

- WILHELMY, C. 1998. Evaluación Económica del Cultivo del Palto. Sociedad Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos. Viña del Mar. 4, 5, 6 de noviembre 1998. pp 119-143.
- WOLSTENHOLME, B. and WHILEY, A. W. 1989. Carbohydrate and phenological cycling as management tools for avocado orchards. South African avocado Growers Association Yearbook. 12 : 33-37.
- WOLSTENHOLME, B. and WHILEY, A. W. 1995. Prospects for increasing hass fruit size. A southern hemisphere perspective. Australian avocado growers Federation Inc, Conference. Australia, 30 april to may 3, 1995. pp : 89-102.

ANEXOS

ANEXO 1. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante los meses de Invierno del 2000 por la Estación Experimental "La Palma"

Junio			Julio			Agosto		
Día	T° máx. °C	T° mín. °C	Día	T° máx. °C	T° mín. °C	Día	T° máx. °C	T° mín. °C
1	17.4	2.0	1	16.0	10.0	1	17.6	4.4
2	20.4	7.2	2	17.0	2.0	2	20.6	2.8
3	19.6	4.2	3	21.4	3.2	3	15.2	1.6
4	20.4	3.8	4	25.0	4.8	4	15.0	8.2
5	18.0	5.0	5	13.4	3.0	5	18.8	0.0
6	16.0	5.0	6	15.6	9.8	6	22.0	3.6
7	19.2	8.0	7	12.6	10.0	7	25.8	4.8
8	18.6	2.4	8	14.0	4.4	8	24.0	4.2
9	16.6	6.6	9	15.0	6.0	9	24.0	3.2
10	22.4	3.6	10	14.2	0.0	10	15.4	2.8
11	15.2	5.0	11	15.8	-0.4	11	18.6	5.0
12	18.6	8.8	12	19.4	-1.2	12	18.4	10.0
13	17.2	12.0	13	23.6	1.2	13	17.4	1.4
14	13.2	11.6	14	17.0	1.4	14	18.4	5.8
15	15.6	6.4	15	19.0	1.4	15	18.6	2.2
16	16.0	1.6	16	20.4	2.0	16	21.6	2.0
17	15.4	3.8	17	16.8	3.4	17	26.2	3.0
18	15.4	1.4	18	16.6	3.8	18	26.2	3.6
19	13.6	1.0	19	20.0	2.6	19	19.0	9.0
20	15.4	6.4	20	15.0	4.0	20	12.6	9.0
21	22.0	9.8	21	14.4	6.4	21	15.2	8.8
22	20.6	8.0	22	16.6	-1.4	22	17.2	9.6
23	16.6	9.8	23	20.6	0.2	23	19.2	8.0
24	14.8	8.6	24	18.0	1.4	24	17.8	4.0
25	17.0	6.4	25	25.8	2.8	25	19.6	6.2
26	15.0	3.0	26	22.6	3.2	26	16.6	2.8
27	11.4	9.2	27	19.0	4.0	27	19.6	4.6
28	12.8	7.2	28	18.4	2.0	28	18.8	1.8
29	12.8	8.4	29	10.4	2.8	29	24.8	1.8
30	16.2	10.4	30	17.2	6.4	30	19.2	5.6
31			31	10.8	2.6	31	19.6	1.6

ANEXO 2. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante los meses de Invierno de 1999 por la Estación Experimental "La Palma"

Junio			Julio			Agosto		
Día	T° máx. °C	T° mín. °C	Día	T° máx. °C	T° mín. °C	Día	T° máx. °C	T° mín. °C
1	14.4	11.4	1	16.8	9.2	1	15.8	3.0
2	18.0	11.4	2	16.8	3.0	2	14.2	9.6
3	18.4	2.8	3	17.4	2.6	3	16.8	10.0
4	16.0	7.6	4	19.0	1.4	4	19.0	3.4
5	17.0	10.0	5	18.2	1.2	5	14.8	8.6
6	18.8	5.2	6	17.6	1.4	6	20.0	8.8
7	13.0	10.4	7	15.0	1.6	7	21.6	3.4
8	15.8	10.0	8	15.0	9.6	8	24.6	4.4
9	17.8	1.6	9	13.6	8.8	9	28.6	6.2
10	22.6	-1.0	10	18.4	8.8	10	26.2	3.2
11	19.8	0.6	11	14.8	9.6	11	20.6	5.4
12	22.2	3.4	12	14.8	2.6	12	19.4	3.0
13	22.2	8.2	13	15.6	4.4	13	18.0	-1.4
14	22.2	10.0	14	14.6	0.4	14	20.0	0.4
15	21.6	8.6	15	17.8	-1.4	15	14.0	4.0
16	15.0	8.8	16	18.8	-2.2	16	18.2	6.2
17	21.0	7.4	17	15.2	-2.0	17	20.2	1.4
18	20.4	7.8	18	16.4	5.0	18	24.4	3.8
19	19.2	3.2	19	15.4	7.8	19	16.8	10.2
20	19.8	2.0	20	17.8	2.0	20	14.4	9.2
21	17.6	5.0	21	19.8	2.0	21	18.4	9.2
22	18.8	10.8	22	21.0	2.8	22	16.6	7.6
23	21.2	5.8	23	22.0	1.6	23	13.0	9.8
24	17.6	6.0	24	25.0	2.2	24	17.8	3.4
25	16.6	9.4	25	18.6	1.6	25	24.6	3.6
26	18.2	1.2	26	19.6	6.6	26	16.2	5.4
27	16.0	6.0	27	19.4	3.0	27	14.6	10.4
28	15.4	9.8	28	16.0	10.4	28	18.4	5.6
29	15.4	8.4	29	17.6	9.0	29	14.6	8.0
30	19.0	8.8	30	25.2	2.2	30	15.2	11.6
31			31	21.2	2.8	31	18.4	6.4

ANEXO 3. Efecto de la helada del mes de julio de 1999 en el Ensayo 1.

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

Fuente: CASTRO (2000)

Anexo 4. Promedio y desviaciones estándar de los datos obtenidos de la intercepción de luz ($\mu\text{m}^2/\text{s}$) en cuatro orientaciones en el Ensayo 1.

Orientación norte

		Con poda		Sin poda	
Distancia (m)	Altura (m)	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
1	1	198.6	504.2	40.4	26.6
1	2	1186.1	846.4	765.9	863.7
2	1	1381.9	787.3	1202.6	913.8
2	2	1886.5	119.8	1753.6	619.2

Orientación sur

		Con poda		Sin poda	
Distancia (m)	Altura (m)	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
1	1	41.0	38.1	26.7	18.1
1	2	1274.5	983.5	1270.7	920.5
2	1	1549.1	665.2	957.2	898.0
2	2	2766.8	4755	1841.9	163.0

Continuación Anexo 4

Orientación oeste

		Con poda		Sin poda	
Distancia (m)	Altura (m)	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
1	1	23.7	12.3	16.4	7.3
1	2	1291.3	990.8	547.9	875.1
2	1	2023.6	341.6	1582.4	287.3
2	2	1968.1	74.0	1749.5	162.3

Orientación este

		Con poda		Sin poda	
Distancia (m)	Altura (m)	Promedio	Desviación estándar	Promedio	Desviación estándar
1	1	72.2 a	50.6	18.4 a	14.8
1	2	1758.4 a	101.8	623.6 b	764.0
2	1	1962.9 a	49.9	1285 b	308.2
2	2	1997 a	61.4	1729 a	87.5

ANEXO 5. Efecto de la helada del mes de julio de 1999 en el Ensayo 2

Tratamientos	N° de yemas totales	N° de yemas dañadas	N° de yemas intactas	Porcentaje de daño (%)
Con poda	50	19	31	38
Sin poda	50	16	34	32

Fuente: CASTRO (2000)

Orientación Oeste

Distancia	Altura	Con poda		Sin poda	
		Medias	Desviación estándar	Medias	Desviación estándar
1	1	5.9	2.0	5.9	2.7
1	2	7.9	2.1	10.3	1.2
1	3	19.8	8.7	11.1	2.0
2	1	846	930.3	6.2	2.2
2	2	932	948.2	14.4	12.5
2	3	1102	915.6	468.5	907.7

Orientación Este

Distancia	Altura	Con poda		Sin poda	
		Medias	Desviación estándar	Medias	Desviación estándar
1	1	19.1	19.6	7.5	3.7
1	2	8.5	2.2	15.5	9.5
1	3	471.8	872.3	450.9	850.1
2	1	1083.7	816.4	15.5	6.6
2	2	954.1	1016.6	18.7	10.2
2	3	964.5	1030.2	995.5	901.4