

El Cultivo del Palto

TERCERA EDICIÓN



Gamaliel Lemus S. • Raúl Ferreyra E.

Pilar Gil M. • Paulina Sepúlveda R.

Patricio Maldonado B. • Carlos Toledo G.

Cristián Barrera M. • José Miguel Celedón de A.

El Cultivo del Palto

Boletín INIA N° 129

Este boletín fue reeditado para los agricultores del Valle del Codpa en el marco del proyecto "Caracterización e identificación del o los agentes causales de la baja productividad en el manejo del palto en el valle de Codpa y mitigación de la problemática a través de la transferencia tecnológica", financiado por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota.



ARICA Y PARINACOTA
GOBIERNO REGIONAL

INIA
INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
MINISTERIO DE AGRICULTURA
CHILE



INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

El Cultivo del Palto

Gamaliel Lemus S.

Raúl Ferreyra E.

Pilar Gil M.

Paulina Sepúlveda R.

Patricio Maldonado B.

Carlos Toledo G.

Cristián Barrera M.

José Miguel Celedón de A.

TERCERA EDICIÓN

Santiago, Chile, 2010

ISSN 0717-4829

BOLETÍN INIA - N° 129

El Cultivo del Palto

Boletín INIA N° 129 Tercera Edición

Autores:

Gamalier Lemus S.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc. - INIA La Platina

Raúl Ferreyra E.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc. - INIA La Cruz

Pilar Gil M.

Ingeniero Agrónomo - INIA La Cruz

Paulina Sepúlveda R.

Ingeniero Agrónomo, M.Sc. - INIA La Platina

Patricio Maldonado B.

Ingeniero Agrónomo

Carlos Toledo G.

Ingeniero Civil

Cristián Barrera M.

Ingeniero Agrónomo

José Miguel Celedón de Andraca

Ingeniero Agrónomo

Este boletín fue reeditado por el Centro Regional de Investigación La Platina del Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, en el marco del proyecto “Caracterización e identificación del o los agentes causales de la baja productividad en el manejo del palto en el valle de Codpa y mitigación de la problemática a través de la transferencia tecnológica”, financiado por el Gobierno Regional de Arica y Parinacota.

Permitida su reproducción total o parcial citando la fuente y los autores.

Cita bibliográfica correcta:

Lemus S., Gamalier; Ferreyra E., Raúl; Gil M., Pilar; Sepúlveda R., Paulina; Maldonado B., Patricio; Toledo G., Carlos; Barrera M., Cristián, Celedón de A., José Miguel. 2010.

El Cultivo del Palto.

Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Chile.

Boletín INIA N° 129. 80 pp.

Diseño y Diagramación: Guillermo Feuerhake

Impresión: Imprenta Salesianos

Cantidad de ejemplares: 300

Santiago, 2010

El Cultivo del Palto

•

**Antecedentes generales
y botánica del palto**

•

Antecedentes económicos

•

Manejo del cultivo

•

Índice de contenidos

1. Antecedentes generales y botánica del palto	9
1.1. Características generales de cultivares comerciales importantes en Chile	11
2. Antecedentes económicos	14
2.1. Mercado internacional de las paltas	14
2.1.1. Tratados de Libre Comercio	17
2.1.2. Impuestos	17
2.2. Situación nacional de la palta	18
2.3. Promoción internacional: Ley de Check-off e Import Association	20
2.4. Promoción nacional	20
2.5. Amenazas para la industria de la palta en Chile	21
3. Manejo del cultivo	22
3.1. Plantación	22
3.1.1. Consideraciones antes de la plantación	22
3.1.1.1. Suelo	22
3.1.1.2. Clima	23
3.1.1.3. Agua	26
3.1.1.4. Portainjertos	27
3.1.2. Plantación de un huerto de paltos	30
3.1.2.1. Diseño de la plantación	30
3.1.2.2. Distancias de plantación	30
3.1.2.3. Época de plantación	32
3.1.2.4. Calidad de la planta	32
3.1.2.5. Cuidados en la plantación	32
3.1.3. Manejo después de la plantación	35
3.1.3.1. Riego y fertilización después de plantación	35
3.1.3.2. Conducción, poda y anillado en palto	35
3.2. Enfermedades y plagas	36
3.2.1. Enfermedades	36
3.2.2. Insectos y ácaros	37
3.3. Manejo de la polinización	40

3.4. Manejo de la fertilización	42
3.4.1. Evaluación del estado nutricional	43
3.4.2. Nitrógeno	45
3.4.3. Zinc	47
3.4.4. Boro	48
3.4.5. Hierro	49
3.4.6. Corrección vía acidificación	50
3.4.7. Superficie de suelos con PH alcalino y/o presencia de carbonatos en la V Región	52
3.5. Manejo del riego	53
3.5.1. Condiciones ambientales favorables para el desarrollo y producción del palto	53
3.5.2. Condiciones de suelo en que se desarrolla el palto en Chile	55
3.5.3. Cómo afectan las condiciones de suelos desfavorables el desarrollo del palto	55
3.5.4. Cómo optimizar la relación agua/aire en el suelo	57
3.5.4.1. Mejoramiento de la macroporosidad de suelo	58
3.5.4.2. Re-sectorización de los equipos de riego	59
3.5.4.3. Mejorar la uniformidad de descarga de los emisores	59
3.5.4.4. Optimizar el manejo del riego	59
3.5.4.4.1. Requerimiento de agua de paltos	60
3.5.4.4.2. Frecuencia de riego	61
3.5.4.4.3. Control del riego	61
3.5.4.4.4. Períodos críticos del palto en relación con el riego.....	64
3.6. Conducción y poda	67
3.6.1. Necesidad de conducir y podar el cultivo	67
3.6.2. Objetivos de la poda	69
3.6.2.1. Conducción	70
3.6.2.2. Poda	73
3.6.2.3. Algunos sistemas de poda en paltos	73
3.6.2.4. Poda de reestructuración en paltos	74
4. Literatura consultada	77

El cultivo del palto

I. Antecedentes generales y botánica del palto

El palto (*Persea americana* Mill.), conocido también como aguacate en otros países americanos, es originario de nuestro continente, sin embargo su cultivo comercial es relativamente reciente. Esta especie frutal pertenece a la familia Lauraceae y está emparentada con el lingue (*Persea lingue* (R. & P.)), que crece en los bosques del sur de Chile.

El palto es un árbol de hoja perenne, nativo del área de América Central, donde existen zonas selváticas en las que diferentes especies de árboles deben competir permanentemente por luz y espacio. Bajo estas condiciones se produce una selección natural que favorece la sobrevivencia de árboles de crecimiento rápido y permanente. Por esta razón, el palto es una especie que genéticamente está determinada para crecer continuamente, alcanzando fácilmente 12 metros de altura y aproximadamente 14 metros de diámetro de copa.

Las variedades o cultivares de palto que actualmente conocemos se han producido por hibridaciones de distintos materiales trasladados desde su centro de origen.

Estas variedades o tipos pueden agruparse según su altura, forma, tamaño de la fruta, color del follaje y adaptación a diferentes condiciones climáticas. De acuerdo a estas características, los distintos tipos de palto pueden agruparse en tres razas principales: mexicana, guatemalteca y antillana (Cuadro 1).

Los cultivares de palta más importantes en Chile son Hass, Fuerte, Negra de La Cruz (o Prada), Bacon, Edranol y Zutano. La variedad Hass es originaria de California, y entre sus características genéticas predominan las de la raza guatemalteca, siendo afectada por heladas, en especial al estado de plena flor donde resiste sólo hasta $-1,1^{\circ}\text{C}$. Posee buena productividad y reducido añerismo si se le compara con otros cultivares. Su precocidad es alta, lográndose cosechas al segundo o tercer año. El cultivar Hass es de desarrollo mediano y crecimiento globoso, por ello puede plantarse a distancias medias y a alta densidad debido a su precocidad.

El cultivar Hass produce un fruto piriforme, de cáscara gruesa, algo rugosa y de color

verde, el que se torna negro a medida que ésta madura. La cosecha puede comenzar en julio y prolongarse hasta marzo, es decir 9 meses en huertos de maduración temprana. La calidad de esta variedad en términos de contenido de aceite es alta, ya que los frutos maduros pueden contener hasta un 20%. La producción puede alcanzar como promedio 12 ton/ha después de 6 a 8 años, aunque se ha visto que en algunos huertos puede llegar a 25 ton/ha.

El ciclo fenológico del palto Hass muestra dos épocas de brotación, una en primavera (7 septiembre al 21 diciembre) y otra en

otoño (29 marzo al 17 mayo), siendo la primera de mayor intensidad. El desarrollo de la raíz también ocurre en dos períodos, el primero en primavera-verano (28 octubre al 3 febrero), seguido por un crecimiento que comienza en marzo y termina a mediados de mayo. En Quillota (V Región) la floración del palto Hass se produce entre el 21 de octubre y el 13 de noviembre, seguida de la cuaja. Luego existe una primera caída de frutos que ocurre desde mediados de noviembre a fines de diciembre. La segunda caída de frutos o regulación natural de carga ocurre entre marzo y abril.

CUADRO 1

Comparación de algunos parámetros entre tres razas de palto

RAZA	MEXICANA	GUATEMALTECA	ANTILLANA
Origen	México (zona alta)	Guatemala (zona alta)	Antillas (zona baja)
Adaptación climática	Subtropical	Subtropical	Tropical
Resistencia a bajas temperaturas	-4,5 a 3,0 °C	-4,0 a - 2,0 ° C	- 2,0 a - 1,0° C
Tolerancia a la salinidad	media-	alta	baja
Añerismo	Poco intenso	intenso	Poco intenso
Tamaño de hoja	corta	larga	muy larga
Color de hoja	verde	verde	verde suave

Fuente: Gardiazábal, F.,1998.

I.1. Características generales de cultivares comerciales importantes en Chile

a) Cultivar Hass

- Híbrido de raza guatemalteca y raza mexicana.
- Vigor medio a grande, redondeado, fruto color negro a violáceo.
- Producción incierta, producción potencial: 20 a 25 ton/ha.
- Período flor a fruto: 12 a 16 meses.
- Cosecha: agosto a noviembre (destino: EE.UU. y Europa).
- Calibre: dependiente de riego, carga, manejos de cultivo.
- Menor añerismo como huerto, sí como árbol. Se regula con poda, fertilización.
- Cultivar precoz.



FOTO 1. Frutos de cultivar Hass

b) Cultivar Fuerte

- Híbrido de raza guatemalteca y raza mexicana.
- Alto vigor, crecimiento desordenado, piel verde.
- Producción baja: 8 a 10 ton/ha.
- Época de cosecha: agosto a octubre. En algunas localidades a partir de Julio.
- Sensible a bajas temperaturas.
- Alta sensibilidad a nitrógeno.



FOTO 2. Frutos de cultivar Fuerte

c) Cultivar Negra de La Cruz

- Híbrido de raza mexicana y raza guatemalteca.
- Buen aspecto del fruto, color negro a violáceo.
- Alta resistencia al frío (-5°C).
- Producción baja: 6 a 7 ton/ha.
- Época de cosecha: abril a julio.

Debido a la mayor resistencia a “heladas” su cultivo se desarrolla en áreas donde Hass y otros cultivares no toleran bajas temperaturas.

d) Cultivar Bacon

- Híbrido de raza mexicana y raza guatemalteca.
- Resistente a frío, gran altura.
- Cosecha: julio a enero.
- Producción: 14 ton/ha en valles interiores a 20 ton/ha en zonas costeras.



Foto 3. Frutos de Bacon (izq.) y Hass (der.)

e) Cultivar Edranol

- Híbrido de raza guatemalteca y raza mexicana.
- Importante polinizante de cv. Hass.
- Baja producción y muy variable en el tiempo.
- Fruto de buenas características organolépticas, semilla pequeña.
- Cosecha: septiembre a noviembre.

f) Cultivares de raza mexicana

- Semilla de Plántulas de raza mexicana
- Variedad mexicana, resistente a bajas temperaturas, buena germinación y buen crecimiento.
- Importante porta injerto.
- Cosecha: marzo a mayo.

g) Esther

- Cultivar proveniente de Hass. Tamaño del árbol semi-enano.
- 25 meses de flor a fruto.
- Producción: 20 a 25 ton/ha (alta).
- Mala calidad de fruto, gran tamaño (500 gr cada fruto).
- Alta sensibilidad a trips del palto (*Heliethrips haemorroidalis* B.).

h) Nuevas variedades

En la actualidad se buscan nuevas variedades de palta, con el objeto de encontrar un cultivar similar a Hass, pero de mayores rendimientos. La mayoría de los estudios se han realizado en California y Sudáfrica, con un programa de selección muy completo. En la Universidad de California se ha seleccionado, luego de muchos años de estudio, la variedad Lamb-Hass como un gran potencial para reemplazar a la variedad comercial Hass, que es líder en el mundo.

Las características que diferencian a Lamb-Hass de Hass son las siguientes:

1. Lamb-Hass madura más tarde que Hass, desde mediados a final de verano.
2. Fruto de forma más cuadrada.
3. La madera del árbol es más flexible, la fruta tiende a madurar en el interior del árbol y lo hace en racimos.
4. Lamb-Hass es más tolerante a ataque de arañitas y otras pestes.
5. Su rango fotosintético es aproximadamente mayor en un 30% y posee mayor contenido de clorofila.
6. Su hábito de crecimiento es más erecto que Hass.

Paralelamente, en Sudáfrica se han estudiado otros cultivares similares a Hass dentro de las cuales destacan Harvest y Gem, principalmente porque presentan rendimientos superiores a Hass en un 57% y 53%, respectivamente.

Estos cultivares no se han evaluado en Chile, el estudio de su potencial de crecimiento y desarrollo, productividad y calidad de la fruta permitiría conocer si pueden reemplazar a la Hass o complementarían su actual producción.

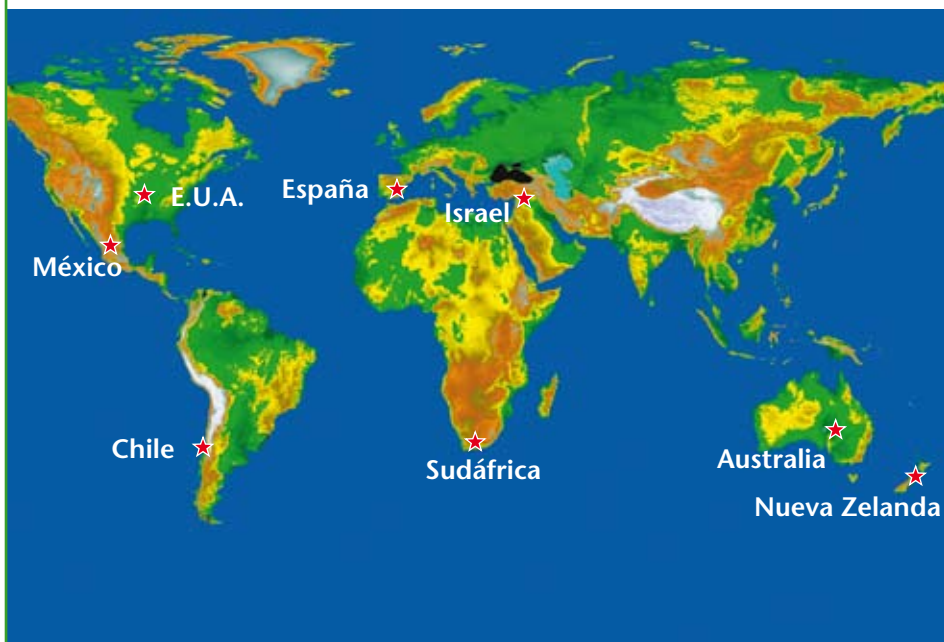
2. Antecedentes económicos

2.1. Mercado internacional de las paltas

Según antecedentes del Departamento de Agricultura de EE.UU. (USDA), la superficie mundial de paltos al año 2003 supera las 340 mil hectáreas, cifra que representa un incremento anual en torno al 2% durante

la década 1990/2000. De esta superficie, las mayores áreas de cultivo están en México (94 mil ha) seguido de EE.UU. (26,4 mil ha) y Chile (21,9 mil ha). En el comercio mundial, los principales exportadores son México, Chile, Sudáfrica, España e Israel (Figura 1).

FIGURA 1
Regiones productoras de palto más importantes en el mundo



El principal destino de las exportaciones de Chile es EE.UU. (Cuadro 2) así como también lo es para México, por los beneficios de los tratados comerciales NAFTA/TLC y algunas ventajas comparativas (distancia y

volumen), siendo el principal competidor en ese mercado. El potencial exportador de México hace que se pueda esperar una baja en los precios en EE.UU. en el mediano plazo.

CUADRO 2
Exportaciones de paltas chilenas por países de destino

PAÍS DESTINO	1995	1999	2000	2001	2002
EE. UU.	97,10 %	98,53 %	98,65 %	96,14 %	96,90 %
Argentina	2,84 %	1,46 %	1,26 %	2,76 %	2,00 %
Holanda	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,64 %	0,70 %
Francia	0,00 %	0,00 %	0,00 %	0,20 %	0,20 %
España	0,00 %	0,01 %	0,08 %	0,08 %	0,10 %
Los demás	0,06 %	0,01 %	0,00 %	0,18 %	0,10 %

Fuente: ODEPA

El consumo de palta en el mundo es claramente liderado por México, seguido por Chile, Francia, EE.UU. y Europa (sin considerar Francia), esto indica los potenciales mercados a los cuales dirigir las

exportaciones, siendo EE.UU. y la CEE los más interesantes para Chile por volumen, precios y beneficios de los nuevos tratados establecidos recientemente (Cuadro 3).

CUADRO 3
Consumo de paltas en el mundo

PAÍS	CONSUMO PER CÁPITA (Kg al año)
México	9,0
Chile	3,5
Francia	1,3
EE.UU. (Texas, Arizona y Florida)	0,8
Europa	0,5
Argentina	0,2

Fuente: ODEPA

Las exportaciones chilenas a su principal mercado, que es EE.UU., se realizan principalmente entre agosto a diciembre, lo que representa un riesgo a esta actividad debido al ingreso al mismo mercado de paltas producidas en México que comenzaron a partir de 1998 (Figura 2). Los precios de exportación, en los que incide mayoritariamente el mercado norteamericano, han mostrado grandes fluctuaciones: desde

US\$ 1,10 a más de US\$ 3,00/Kg FOB, lo que se traduce en importantes variaciones en la rentabilidad para el productor. El Cuadro 4, que muestra la evolución del precio de la caja de calibre 40 en el mercado de los EE.UU., indica una clara tendencia a la baja para la palta de Chile, precio que se mantiene inferior a la de EE.UU. pero superior a la mexicana.

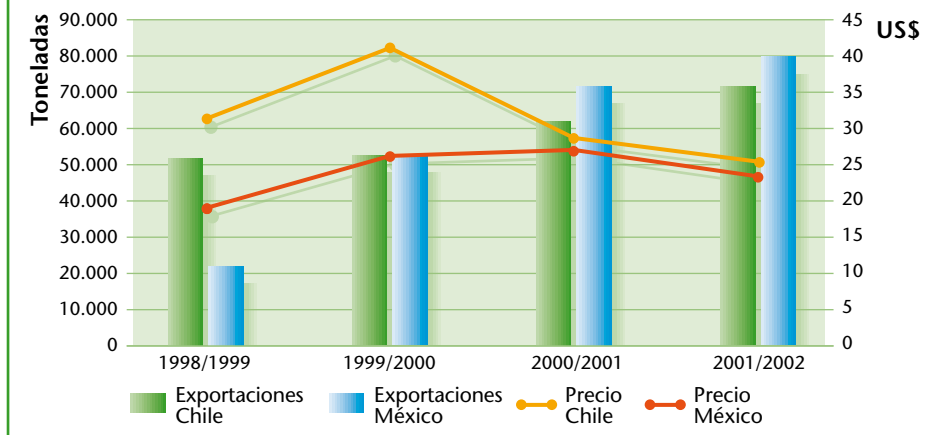
CUADRO 4
Promedio de precios recibidos por caja calibre 40
en mercado de paltas de EE.UU.

	1998/1999	1999/2000	2000/2001	2001/2002
EE.UU.	48,78	39,5	30,83	30,90
Chile	31,40	41,33	28,91	25,50
México	19,13	26,13	27,28	23,42

Fuente: USDA

FIGURA 2
Comparación de volumen de exportaciones de Chile y México
con precios obtenidos en el mercado de los EE.UU.

Fuente: USDA.



Las crecientes cosechas que se esperan en las próximas temporadas exigen reforzar la diversificación de los mercados: expandir las ventas y continuar incursionando en otros países latinoamericanos, Unión Europea y Japón, que pueden constituirse en nichos de mercado importantes. Todo lo anterior como complemento de la estrategia comercial empleada en EE.UU., ya que el incremento de los volúmenes de oferta hace prever que los precios de transacción recuperarán niveles históricos que pueden fluctuar entre los US\$ 0,80 y US\$ 1,3 por kilo.

2.1.1. Tratados de Libre Comercio

Durante el año 2003 en Washington DC se firmó un tratado de libre comercio (TLC) entre Chile y EE.UU., ratificado por ambos Congresos para entrar en vigencia durante 2004. Como consecuencia de este tratado, en general todas las frutas quedan con arancel cero desde entonces, excepto paltas, limones y clementinas, las que serán desgravadas gradualmente en 12 años. Con respecto a los aranceles fijados para el rubro de la palta, se fijaron 3 períodos anuales y cuotas de importación libres de aranceles en cada período:

Períodos y cuotas libres de impuestos:

- a) 1 de enero al 14 de octubre:
15.000 toneladas.
- b) 15 de octubre al 15 de diciembre:
34.000 toneladas.

- c) 16 de diciembre al 31 de diciembre:
0 toneladas.

Estas cuotas tendrán en el tonelaje autorizado un incremento del 5% anual.

2.1.2. Impuestos

Los excedentes de palta exportada por sobre las 15.000 y 34.000 toneladas asignadas a cada período y entre el 16 y 31 de Diciembre, pagarán un arancel de US\$ 0,112 por kilo (igual a la actual) y se desgravarán en un plazo de 12 años, es decir aproximadamente US\$ 0.01 por año y por kilo. Además, en este caso, existe una cláusula de salvaguarda, que en la práctica es una sobretasa y para su aplicación se establece un precio mínimo de retorno FOB Chile. Este valor (solo para los efectos derivados de la salvaguarda) es de US\$ 1,06 por kilo FOB Chile o US\$ 11,87 por caja. Si el retorno FOB Chile es mayor a los US\$ 11,87 no hay sobretasa, pero si es menor a ese valor se aplica el gravamen mediante una fórmula.

La cláusula de salvaguarda opera por embarque y por B/L. El procedimiento está sujeto a estudio y en el supuesto que se aplique, el impuesto total nunca podrá superar el actual de US\$ 1,31 por caja.

2.2. Situación nacional de la Palta

La superficie plantada con paltos en Chile se estima en 21.983 ha, lo que coloca a este rubro en el tercer lugar después de la vid de mesa y manzano en la fruticultura nacional. En la última década, la superficie plantada con paltos en Chile han aumentado de 8.190 ha en 1990, a más de 21.800 ha en 2002 (Cuadro 5) y con proyección de seguir creciendo debido a la alta ren-

tabilidad de este cultivo orientado a la exportación. Este aumento en superficie ha provocado una oferta creciente, lo que coincide con mayores exigencias de calidad por parte de los mercados importadores de la fruta chilena. De la superficie total plantada con paltos en Chile, se estima que aproximadamente 18.000 hectáreas son del cultivar Hass. En el Cuadro 6 se presenta la participación porcentual de las diferentes variedades de palto.

CUADRO 5
Superficie total del país por especie

ESPECIE	1990	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Vid de Mesa	48.460	45.880	43.854	43.975	44.433	45.418	45.489
Manzanos	23.260	34.800	39.902	38.361	37.400	35.790	35.090
Paltos	8.190	15.050	17.047	18.463	20.181	21.208	21.890
Ciruelos	8.566	11.747	12.398	13.039	13.050	12.984	13.006
Duraznos	10.150	11.335	11.828	11.682	11.470	11.046	10.975
Perales	15.425	12.436	11.882	11.225	10.675	10.360	10.360
Otros	49.675	50.174	53.964	52.841	54.683	56.898	57.976
	163.726	181.422	190.875	189.586	191.892	193.704	194.786

Fuente: CIREN-CORFO e INE

CUADRO 6
Participación porcentual de la superficie de las principales variedades de paltos según rango de edad

VARIEDAD	Nº DE HUERTOS	ARBOLES EN FORMACIÓN	PRODUCCIÓN CRECIENTE	PLENA PRODUCCIÓN	% HA	ARBOLES POR HA
Hass	3.513	58%	34%	8%	67%	288
Fuerte	1.712	21%	25%	54%	8%	175
Negra de la Cruz	1.647	56%	29%	15%	7%	232
Edranol	798	39%	41%	20%	3%	274
Gwen	80	55%	45%	0%	1%	532
Bacon	681	28%	39%	33%	4%	310
Chilenas	243	5%	13%	82%	1%	157
Otras	220	25%	42%	33%	8%	220

Fuente: CIREN

El cultivo de palto se localiza principalmente en la V Región, seguida por la Región Metropolitana, las que en conjunto sobrepasan el 80% de la producción nacional. En las regiones IV y VI se produce aproximadamente un 17%.

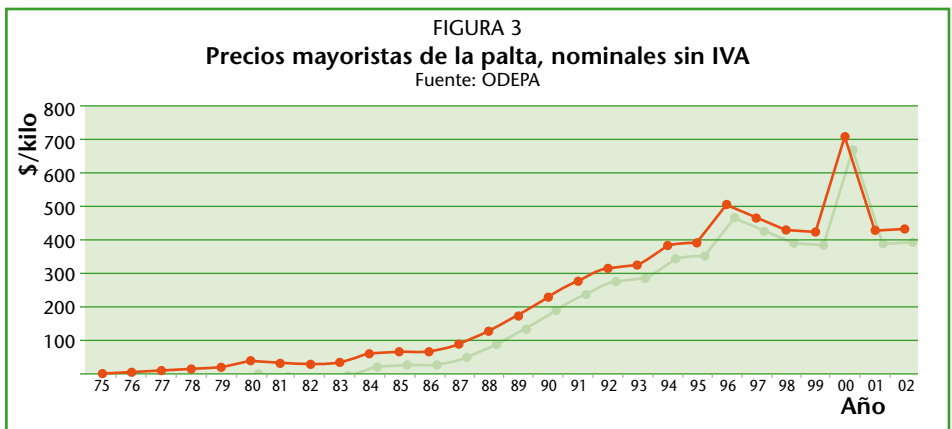
En el mercado interno las paltas se consumen todo el año, constatándose una participación creciente de los productores y de las empresas exportadoras en la comercialización de paltas, lo que otorga un mayor respaldo en su calidad y eleva sus cotizaciones.

Debido a la variabilidad de la producción de palta Hass y condiciones meteorológicas adversas, la cosecha de paltos ha tenido fluctuaciones no acordes con las proyecciones de producción basadas en el incremento de las plantaciones en las últimas temporadas. Lo anterior ha significado exportaciones inferiores a las esperadas y

una disminución de la oferta en el mercado interno, con los consiguientes mayores precios (Figura 3).

La estacionalidad de precios de la palta tiende a hacerse menor, por la mejor cobertura lograda con la producción de las distintas variedades. La oferta se mantiene durante todo el año, aunque los mayores volúmenes se transan desde abril a noviembre.

Los canales de comercialización se basan principalmente en empresas comercializadoras de palta para mercado interno y exportadoras de frutas de tipo subtropicales al mercado externo. Estas empresas buscan captación de nuevos volúmenes todos los años, por lo que la comercialización de la producción de la empresa agrícola no debiera verse afectada y, por el contrario, se vería en ventaja al tener un mayor poder de negociación en las ventas, dado el gran volumen que se transa.



En un mercado competitivo como el de la palta, con amenazas como la entrada de México al mercado más importante de Chile y el aumento de las plantaciones en Chile, este negocio debiera girar en torno al volumen y calidad, para equilibrar lo que ocurre con precios que tienden a la baja. Por ello la alternativa es buscar y mejorar los manejos para disminuir los costos y aumentar la producción.

2.3. Promoción Internacional: Ley de Check-Off e Import Association

El 1° de Enero del 2003 entró en vigencia la ley de "check off", que establece como Ley Federal un aporte obligatorio de US\$ 0,625 por caja para todas las paltas que se vendan en los EE.UU., provenientes de cualquier origen (EE.UU., Chile, México u otros).

Estos recursos están destinados a ser usados en la promoción de la palta Hass en los Estados Unidos. Originalmente se entendió que la suma recaudada sería administrada solo por los estadounidenses, sin embargo, después de un largo proceso legal, regulatorio y de acuerdos con varios estamentos en EE.UU., se logró el uso de una facultad establecida en la ley mencionada, que permitió formar la Chilean Avocado Importers Association (CAIA), la que velará por los intereses chilenos en el futuro.

Esta asociación está establecida legalmente en Washington DC y su directorio está compuesto por cuatro importadores norteamericanos y tres exportadores chilenos. Actualmente se encuentra en proceso de certificación en la Secretaría de Agricultura de los EE.UU. Terminado este procedimiento legal, iniciará su operación con todos los derechos y obligaciones que se indican en la ley. Es muy importante destacar que esta es la primera vez en la historia de los EE.UU. que se establece, en un proceso de ley de check off, una asociación de esta naturaleza donde participan importadores y exportadores que trabajan en conjunto bajo un marco regulatorio establecido por ley.

2.4. Promoción nacional

Entre todas las variedades de paltas, Hass es la más comercializada en el mundo. El motivo de ello no sólo se debe a su excelente sabor, sino también a su importante aporte para la conservación de nuestra salud. En Chile el consumo sólo alcanza a 3,5 kilogramos per cápita por año y se estima que este consumo podría ser más alto y por lo tanto el mercado interno potencial es mayor. Para aumentar el consumo es necesario realizar campañas de promoción, actividad que ha sido realizada con éxito en Chile como iniciativa del Comité de la Palta, con acciones específicas como la estrategia de diferenciación de paltas en importantes cadenas de supermercados, acompañadas de promoción en cuanto a precios.

Algunos de los atributos de la palta Hass que son aprovechados para promover su consumo son:

- contiene 12 de las 13 vitaminas existentes.
- alto contenido de vitamina E.
- alto contenido de vitamina K.
- todo el complejo vitamínico B.
- alto contenido de los minerales potasio y magnesio.
- su alto contenido de grasas (aceites) insaturadas reducirían significativamente el colesterol sanguíneo, con el consecuente beneficio en la prevención de enfermedades cardiovasculares.

Para lograr un mayor efecto de las campañas se ha utilizado personajes conocidos en Chile, principalmente deportistas. Además de ello, se desarrolla la idea de promover nuevos modos de consumo de la palta, tales como cócteles, postres, helados, etc.

2.5. Amenazas para la industria de la palta en Chile

Probablemente la mayor preocupación a la industria de la palta chilena es la aprobación del Departamento de Agricultura de los EE.UU. de recibir paltas mexicanas en el distrito de Columbia y otros 31 estados de las regiones centro-norte y centro-este del país. Lo anterior facilita la ampliación de esta autorización de las importaciones de paltas mexicanas a todo Estados Unidos. Este

acuerdo constituye una amenaza importante para las exportaciones chilenas dado que México podrá ofrecer grandes volúmenes y probablemente a menores precios por su cercanía a EE.UU., lo que implica una ventaja competitiva sobre Chile. La situación es compleja para Chile, donde los rendimientos son comparativamente bajos y los costos de producción son altos. Otra amenaza importante es la evolución de precios internacionales, los cuales en el mercado de los EE.UU. tienden a la baja. Los precios de exportación han mostrado grandes fluctuaciones, lo que se traduce en variaciones en la rentabilidad de la industria. Los volúmenes de oferta proyectados hacen prever precios entre US\$ 0,8 a 1,3/Kg, situación en la cual sólo altos rendimientos y calidad de la producción podrían mantener una rentabilidad interesante para los productores chilenos.

Según cifras entregadas por la ASOEX, durante el 2004 Chile exportó 110.930 toneladas métricas de palta (99% Hass) equivalentes a 11,2 millones de cajas, con un incremento del 31% respecto al año anterior. Para los próximos 5 años, se estima un crecimiento en volumen producido de un 10 a 15% anual. Este crecimiento exige un reforzamiento de la diversificación de mercados, lo que implica expandir las ventas a Argentina y otros países latinoamericanos. La posibilidad de iniciar envíos a Japón, y el TLC firmado con Corea del Sur y la CEE, significan oportunidades de ampliar el mercado objetivo de la palta chilena.

3. Manejo del cultivo

En este capítulo se entregan conceptos de manejo agronómico habituales para el cultivo, haciendo hincapié en las consultas más frecuentes de los agricultores.

3.1. Plantación

3.1.1. Consideraciones antes de la plantación

3.1.1.1. Suelo

El suelo donde se establecerá un huerto de paltos debe tener a lo menos 1 m de profundidad en suelo plano; 70 cm para el desarrollo del sistema radical y al menos 30 cm para drenaje, ya que el sistema radical del palto es superficial (80% de las raíces se encuentran en los primeros 30 cm de suelo).

Antes de plantar debe realizarse un estudio de suelo, mediante calicatas, para conocer características como: textura, estructura, moteados, que señalan la presencia de sales que pueden afectar el desarrollo del árbol, y compactación, que también es un impedimento al crecimiento de raíces y, por consecuencia, de la planta.

La principal limitante del suelo para el palto es la presencia de textura arcillosa y mal drenaje, debido a la gran sensibilidad de esta especie a la asfixia radicular. El mejor suelo para este cultivo es aquel de textura liviana, suelto y se ha observado que el desarrollo de las raíces, así como una adecuada condición de drenaje, se tiene en suelos que presentan una gran cantidad de piedras. Lo importante, en definitiva, es que el suelo tenga un gran porcentaje de macroporos, característica de suelos con buena estructura, dado principalmente por su contenido de materia orgánica. Los macroporos permiten una apropiada fluidez al movimiento tanto del agua como del oxígeno, que debe estar presente en las raíces en una concentración suficiente para que se realicen los procesos de absorción de agua como de nutrimentos, así como el desarrollo de nuevas raíces, que aseguran el crecimiento de la planta en general.

Una posible solución ante la existencia de texturas pesadas o poca profundidad efectiva es hacer camellones, montículos, terrazas, subsolado y sistemas de drenaje, entre otros (Foto 4).



Foto 4. Plantaciones en camellones en pendientes. Sector Llay-Llay (V Región)



Foto 5. Daño por helada en palto Hass

3.1.1.2. Clima

En Chile el clima es uno de los factores más importantes para el cultivo del palto, debido a que no tenemos grandes superficies de clima subtropical, que es el más natural para la especie. Por lo tanto, este factor deberá tenerse en cuenta para decidir la especie y el cultivar a establecer, así como también el diseño del huerto o posibles inversiones para disminuir riesgos. Entre los factores climáticos que se deben considerar se encuentran:

a) Temperatura

El palto es muy sensible a las bajas temperaturas (Cuadro 7), en especial el cultivar

Hass, que sufre daños con temperaturas menores a -1°C (Foto 5).

También es importante que al momento de la floración las temperaturas sean óptimas, aunque en Chile existen pocos lugares con esta condición. Se ha visto que con temperaturas de 20 a 25°C durante el día y 10°C en la noche, se presenta una exitosa fecundación y una buena cuaja.

b) Viento

Este factor afecta el crecimiento de los paltos principalmente en sus primeros años al producir doblamiento, problemas en la conducción, deformación estructural,

sombreamiento y muerte de yemas. También genera daños mecánicos en la planta, “russet” en los frutos, caída de yemas, flores y frutos. Además, el viento produce un aumento en la demanda hídrica de las plantas y dificulta el vuelo de las abejas afectando la polinización.

Entre las soluciones para evitar el daño producido por el viento es establecer cortinas cortaviento que pueden ser naturales o artificiales. Las primeras consideran el uso de especies arbóreas como *Cassuarina* sp., álamo u otra especie de rápido crecimiento, que no interfiera con el cultivo y que no sea hospedera de plagas potenciales para el palto. Las cortinas artificiales pueden construirse con malla plástica desarrollada para este propósito. En ambos casos, el porcentaje de intercepción debe ser de alrededor de 50%, considerando que la protección de la cortina depende de su altura, y se ha determinado que protege hasta una distancia no superior a 3 a 4 veces su altura.

c) Radiación

Un exceso de radiación solar provoca lo que se denomina “golpe de sol”, en madera o frutos. La solución a este problema es pintar el tronco y ramas principales con cal o con látex agrícola de color blanco y mantener un equilibrio en la distribución del follaje. En los últimos años se ha evaluado la aplicación de caolinita para mantener el follaje protegido del exceso de radiación y así evitar el daño de golpe de sol en la fruta.

La radiación es además un factor muy determinante en la evapotranspiración del cultivo, por lo cual debe ser tomado en cuenta al realizar un balance entre los requerimientos del palto y la disponibilidad de agua en un lugar determinado. Por ejemplo, si bien se estima que el requerimiento del palto en la zona de Quillota puede variar entre los 8.000 y 10.000 m³, en zonas más áridas y con mayores niveles de radiación, este requerimiento puede aumentar hasta cerca de 18.000 m³.

CUADRO 7

Tolerancia a las heladas de algunos cultivares de palto

CULTIVARES	RAZA	TEMPERATURA CRÍTICA
Hass	Guatemalteca x Mexicana	- 1,1
Fuerte	Mexicana x Guatemalteca	- 2,7
Edranol	Guatemalteca	- 3,3
Zutano	Mexicana	- 3,3
Bacon	Mexicana	- 4,4
Negra de la Cruz	Mexicana	- 4,4

Fuente: Gardiazabal, F., 1998

d) Precipitaciones

Las precipitaciones naturales en la zona de producción del palto constituyen un aporte a la disponibilidad hídrica en las zonas de reserva de aguas nieve, aguas lluvia y aguas subterráneas. Sin embargo, ya que las lluvias se concentran en los meses de invierno, su aporte al requerimiento del cultivo a nivel predial es de poca importancia. Por lo anterior, para que el cultivo tenga rendimientos competitivos, el agua debe entregarse como manejo de riego, ya sea a partir de agua de canal, pozo, noria, dren, tranque acumulador, etc.

Muchas veces las lluvias permanecen por períodos más largos a los normales; la lluvia que ocurre durante el período de floración puede afectar la producción, ya que puede generar lavado de polen o afectar la sanidad de las flores, favoreciendo el desarrollo de hongos que pueden afectar la cuaja. También la lluvia en floración disminuye la actividad de las abejas disminuyendo el número de frutos cuajados y finalmente el rendimiento. Si las lluvias de invierno son abundantes y producen anegamiento, se puede favorecer asfixia radical sobre todo a salidas de invierno. Por lo anterior es importante que el diseño de la plantación considere la evacuación de las aguas-lluvia ya sea en sectores planos como en laderas de cerro.

d) Humedad relativa del aire (HR).

Para el palto la condición de humedad relativa puede agravar (baja HR) o aliviar (alta HR) una condición de estrés, causada por ejemplo por falta de agua. Dado que el origen de la especie es en zonas de climas subtropicales, el palto mantiene mejores funciones fisiológicas, tales como transpiración y fotosíntesis, en la medida en que la HR se acerque a la condición de origen. En la zona central de Chile la HR fluctúa en una media de entre 62 a 85%; sin embargo existen zonas, como por ejemplo el valle de Codpa en la Región de Arica y Parinacota, en que la HR media es de 39%. Lo anterior refleja una situación muy limitante para la producción del palto, ya que con esta baja HR aumentan los requerimientos de agua para la especie y a su vez afecta su comportamiento fisiológico.

3.1.1.3. Agua

Un factor muy importante a considerar antes de establecer un huerto de palto es el recurso hídrico con el que se cuenta. Es importante considerar los requerimientos hídricos de la especie en plena producción, que fluctúan entre 8.000 a 10.000 m³ por hectárea en la temporada; sin embargo, dado que el cultivo se ha expandido a la zona norte o más cercana a la cordillera, estos requerimientos pueden llegar incluso a cerca de 18.000 m³ por hectárea al año. El área de plantación dependerá de la capacidad de la fuente de agua del predio de suplir las necesidades hídricas del cultivo, por lo tanto es importante conocer el volumen de agua con que se cuenta para reponer el agua evapotranspirada por la planta en momentos de máxima demanda, la que puede variar entre 5,8 mm/día y 10 mm/día promedio durante los meses de verano, dependiendo de la zona. Como referencia, se estima que con un caudal de 0.8 L/s debiera alcanzar para regar una hectárea de frutales adultos. Además de la cantidad de agua es importante saber con qué frecuencia existe disponibilidad de agua, ya que dependiendo del tipo de suelo y sistema de riego, dependerá la frecuencia.

Otra consideración importante con respecto al agua se relaciona con su calidad. En la mayoría de las zonas de producción se ha observado que el rango óptimo de pH de

agua para riego en palto fluctúa entre pH 5 a 5.5. Esta condición es difícil de encontrar en la zona de producción de palto en Chile, ya que el pH de las fuentes de agua fluctúa en general entre 6.5 y 7.5; sin embargo este no es un factor limitante para el cultivo, a no ser que el pH del agua supere los 7.5 puntos. Un factor más limitante en la producción y calidad de fruta en palto es la conductividad eléctrica del agua, lo cual refleja su nivel de salinidad. Se ha reportado que para palto una CE en el agua mayor a 0,75 mmhos/cm limita la producción. En Chile, el mayor componente limitante de la salinidad del agua es la concentración de cloruros (Cl⁻). Se ha reportado que el agua debe contener menos de 120-150 mg L⁻¹ en el caso de árboles injertados en portainjerto mexicano, o menos de 200-250 mg L⁻¹ en árboles injertados sobre portainjertos de raza antillana, que son en general más tolerantes a la salinidad. Altos contenidos de cloruros se manifiestan en las hojas, ya que altos contenidos provocan quemaduras en las puntas de las hojas viejas por acumulación de sales, reduciendo su potencial productivo. Existen zonas en que se producen paltas donde la salinidad del agua está determinada por altos contenidos de Sodio (Na). Se ha reportado que con valores superiores a 35% en agua de riego se observan daños en hojas de palto por acumulación de sodio.

3.1.1.4. Portainjertos

El portainjerto o patrón puede obtenerse por vía vegetativa (patrón clonal) o a partir de semilla (patrón franco). Entre los patrones francos que se utilizan están los cultivares Mexícola, Topa Topa y Nabal. En Chile el principal portainjerto es Mexícola, debido a que presenta alta capacidad de germinación, adecuado vigor, una gran uniformidad en vivero y existe una gran disponibilidad de semillas en el mercado. La compra de material es compra de fruta y no de semilla, porque en ese caso la proveniencia de este material es dudosa, pudiendo no corresponder a la variedad solicitada. La época de cosecha de esta variedad es entre marzo y mayo, época en que comienza el proceso de propagación de esta especie. En zonas con problemas de salinidad, también se han utilizado plantas injertadas sobre patrón franco Nabal, o portainjertos de raza antillana, por conferir una mayor resistencia a esta condición.

Este portainjerto se desarrolla rápidamente en un ambiente de suelo esterilizado y con la agregación de micorrizas. En la temporada 2001-2002, en el CRI La Platina, se aplicó la micorriza *Glomus intraradices* (0,05 g de inóculo/planta), aplicada a la bolsa de siembra de la semilla de palto, mezclado con 1 g de turba. Se midió periódicamente el crecimiento de la plántula y el engrosa-

miento del tallo. Se evaluó, además, germinación, sobrevivencia, el desarrollo de raíces, cantidad de nutrientes en las hojas (análisis foliar) y número de malezas. Este tratamiento se comparó con la mezcla de suelo tratada con bromuro de metilo y el tratamiento mixto (Bromuro más micorriza). Las plantas testigo correspondieron a suelo sin tratar. La mayor sobrevivencia la presentó el tratamiento Bromuro + micorrizas (92%), la menor, un 55%, el testigo. La altura de la planta alcanzó 114,01 cm en el tratamiento Bromuro + micorriza, mientras que sólo Bromuro dejó las plantas de 80,91 cm. La curva de crecimiento mostró que el testigo creció rápidamente en la primera etapa, pero a partir de Abril fue superado por el tratamiento Bromuro + micorriza (foto 6). Algunos cambios de la estructura radical se pueden atribuir al efecto de los tratamientos. Se concluyó que el tratamiento más importante, en el crecimiento de la planta de palto, es la desinfección de la mezcla de suelo con Bromuro de metilo, agregando inóculo de la micorriza.

Foto 6. Ensayo de aplicación de micorriza.

- B-M: Suelo tratado con Bromuro de metilo y micorrizas;
 SM: Suelo tratado con micorrizas;
 B: Suelo tratado con Bromuro de metilo;
 S: Suelo sin tratamientos.



El cultivo del palto tiene niveles de productividad bajo su potencial, debido a la existencia de una serie de limitantes, como por ejemplo una alta sensibilidad a déficit y excesos de humedad, suelos calcáreos, suelos salinos, bajas temperaturas, hongos del suelo y otros. Es por esta razón que se da mucha importancia a la correcta elección de un buen portainjerto para obtener éxito

en la plantación. En Chile ha sido tradicional el uso de patrón Mexícola, sin embargo, actualmente existe disponibilidad de portainjertos clonales en el mercado mundial, situación que a corto plazo será una realidad en nuestro país. Las diferencias entre patrones francos y clonales son tanto genéticas como de comportamiento, en el Cuadro 8 se señalan algunas de ellas.

CUADRO 8
 Diferencias entre portainjertos clonales y francos

CARACTERÍSTICAS	PORTAINJERTO O PATRÓN	
	FRANCO	CLONAL
Propagación	Fácil, bajo costo	Difícil, alto costo
Uniformidad plantas	Regular	Muy alta
Producción frutal	Heterogénea	Homogénea
Árbol madre	No repetir	Idénticos
Selección	Buena	Muy buena

Los portainjertos clonales son plantas idénticas a la planta madre, obteniéndose una muy buena selección a nivel de vivero, además de una excelente homogeneidad y uniformidad. Debido a su difícil propagación, los portainjertos clonales tienen un valor en el mercado más alto que los portainjertos francos. La variabilidad genética de los portainjertos de semilla es la principal explicación de que los huertos de paltos presenten una alta heterogeneidad en su productividad y comportamiento.

Los portainjertos clonales se están utilizando comercialmente en California desde el año 1977, aunque las ventas de este tipo de material han aumentado fuertemente en los últimos años. Las investigaciones de propagación partieron buscando un portainjerto con resistencia a *Phytophthora*. Actualmente se han ampliado al desarrollo de otras características, como resistencia a condiciones edáficas, tolerancia a otras enfermedades, tamaño de árboles, etc. Algunos de los portainjertos clonales utilizados en California se describen a continuación:

a) Patrón Duke 7

Es el primer portainjerto clonal comercial en California, es una selección de raza mexicana propagada hace más de 50 años. Posee una gran resistencia a la salinidad, mayor que los portainjertos de semilla mexicanos. Tiene una tendencia a mantenerse verde en situaciones de suelos

calcáreos, donde se producen grandes clorosis por deficiencias de hierro. Por otro lado, es un árbol muy vigoroso, de brotación temprana, pero posee baja tolerancia a la pudrición radicular.

b) Patrón Toro Canyon

Es uno de los portainjertos más vendidos en California, debido a su alta resistencia a *Phytophthora* sp. (incluso mayor que Duke 7) y a su mayor tolerancia a sales que los portainjertos francos. Ha demostrado tener una alta tolerancia a cloruros y sodio.

c) Patrón Borchard

Es una selección de raza mexicana del sur de California. Una de sus grandes características es su resistencia a la clorosis férrica.

d) Patrón Thomas

Este material fue inicialmente muy impresionante, siendo uno de los portainjertos más tolerantes a la pudrición radicular. Es un árbol vigoroso, altamente sensible a la salinidad y mal productor en áreas donde la conductividad eléctrica es muy alta.

e) Patrón Merensky 2 o Dusa

Este portainjerto ha mostrado interesantes resultados en evaluaciones hechas en California. El interés se debe a sus características de bajo estrés de replante, resistencia a salinidad y a la pudrición radicular. Además, se ha visto que en resultados preliminares, el cultivar Hass es 30% más

productivo sobre Merensky 2 con respecto a Duke 7.

Actualmente, no existe un portainjerto clonal perfecto en el mercado para todas las situaciones de cada agricultor, pero desde que estos portainjertos están en el mercado, los agricultores y viveristas han sabido comprender la necesidad de elegir el mejor para cada condición de terreno.

3.1.2. Plantación de un huerto de paltos

Al momento de realizar una plantación de paltos, deben considerarse una serie de factores de los cuales dependerá el éxito futuro del huerto. Esta etapa es crucial, ya que es el punto de partida de la vida de un huerto. A continuación se describen los factores más importantes y la metodología de plantación.

3.1.2.1. Diseño de la plantación

Cuando se diseña la plantación, uno de los factores más importantes es la orientación, ya que es la que nos permite una óptima captura de luz por parte de la planta. La orientación más adecuada para ello es el sentido norte-sur. En lo que se refiere al marco de plantación éste puede ser rectangular o cuadrado, lo que depende de las distancias de plantación.

Otro factor importante en el diseño de una plantación es la ubicación de la infraestructura del campo (bodegas, oficinas, pozo, caseta de riego, etc.), las que deben estar en lugares de fácil acceso. También es importante la ubicación de los caminos, tanto periféricos como centrales, ya que no hay que olvidar que la cosecha es manual.

También se debe considerar una adecuada distribución y proporción de las variedades comerciales como las polinizantes en el interior del huerto.

3.1.2.2. Distancias de plantación

Esta decisión depende del porta injerto, el cultivar y el manejo de poda e inducción a la producción que se somete el huerto. Aquí se analizan situaciones comunes a huertos plantados a distancias arbitrarias.

En sectores con pendientes fuertes se ha utilizado distancias como 7 x 6, 7 x 5, 7 x 4 m y 6 x 6, 6 x 5, 6 x 4 m, dado que, por ejemplo, con una pendiente de 45°, a 6 m entre hileras, la distancia entre el centro de la copa y el tronco del otro árbol en la hilera superior es de 4,2 m, lo que puede originar problemas de emboscamiento. Al disminuir la pendiente, las distancias entre hileras se pueden acortar, siempre que se manejen las plantas con poda.

En sectores planos las distancias más usadas son: 6 x 6, 6 x 4, 5 x 5 y hasta 5 x 3 m en setos. Uno de los aspectos en los cuales se

debe poner un especial énfasis es en que en estas condiciones se debe considerar orientar las hileras de norte a sur, especialmente en las plantaciones rectangulares, donde la entrehilera es mayor que la separación de los árboles en la hilera de plantación. Así la luz directa llegará a las caras del seto, por el oriente en la mañana y por el poniente en la tarde. La plantación de oriente a poniente permite que sólo la cara norte del seto reciba luz directa.

Respecto a las plantaciones en cuadrado, en las cuales la distancia de la entrehilera es igual a la de los árboles sobre la hilera, se produce en estos huertos un desaprovechamiento del espacio. Si bien la distancia de las entrehileras debe permitir el desplazamiento de maquinaria, eventualmente, además de la iluminación del follaje hasta el piso del huerto, sobre la hilera este espacio estaría desaprovechado. Por lo tanto, la sugerencia actual es privilegiar la plantación en rectángulo considerando alrededor de 2 metros de diferencia entre la distancia de la entrehilera, respecto a la de los árboles sobre la hilera.

Al aumentar la densidad de plantación es necesario recurrir a la poda o al manejo con reguladores de crecimiento. Mediante estas herramientas se pueden mantener árboles pequeños, más fáciles de manejar y controlar la producción.

Hoy en día existe una nueva tendencia en distancias de plantación, que trabaja con

distancias de 3 x 3 m. En este caso, los árboles deben mantenerse pequeños y con una estructura, por lo cual se ha adoptado el manejo de conducción en eje. Adicionalmente los árboles son manejados con poda al menos 1 vez cada temporada, junto con la aplicación de inhibidores de crecimiento en base a paclobutrazol o uniconazol, dos potentes inhibidores de la formación de ácido giberélico, importante hormona del crecimiento en vegetales. Huertos más densos permiten acelerar la precocidad, aunque implican un mayor costo de establecimiento y cuidados muy importantes también en la fertilización. Al mantener con poda el tamaño de los árboles, se obtiene una mejor calidad de madera frutal porque se permite una mejor iluminación de la copa y se incrementa la inducción floral. El tamaño de la fruta es de mejor calidad por el adecuado aprovechamiento de la luz.

Esta tendencia ha dado buenos resultados productivos en la zona central de Chile; sin embargo, en estos casos los árboles quedan muy expuestos a la radiación y baja humedad relativa del ambiente. Para zonas donde estos factores son limitantes en la producción, debiera elegirse un diseño de huerto con mayores distancias y árboles de mayor tamaño; de esta forma puede favorecerse un microclima a nivel de huerto y con ello mejorar las condiciones de HR, dejando también un volumen de canopia en condición de menor radiación directa.

3.1.2.3. Época de plantación

En zonas con riesgo de heladas la época de plantación se desplaza para la primavera, dado que la planta nueva es muy sensible al daño de heladas y los primeros centímetros sobre el suelo concentran el área más riesgosa para un daño de heladas, especialmente en los primeros años.

En laderas de cerros, donde el drenaje del aire frío, más pesado, libera a la planta de los riesgos de heladas convectivas, la época de plantación puede ser realizada a partir de mediados de junio, mientras que en sectores bajos y planos, ésta debe realizarse luego del período de riesgo de heladas, es decir, a partir de mediados de agosto, dependiendo de la zona. También es posible plantar más temprano para tener tres épocas de crecimiento vegetativo, con lo cual se logra un mayor crecimiento. En zonas donde existen condiciones climáticas más benignas, la época de plantación puede ser desde marzo a abril. Cuando la zona es más fría, la plantación debe hacerse desde septiembre en adelante.

3.1.2.4. Calidad de la planta

La planta debe estar sana y corresponder al cultivar que se desea plantar. En nuestro país los problemas sanitarios son los más frecuentes en el desarrollo de una nueva plantación. Por esta razón se recomiendan algunas medidas que deben considerarse al hacer una inversión de esta naturaleza.

Es muy importante adquirir las plantas en viveros que den confianza y aseguren mayor calidad, ya que ello permitirá contar con un material genuino y sano. Asimismo, al momento de elegir y recibir las plantas es necesario cerciorarse de que éstas se encuentren absolutamente sanas, lo que puede reconocerse observando su sistema radical libre de cualquier alteración visible y que la zona de unión injerto-patrón se vea bien adherida, sin estrangulamientos y que no existan síntomas ni signos de enfermedades o plagas en hojas y ramillas.

3.1.2.5. Cuidados en la plantación

a) Primera etapa

- Examinar la topografía del terreno con la ayuda de un plano topográfico, aspecto trascendental para la instalación del riego tecnificado. Contar con análisis de suelo para determinar su textura, fertilidad y contenido de materia orgánica. Es recomendable hacer calicatas, análisis químico y nematológico del suelo. Esta información de las características del suelo determina, en buena medida, la distancia de plantación, las enmiendas nutricionales que el huerto requiere en las primeras etapas, la profundidad de riego y los requerimientos de enmiendas o tratamientos sanitarios que se necesitan en la plantación.

- Si se encuentran estratos compactados en el análisis de suelo, es necesario descompactar estratos del suelo con subsolador y nivelar si el riego va a ser gravitacional.
 - Para instalar riego presurizado es muy importante considerar que al realizar la instalación mecánica sean sectorizados los cuarteles de riego de acuerdo a los tipos de suelos y no seguir el diseño de los cuarteles por razones de costumbre o por aspectos estéticos. Un suelo arenoso no se riega con la misma frecuencia ni intensidad que un suelo arcilloso y esto determina la necesidad de un diseño de huerto, especialmente en lo que se refiere a distancias de plantación, en función de estas diferencias.
 - Los hoyos deberán tener una dimensión de 30 x 30 x 30 centímetros y al hacerlo se deberá separar la primera capa de tierra a un lado opuesto del resto. El hoyo debe ser un poco menos profundo que el “pan” que contiene la planta para que ésta quede sobre el nivel del suelo. Con ello, la plantación se comienza con un montículo que favorece el escurrimiento superficial de agua, evitando de esta forma los daños de patógenos a nivel de cuello.
- b) Segunda etapa
- Antes de plantar, es importante sumergir el cilindro de suelo o “pan” de la planta en un fungicida, como puede ser una solución de fosetil aluminio para prevenir el desarrollo del hongo *P. cinnamomi* (ver capítulo Enfermedades).
 - La fertilización base propuesta como referencia, para la mayoría de los suelos chilenos, corresponde a: 100 g de sulfato de potasio + 100 g de sulfato de magnesio + 200 g de superfosfato triple o fosfato monoamónico. Durante la temporada se incorporará el nitrógeno. No es recomendable poner guano al hoyo de plantación ya que su salinidad puede afectar el crecimiento de la planta.
 - Romper la compactación de paredes del hoyo de plantación para favorecer la penetración de raíces.
 - Tapar con capa de tierra y fijar altura y posición de la planta (tabla plantadora). La tierra no debe cubrir más de 2 cm el cuello de la planta, que deberá quedar en altura, a una distancia de al menos 15 cm sobre el nivel original del suelo, ya que con el tiempo la tierra se compacta, pierde su esponjamiento inicial y baja. Se estima que ocurre un descenso del 30% en el primer año.

- El injerto debe quedar en contra del viento para evitar su desganche (Figura 4). La tierra que cubre el pan debe ser apisonada.
- Un adecuado tutor es muy importante en zonas ventosas. Para ello se recomienda el uso de polines de pino o eucalipto de al menos 2 metros de altura, con el fin de favorecer un crecimiento recto del tronco principal. El tutor debe ubicarse en una posición tal que el viento predominante no produzca roces entre la planta y su tutor, quedando conectada a éste sólo por la amarra. Hay que tener presente que un tutor de pino impregnado dura aproximadamente dos años. Tutores de coligüe o eucalipto no duran más de un año, especialmente en suelos arcillosos. Una recomendación que debe considerarse es el poner el tutor directamente en el hoyo de planta-

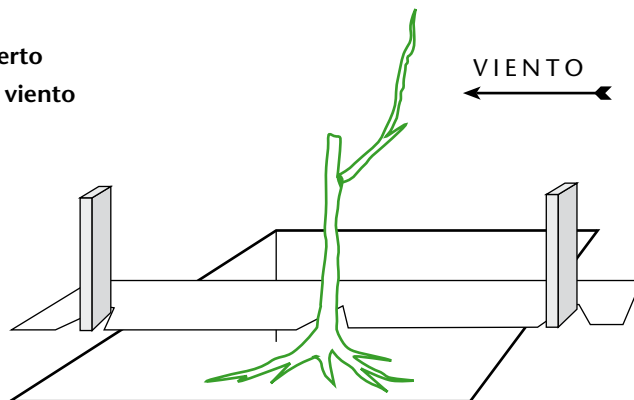
ción, incluso antes que el arbolito. Esto evita daños a las raíces nuevas.

- Se deberá regar para que las raíces queden en contacto con el suelo y se eliminen los bolsones de aire que pudieran quedar en contacto con las raíces, produciendo oxidación y deshidratación de las mismas.

Como mejora de los primeros centímetros de suelo se recomienda, a lo largo de la vida del huerto, aplicar guano, compost, astillas de madera, etc. para mejorar la estructura del suelo. Para que ello ocurra, la cantidad de materia orgánica a agregar debe ser en lo posible constante en el tiempo. Respecto al tipo de guano, el mejor es el que no aporta muchas sales y entre éstos destaca el de caballo. Dado que el palto es muy sensible a las sales, los guanos menos recomendados son los más salinos, como el de ave.

FIGURA 4

Posición del injerto con respecto al viento



3.1.3. Manejo después de la plantación

3.1.3.1. Riego y fertilización después de plantación

El riego tecnificado en plantaciones nuevas de paltos puede consistir en sistema por goteo (2 goteros/árbol) o bien comenzar con microaspersor o microjet cercano a la zona de las raíces, lo que dependerá de las condiciones de suelo y también del régimen de riego que se aplicará posteriormente. En el caso de riego tecnificado (goteo o microaspersión) con fertirrigación, se puede alcanzar luego del primer año un tamaño cercano a 1,5 m de altura. En el caso de realizar el riego tradicional, lo más recomendable es el sistema de tazas que al menos tengan una capacidad de 50 litros, que deberá aumentarse en la medida que el árbol aumenta su volumen. Cualquiera sea el método de riego, luego de la plantación deberá realizarse un riego que aporte al menos 50 l/árbol, con el fin de eliminar bolsones de aire y permitir asentarse adecuadamente la planta.

Las fuentes de fertilizantes para riego tecnificado pueden ser principalmente urea o nitrato de amonio para nitrógeno, nitrato de potasio como fuente de potasio, fosfato monoamónico y ácido fosfórico como fuente de fósforo. El ácido fosfórico es el más usado para bajar el pH del agua de riego y acidificar el bulbo de raíces, más que como fertilizante fosforado. Además tiene la ventaja de que permite limpiar el

sistema de riego. Uno de los motivos para acidificar el suelo es aumentar la disponibilidad de micronutrientes. En el caso de riego tradicional, los fertilizantes se aplican antes del riego, incorporándose luego con el agua. Como fuente de fósforo en este caso es preferible el uso de superfosfato triple. La fertilización puede realizarse luego de que termine el riesgo de heladas, y puede prolongarse sólo hasta marzo, dependiendo del vigor alcanzado y del lugar donde esté la plantación.

3.1.3.2. Conducción, poda y anillado en palto

Del conjunto de aspectos del manejo del palto, la conducción, poda y anillado han sido poco estudiados a nivel local. Debe considerarse que esta especie, en la mayoría de los casos, presenta una formación libre a partir de la segunda temporada de crecimiento. Al momento de la plantación y durante la primera estación de crecimiento, algunas intervenciones de poda definen la altura del tronco y el número de ramas madres. Más adelante sólo la remoción de chupones y el recorte de brotes que van hacia el piso constituye, en una gran mayoría de los casos, la única actividad de poda y conducción.

Luego de haber inducido un crecimiento para lograr una pronta entrada en producción, se sugiere suspender la fertilización a partir de enero o marzo, dependiendo del diámetro del tronco para su anillado,

técnica que puede ser utilizada para favorecer la floración y frenar el crecimiento de brotes.

Para realizar el anillado se requiere conocer muy bien la estructura del árbol y realizar el corte con mucho cuidado, anillando sólo la corteza, evitando dañar tejidos internos. Se ha estimado que la mejor época para realizar este manejo es entre abril y mayo.

3.2. Enfermedades y plagas

3.2.1. Enfermedades

En general, el palto en Chile es afectado por pocas enfermedades. Aunque se observan algunos casos aislados de muerte por *Verticillium sp.*, y se han reportado daños causados por el hongo *Dothiorella spp.* (*Botryosphaeria dothidea*) y la bacteria *Pseudomonas sp.*, la "tristeza del palto" causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* es el principal problema fitosanitario en nuestro país. Este hongo provoca pudrición de raíces que origina un decaimiento progresivo del árbol, que se manifiesta con la presencia de hojas pequeñas, follaje verde amarillento, caída de hojas, árbol semi-transparente, frutos pequeños y con golpe de sol. Si la infección es severa, los árboles pueden morir. La infección provocada por este hongo se ve favorecida con el exceso de humedad en el suelo y la presencia de heridas en las raíces.

El hongo *P. cinnamomi* es un habitante común del suelo y actualmente su control se realiza mediante un manejo integrado, donde es importante mantener un buen contenido de agua en el suelo, evitando anegamientos, mantener un buen contenido de materia orgánica mediante la aplicación de guano o compost, hacer aplicaciones preventivas en vivero y al momento de establecer el huerto y obtener material resistente a la enfermedad, principalmente mediante el uso de portainjertos.

Actualmente Chile posee poco material vegetal tolerante a *P. cinnamomi*. Ante síntomas de esta enfermedad, se debe realizar una serie de pasos para un tratamiento integral. Éstos son:

- 1) Recortar un tercio del árbol en agosto, con el fin de equilibrar el sistema radicular con la canopia.
- 2) Aplicar guano entre abril y mayo, para mantener un buen contenido de materia orgánica y competidores biológicos.
- 3) Aplicar úrea al suelo durante diciembre o febrero, con el fin de promover la brotación.
- 4) Aplicar ácido fosfórico al suelo durante octubre, con el fin de promover un buen crecimiento radical.
- 5) Inyectar o asperjar ácido fosforoso

neutralizado con hidróxido de potasio, o fosetil de aluminio en octubre, con el fin de generar fosfonatos en los tejidos.

3.2.2. Insectos y ácaros

Comparativamente con otros países productores de paltos, en Chile existen pocos insectos y ácaros que provoquen daños económicos al cultivo. Sin embargo, algunos de ellos pueden provocar mermas productivas importantes o generar rechazos en mercados de destino. Las principales plagas del palto reportadas en Chile son:

- Chanchito blanco de cola larga (*Pseudococcus longispinus*)
- Chanchito blanco (*Pseudococcus calceolariae*)
- Chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*)
- Trips del palto (*Heliethrips haemorrhoidalis*)
- Escama blanca de la hiedra (*Aspidiotus nerii*)
- Arañita del palto (*Oligonychus yothersi*)
- Conchuela negra del olivo (*Saissetia oleae*)
- Conchuela piriforme (*Protospulvinaria pyriformis*)
- Capachito de los frutales (*Pantormorus cervinus*)
- Burrito de la vid (*Naupactus xanthographus*)
- Caracol de las viñas (*Helix aspersa*)

El daño que estas plagas provocan en el palto es principalmente un deterioro de la apariencia, por presencia de fumagina (en el caso de chanchitos blancos, conchuelas y escamas) y por un daño directo a la epidermis, como es el caso del ataque de trips del palto a los frutos. Entre las plagas que sin producir un daño agrícola importante pueden causar rechazos para la fruta de exportación, se encuentran los chanchitos blancos, trips, escama blanca y conchuela negra del olivo. En general estas especies se localizan en el pedúnculo y, bajo ataques severos, sobre la cubierta del fruto. La presencia de chanchito blanco de cola larga es especialmente complicada, ya que la presencia de huevos o individuos móviles causa el rechazo de las partidas a EE.UU., principal mercado de exportación.

Algunas de las plagas mencionadas pueden provocar un debilitamiento del árbol, principalmente de las ramillas de la temporada. Los casos más comunes son el daño de conchuela negra del olivo, que puede causar una notoria disminución del crecimiento de ramillas. También la arañita roja del palto puede provocar una caída importante de hojas, disminuyendo la capacidad fotosintética y por ende el crecimiento de frutos y otros órganos de la planta. Además, aumenta la posibilidad de que exista golpe de sol en la madera y frutos.

Plagas como el capachito, burrito y caracol, aunque normalmente son secundarias, si

producen ataques severos pueden ocasionar daños importantes al follaje. Los burritos y capachitos pueden incluso afectar a las raíces de la planta, aumentando la probabilidad de sufrir ataques de *P. cinnamomi*.

El control de las plagas del palto puede realizarse mediante diversas acciones en un marco de manejo integrado. Éste involucra técnicas de monitoreo y registro, uso de controladores biológicos, pesticidas específicos, aceites minerales y detergentes. El manejo integrado es muy ventajoso ya que permite reducir el número de aplicaciones, lo que implica menor costo y tiempo de trabajo. Por otra parte, este sistema es más amistoso con el ambiente, porque permite

mantener equilibrios ecológicos reduciendo la resistencia de los insectos a los pesticidas. En las plantaciones en pendiente, el monitoreo es especialmente importante, ya que el control de focos es siempre más simple y económico que realizar aplicaciones de control en tales superficies.

En el Cuadro 9 se resume los aspectos más importantes a tener en cuenta respecto de las principales plagas del palto.

CUADRO 9

Características de las principales plagas del palto en Chile

NOMBRE COMÚN DE LA PLAGA	DAÑO	MONITOREO	CICLO DE VIDA	PERÍODO SUSCEPTIBLE DEL CULTIVO	ALGUNOS ENEMIGOS NATURALES
Chanchito blanco de cola larga	Presencia en troncos, ramas y hojas. Decoloración de brotes y frutos. Presencia de fumagina. Rechazo cuarentenario	En hojas, brotes, frutos, flores, grietas del tronco, hojarasca. Trampa: cartón corrugado en ramas principales.	Huevo a ninfa: 16 a 18 días a 20°C. Huevo a adulto: 90 días a 18°C 35 días a 33°C.	Floración, brotación, cuaja, hasta cosecha.	Parasitoides: <i>Coccophagus gurneyi</i> <i>Tetracnemoidea brevicornis</i> <i>Pseudaphycus flavidulus</i> <i>Leptomastix epona</i> Depredadores <i>Symphorobius maculipennis</i> , <i>Cryptolaemus monstuozeri</i> .
Trips del Palto	Presencia de fecas color negro, bronceado en hojas y fruto, lesiones corchosas en fruto.	Marcar focos (detección de fecas en hojas) y definir niveles de daño en hojas.	Huevo a larva: 20 días a 19-25°C. Huevo a adulto: 37 a 41 días.	Hojas y frutos desde cuaja a cosecha.	<i>Thripobius semiluteus</i> (parasitoide de larvas), <i>Megaphragma mymaripenne</i> (parasitoide de huevos)
Escama Blanca de la Hiedra	Depresiones y decoloraciones alrededor de la escama. Presencia de escamas y fumagina en frutos.	Marcar árboles con presencia de escamas en ramas, hojas o frutos.	Huevo a adulto: 35 días	Febrero-Agosto y Diciembre	Parasitoides: <i>Aphytis sp.</i> Depredadores: <i>Coccidophilus citricota</i> , <i>Rhizobius lophantae</i> .
Arañita del palto	Coloración cobriza en nervaduras de hojas, color pardo generalizado en hojas, defoliación.	Marcar focos, revisar plantas a orillas de camino, revisar semanalmente desde Febrero a mayo, y registrar variaciones de la población.	Huevo a adulto. 16 días a 25°C.	Árboles en orillas de camino. Meses desde Febrero a Noviembre.	Depredadores: <i>Stetorus histrio</i> , <i>Oligota pygmaea</i> fitoseidos.
Conchuela negra del olivo	Presencia de fumagina en frutos, hojas y ramillas. Pérdida de valor comercial del fruto, disminución de crecimiento de ramillas.	Marcar árboles con presencia de conchuelas. Observar huevos desde primavera, ninfas migratorias, presencia de hormigas en ramillas.	Una generación al año. Postura de huevos generalmente entre Noviembre y Diciembre.	Árboles con follaje denso. Ramillas de la temporada. Meses de Noviembre a Diciembre: nacimiento de ninfas móviles.	Depredadores: <i>Scutellista caerulea</i> <i>Cryptolaemus monstuozeri</i> Parasitoides: <i>Metaphycus helvolus</i> <i>Coccophagus caridei</i>
Conchuela piriforme	Presencia de fumagina en hojas y frutos. Eventual caída de hojas.	Detectar su presencia en envés de la hojas y marcar árboles y sectores afectados. Observar aumento de poblaciones. Observar presencia de hormigas.	Desde ninfa migratoria a hembra adulta: 250 días. Follaje denso,	sombreamiento. Meses críticos: Enero, Abril, Junio, Noviembre.	Parasitoides: <i>Metaphycus helvolus</i> <i>Coccophagus caridei</i>

Fuente: Boletín INIA N° 105, INIA CRI V Región. Plagas en tomate, clavel y palto.

3.3. Manejo de la polinización

El palto tiene problemas de polinización porque los estados masculinos y femeninos de las flores (fotos 7 y 8) maduran a destiempo, lo que se conoce como dicogamia protoginia. Lo que ocurre es que la flor femenina abre primero y la masculina al día siguiente, lo que dificulta que se produzca la autopolinización. Por ello se hace necesario el uso de variedades de palto polinizantes y abejas como agentes polinizadores. De lo contrario, la cantidad de flores que llegan a fruto es muy baja y la cosecha insuficiente. En los huertos modernos, las plantaciones consideran un 5 a 11% de polinizantes con cultivares como Edranol, Zutano y Bacon, dependiendo de cual se adapte mejor a la apertura floral, ya que lo que se busca es hacer coincidir la apertura de la flor femenina (Hass) con la de algún polinizante (Cuadro 10).



FOTO 7. Flores de palto



FOTO 8. Flor de palto masculina

CUADRO 10

Dicogamia protoginia en diferentes variedades de palto

VARIEDAD	RAZA	TIPO FLOR
Hass	Guatemalteca x Mexicana	(a)
Gwen	Guatemalteca	(a)
Esther	Guatemalteca	(a)
Fuerte	Guatemalteca x Mexicana	(b)
Edranol	Guatemalteca	(b)
Bacon	Mexicana	(b)
Zutano	Mexicana	(b)

Fuente: Gardiazabal, F., 1991

Un manejo muy importante en la actualidad es la incorporación de colmenas de abejas durante el período de floración. Debido a que el polen de palto es húmedo y pegajoso, la abeja de miel es un buen agente de dispersión de polen a otras plantas. Las colmenas deben colocarse con plantas cercanas al 50% de floración, en un número de aproximadamente 10 colmenas/ha. Los cajones deben colocarse agrupados en más de dos colmenas por grupo, con el fin de aumentar la actividad de las abejas. Además, éstos deben ubicarse en sectores soleados de las entrehileras, con el fin de mantener la actividad de los insectos durante gran parte del día. Los colmenares deben ubicarse cercanos a fuentes de agua, ya que las abejas necesitan constantemente agua para mantener su actividad. Es recomendable colocar trampas de polen dentro de los cajones, con el fin de aumentar el trabajo de estos insectos y por lo tanto la polinización. Otros aspectos de consideración son mantener el huerto libre de malezas con flores atractivas a las abejas, ya que plantas como yuyo, rábano y otras de abundante floración son muy atractivas para las abejas. También debe existir

cuidado con la aplicación de insecticidas, ya que muchos plaguicidas usados para el control de plagas y enfermedades también afectan a las abejas, provocando una alta mortalidad de éstas.

Existen formas de comprobar el nivel de actividad de los colmenares. Algunos métodos son el golpeteo de cajones, el conteo de abejas que entran a la piquera y la observación del color del polen con que entran las abejas a las colmenas: colores anaranjados o azulosos indicarían que las abejas están polinizando otras especies.

3.4. Manejo de la fertilización

El palto es considerado como una especie de baja demanda de nutrientes. Esto se demuestra por el bajo contenido total de nutrientes en la cosecha al comparar con otros árboles frutales y cultivos de campo (Cuadro 11). Se ha reportado que para un

huerto que produce 10 ton/ha en Israel, la absorción de nitrógeno equivale a aproximadamente 11,3 kg/ha, la de fósforo 1,7 kg/ha y la de potasio, 19,5 kg/ha (Cuadro 12). Sin embargo, en California se ha reportado que con una cosecha de 10 ton/ha en cv. Hass, se remueven aproximadamente 28 kg de N/ha.

CUADRO 11
Contenido total de nutrientes (kg/ha) de algunos cultivos

CULTIVO	RENDIMIENTO (T/HA)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO
Maíz	6	120	50	120	40
Trigo	6	170	75	175	30
Papas	40	175	80	310	40
Tomates	50	140	65	190	25
Maní	2	170	39	110	20
Maravilla	3	120	60	240	55
Manzanos	25	100	45	180	40
Cítricos	30	270	60	350	40
Bananero	40	320	60	1000	140
Palto	15	40	25	80	10

Fuente: Lahav, E. 1995.

CUADRO 12
Nutrientes removidos desde una plantación de palto
con un rendimiento de 10 ton/ha.

NUTRIENTE	% DE PESO SECO	KG./HA.	NUTRIENTE	PPM. DE PESO SECO	KG./HÁ.
N	0,54	11,3	Na	400	0,8
P	0,08	1,7	B	19	0,04
K	0,93	19,5	Fe	42	0,09
Ca	0,10	2,1	Zn	18	0,04
Mg	0,24	5,0	Mn	9	0,02
Cl	0,07	1,5	Cu	5	0,01
S	0,30	8,0			

Fuente: Lahav, E. 1995.

3.4.1. Evaluación del estado nutricional

La capacidad del palto de extraer y utilizar los nutrientes minerales se refleja en la concentración de cada nutriente en los tejidos, por lo que el análisis químico de las hojas proporciona una valiosa información acerca del estado nutricional del árbol. Aunque el suelo es casi siempre la fuente de nutrientes minerales, un análisis de éste proporciona información acerca de la cantidad total de un nutriente disponible y no sobre la cantidad extraída. El análisis de suelos tampoco da resultados consistentes y no refleja la adecuación de los nutrientes para los paltos. Por ello, aunque en muchos casos el análisis foliar no muestra una relación directa entre la concentración de nutriente en el tejido y el rendimiento, aún es el mejor método para establecer el estado nutricional del árbol.

En la mayoría de los países productores de paltas, los agricultores fertilizan sus árboles para mantener la concentración de nitrógeno en las hojas entre 2,0 a 2,6%. Sin embargo, una adecuada interpretación del análisis de las hojas del palto se logra sólo con un análisis de hojas del crecimiento de primavera, las que deben colectarse durante los meses de marzo y abril. Se ha demostrado que ocurren cambios estacionales en los niveles de Ca, K, N, B, Fe y Mn durante la temporada, por lo que las muestras de hojas tomadas en otras épocas del año o en otros períodos de crecimiento tienen poco

valor para el diagnóstico de deficiencias, debido a que los datos analizados no están calibrados con los datos de rendimiento y crecimiento del árbol.

El palto Hass almacena una proporción significativa de su nitrógeno en los brotes. Con una pérdida de 10 a 20% en las hojas en cada primavera, existe una considerable pérdida de nitrógeno del árbol y para el huerto (1,8 a 3,5 kg N/ha). Algo de ese nitrógeno puede ser reutilizado por el árbol en la medida que la hojarasca se descompone. Con una cosecha de 10 toneladas de fruta por hectárea en cv. Hass en un año, se remueven aproximadamente 28 kg de N por hectárea. Si el rendimiento se incrementa desde 10 toneladas a 20 toneladas por hectárea y por año, habrá un costo total de 56 kg de N/ha. A un nivel de 30 ton/ha, el costo es de 84 kg de N/ha al año. Un incremento de 20 a 30% en crecimiento vegetativo implica un costo de 14 a 21 kg de N/ha al año.

El momento de demanda crítica de nitrógeno en palto se estima que corresponde al período de caída de frutos, caracterizado por la competencia entre el desarrollo de los frutos nuevos y el crecimiento vegetativo. Si las reservas de nitrógeno del suelo o de la planta están rápidamente disponibles, es posible satisfacer el requerimiento del árbol por nitrógeno en esos períodos críticos. Sin embargo, en suelos de baja retención, la disponibilidad de N en el suelo es baja, por lo que

el rendimiento depende en gran parte de la aplicación de nitrógeno en los períodos de alta demanda. Se ha planteado que la aplicación de una dosis extra de nitrógeno al árbol en los períodos críticos de su fenología aumentaría el rendimiento. Así, los resultados de experimentos realizados en California sugieren que en un año de producción baja los paltos Hass se beneficiarán de recibir una cantidad extra de nitrógeno a salidas de invierno.

La fertilización nitrogenada debiera aplicarse de acuerdo a una curva de absorción de las plantas durante el año, lo que se relaciona con muchos factores, entre ellos la demanda hídrica del ambiente, la tasa de

uso del elemento, etc. Sin embargo, a modo de referencia, se debiera aplicar nitrógeno después de cuaja, mediante fuentes como úrea o nitrato de amonio. En árboles recién establecidos, el nitrógeno debe aplicarse desde plantación, hasta enero o marzo (según tamaño del árbol). Mientras más tarde se realice la fertilización, mayor es el riesgo de daño por heladas.

En brotación y floración es recomendable aplicar potasio (K), zinc (Zn) y boro (B), antes del “flush” de crecimiento vegetativo. Aplicaciones de potasio y fósforo son necesarias si existe deficiencia, lo cual puede observarse en los resultados del análisis foliar (Cuadro 13).

CUADRO 13

Parámetros nutritivos utilizados en Chile para análisis foliar de palto

NUTRIENTE	DEFICIENTE	RANGO NORMAL	EXCESO
N (%)	1.6	1.6-2.8	3.0
P (%)	0.14	0.14-0.25	0.3
K (%)	0.9	0.9-2.0	3.0
Ca (%)	0.50	1.0-3.0	4.0
Mg (%)	0.15	0.25-0.80	1.0
S (%)	0.05	0.20-0.60	1.0
Mn (mg kg ⁻¹)	10-15	30-500	1000
Fe (mg kg ⁻¹)	20-40	50-200	7
Zn (mg kg ⁻¹)	10-20	40-80	100
B (mg kg ⁻¹)	10-20	40-60	100
Cu (mg kg ⁻¹)	2-3	5-15	25
Cl (%)	7	-	0.25-0.50
Na (%)	7	-	0.25-0.50

Embleton and Jones (1964), Lahav and Kadman (1980) and Whiley *et al.* (1996).

Algunos síntomas acusan la falta de nutrientes en los árboles. Por ejemplo, deficiencias de magnesio pueden manifestarse como clorosis marginal en V invertida, lo que se observa en hojas antiguas. Este problema puede corregirse con aplicaciones de sulfato de magnesio al suelo o foliar. Deficiencia de hierro, por su parte, puede manifestarse como una clorosis internerval, que se observa en hojas nuevas. Este problema se corrige con aplicaciones de ácido fosfórico al suelo, con el fin de bajar el pH, si éste fuera alto y el motivo de la baja disponibilidad de hierro. Sin embargo, algunos suelos tienen bajo contenido de este elemento, y en este caso aplicaciones de sulfato de hierro al suelo son recomendables.

3.4.2. Nitrógeno

La fruta del palto es rica en aceite y presenta una alta concentración de proteínas, por lo tanto es un depósito importante de carbono y nitrógeno. Sin embargo, en esta especie existen períodos de competencia entre el desarrollo del fruto y crecimiento vegetativo, por lo que la distribución y transporte del nitrógeno dentro del árbol es de gran importancia.

La fertilización nitrogenada beneficia a los paltos casi universalmente. Sin embargo, la dosis aplicada debe estar en función de los requerimientos del huerto, los que dependen de su edad, nivel de producción y etapa fenológica. Además hay que considerar la

eficiencia de la fertilización, que depende de la forma de entrega, fuente de nutrientes, características del suelo y condiciones ambientales, como por ejemplo temperatura y precipitaciones.

El nitrógeno parece ser el elemento más importante en la nutrición del palto. En experimentos realizados en California se ha visto que la palta Hass contiene un promedio de 2,4 gr de proteína por 100 gr de peso fresco en frutos, mientras que en hojas se aprecia un promedio de sólo 4 mg/100 gr peso fresco.

Deficiencias de nitrógeno en el palto se reflejan en hojas pequeñas y pálidas, defoliación, caída de frutos temprana y frutos pequeños. Además, se ha encontrado que los árboles con deficiencias de nitrógeno son más susceptibles a los daños por heladas. Se ha observado que la concentración de N es más alta en raíces que en las hojas, lo que sugiere que el patrón podría ser un factor importante en la nutrición nitrogenada y que una raíz sana es fundamental en el rendimiento.

Cabe destacar que una vez que se supera la dosis adecuada de entrega, el nitrógeno adicional beneficia principalmente al crecimiento vegetativo y muy poco la producción. De hecho, cantidades crecientes de nitrógeno no proporcionan ninguna ventaja a la producción del palto pero incrementan la polución de las aguas sub-

terráneas contaminándolas con nitratos. Se ha estimado que en huertos adultos, con aplicaciones de 150 UN/ha, hasta un 75% puede perderse por volatilización o lixiviación, si se aplica en épocas de baja demanda y sin considerar las características del huerto. En muchas áreas de cultivo, los productores de paltos tienden a aplicar grandes cantidades de nitrógeno a sus plantaciones, sin embargo, se ha observado que excesivas dosis disminuyen

la producción (Cuadro 14). Por su parte, experimentos de campo con elevados niveles de nitrógeno, en Israel, han mostrado que el nitrógeno como Nitrato de Amonio reduce el pH del suelo e incrementa el tamaño del árbol, afectando negativamente los rendimientos del cultivar Hass (Cuadro 15). Por otra parte, se ha observado que un exceso de nitrógeno disminuye la cuaja y mantención de frutos en paltos de la variedad Fuerte.

CUADRO 14
Efecto del nivel de nitrógeno sobre el rendimiento (frutos/árbol)
en cultivar Hass

Año	N (Kg/há.)			
	80	160	320	640
1993/4	184	75	48	51
1994/5	245	205	215	145
Promedio	215	140	131	98

Fuente: Lahav, E. 1995.

CUADRO 15
Efecto del nivel de nitrógeno sobre el pH en el perfil del suelo

PROFUNDIDAD (cm.)	N (Kg/há.)			
	80	160	320	640
0-30	7,3	6,7	6,9	5,7
30-60	7,4	7,2	7,4	6,9
60-90	7,4	7,3	7,4	7,2

Fuente: Lahav, E. 1995.

3.4.3. Zinc

Una revisión de la situación a nivel mundial indica que los problemas de déficit de zinc son comunes en suelos calcáreos de pH alcalino de California, Florida e Israel. Situación similar se evidencia en el área con paltos de nuestro país. El pH alcalino y la condición calcárea del suelo favorecen la deficiencia, debido a que la disponibilidad del elemento baja a medida que se alcaliniza el suelo al formarse compuestos de zinc de baja solubilidad. Por otra parte, la presencia de carbonatos afecta la forma en que el zinc se mueve y metaboliza dentro de la planta.

El déficit de zinc produce deformación en la fruta, la cual en estas condiciones es redondeada con pérdidas del valor comercial y también descensos de la producción. La no-corrección conduce al decaimiento total del árbol.

El portainjerto utilizado es de gran importancia en la susceptibilidad al déficit de zinc, siendo el patrón Mexícola, que es el utilizado en Chile, el más sensible al problema.

La corrección del déficit de zinc en paltos se ha estado intentando desde la década del 60, con grandes controversias. Varios investigadores han cuestionado la asper-



FOTO 9. Fruto de palta Hass con deficiencia de zinc

sión foliar como herramienta correctiva en el árbol. El motivo principal es la baja movilidad del elemento, la cual pudo ser demostrada en experiencias con aspersiones foliares con zinc marcado radioactivamente (^{65}Zn). En esas experiencias se comprobó que, en el caso del palto, el zinc no se mueve del punto de aplicación hacia otras estructuras de la planta. El zinc queda retenido en la cutícula cerosa de las hojas sin alcanzar el área del mesófilo, donde debe ingresar para ser metabolizado. De acuerdo a este autor esto produce muchas veces la creencia de que el problema ha sido superado por la vía de las aspersiones foliares, ya que los niveles foliares se incrementan. Sin embargo, como se indicara antes, ese zinc no está en los sitios metabólicamente activos y por lo tanto es de baja eficiencia.

Debido a estos problemas la alternativa más recomendable es la aplicación al suelo. Según Crowley una aplicación de 3 kg de $ZnSO_4$ por árbol (equivalente a 200 kg/há.), aplicado de una vez al suelo o preferiblemente en cuatro parcialidades a través del riego (microaspersión en este caso), pueden corregir el déficit de zinc, no siendo eficiente el quelato de zinc. Gardiazábal (2000) recomienda altas dosis de $ZnSO_4$ al suelo (8 kg/árbol), aplicado localizado en 8 perforaciones bajo la copa. Estas altas cantidades se justificarían por la baja eficiencia de la aplicación al suelo debida al pH alcalino.

3.4.4. Boro

El boro es otro de los nutrientes que se presenta como un problema de ocurrencia común en todas las áreas en que se cultiva palto en el mundo. El déficit se presenta en áreas de pH ácido de alta pluviometría y con igual frecuencia en suelos de pH alcalino. En este último caso el déficit está relacionado al antagonismo entre el calcio, muy abundante en los pH alcalinos, y el boro, fenómeno que se da en todas las especies. El déficit de boro produce diferentes trastornos en el árbol pero los más importantes afectan a la producción y calidad de la fruta. Estos efectos están relacionados al rol fisiológico del boro en el proceso de crecimiento del tubo polínico y cuajado de la fruta, lo que

está suficientemente documentado en la mayoría de las especies. En el caso específico del palto, una de las funciones más importantes del boro está en la activación del crecimiento del tubo polínico, con lo cual un déficit del mismo conduce a menor cuaja y menor producción. Los efectos se manifiestan principalmente en los años en que por condiciones climáticas el cuajado es naturalmente problemático.

Un déficit de boro produce frutos deformados, con "corchosis" o áreas necróticas que penetran la pulpa. El boro afecta también el calibre de la fruta, habiéndose medido incrementos de hasta 15% en los calibres al superar la deficiencia. Cabe señalar que los efectos positivos de la adición de boro se aprecian aún con niveles foliares en el rango de suficiencia.



Foto 10. Fruto de palta Hass con deficiencia de boro

En la condición nacional el déficit de boro es muy recurrente, habiéndose demostrado una alta correlación entre los niveles de boro en el pedúnculo y la productividad del palto. Estos resultados, obtenidos en 18 huertos entre la IV y VI Regiones, indican la importancia del elemento en aspectos productivos en el país.

El problema del boro se relaciona con la naturaleza de los suelos, pero también al hecho de que el patrón utilizado en el país (México) es ineficiente en cuanto al aprovechamiento del elemento.

El boro, a diferencia del zinc, es móvil en el caso del palto y se trasloca desde las hojas viejas a las inflorescencias. Esta situación es muy favorable ya que permite prevenir un déficit potencial en las inflorescencias con aplicaciones previas a la floración. Como se indicó, un déficit de boro al momento de la polinización puede tener efectos catastróficos, ya que al no existir fecundación se ve afectada la cuaja, la producción y la calidad de fruta.

De acuerdo a Lahav y Whiley (2000), la respuesta al boro aplicado, ya sea foliar o al suelo, no es muy eficiente. En primer lugar, las raíces del palto tienen pocos pelos radicales lo que dificulta la absorción desde el suelo. Por otra parte, las hojas nuevas, a diferencia de las viejas, no reexportan el boro hacia las inflorescencias o frutos en cuaja.

3.4.5. Hierro

El déficit de hierro es otro de los problemas frecuentes al cultivar paltos en suelos de pH alcalino. Sin embargo, también se produce el déficit en áreas de suelo de pH muy ácido (menor a 5,0) debido a que la absorción del hierro es competitiva con la de manganeso, elemento cuya solubilidad es fuertemente incrementada en pH ácido. Esta situación no se da en el área en que se cultiva palto en Chile, la que presenta condiciones predominantes de clima mediterráneo.

En el caso del hierro, la condición calcárea del suelo parece ser más gravitante que el pH para la generación de problemas en la planta. Al igual que en el caso del zinc, las formas de hierro presentes en el suelo en pH alcalino (Fe^{+++}) no son aprovechables por la planta. Un complejo mecanismo que implica la formación de un quelato orgánico natural (citrato de Fe) es lo que posibilita la absorción y metabolización del Fe.

El hierro tiene una relación directa con la síntesis de la molécula de clorofila, al ser cofactor de varias enzimas que catalizan su formación. Con déficit de hierro las hojas quedan con bajos niveles de clorofila resintiéndose todo el aparato productor de carbohidratos. Estos efectos repercuten fuertemente en los rendimientos. Experiencias extranjeras en suelos de pH alcalinos y calcáreos indican que incluso en la condición de árboles levemente afectados, se pro-

ducen impactos negativos en la producción del orden del 24%.

Después de décadas de investigaciones sobre corrección de clorosis férrica en paltos, se ha llegado a la conclusión que la única alternativa eficiente de corrección del problema en el ámbito de suelos alcalinos y calcáreos es la aplicación del quelato Fe-EDDHA al suelo, siendo las aspersiones foliares de baja eficiencia debido a la muy baja movilidad.

De acuerdo a Kadman (1963), la adición continua de 1 a 2 mg de quelato de Fe (Fe-EDDHA) en el sistema de goteo controla el problema. Ellos indican también, como alternativa, tratar directamente los árboles con adiciones de quelatos en dosis de 15 g/árbol al primer año hasta 150 g/árbol al sexto año. El uso de quelato de Fe no se utiliza en forma generalizada por su alto costo (alrededor de \$1.000.000 por hectárea anualmente) y solamente es usado sobre árboles individuales con daños severos.

Aplicando anualmente 150 g de quelato Fe-EDDHA por árbol, en suelos calcáreos de pH 8,2 Gregoriu *et al* (1983) observaron impactos muy importantes en la producción de paltos Hass. En los árboles severamente afectados se obtuvo un rendimiento de 117% respecto del testigo. En árboles moderadamente afectados, la respuesta en rendimiento de fruta fue de 55% y en árboles levemente afectados alcanzó el 24%.

La experiencia indica que la aplicación de quelatos de Fe tiene un mayor impacto si se realiza en forma poco parcializada (1 a 2 aplicaciones en la temporada), ya que estas aplicaciones tienden a tener un efecto de "todo o nada".

De acuerdo a lo indicado anteriormente, las técnicas descritas para corregir las deficiencias de zinc, boro y hierro, derivadas de la naturaleza alcalina de los suelos presentan limitaciones en su uso y resultados.

3.4.6. Corrección vía acidificación

La alternativa de la acidificación ha sido poco ensayada en paltos a nivel mundial. Whiley *et al* (1984) efectuaron un experimento en el cual estudiaron el efecto de la acidificación. Los resultados tuvieron gran impacto del pH sobre los rendimientos. Aún cuando en este trabajo no se especula sobre las causas de los efectos medidos es posible sospechar de una acción en la dirección de la temática como sería el mejoramiento de la situación nutricional de directa acción en temas como el cuajado (Zn, B) o en la capacidad fotosintética del árbol (Fe).

Experiencias con aplicación de ácidos en arándanos, a través de equipos de riego localizados, en suelos alcalinos de naturaleza calcárea (pH 8.2) de la zona central del país, indican que el hierro, boro y zinc aumenta su disponibilidad con lo cual se mejoran en forma importante los rendimientos. Sin

embargo, este trabajo también indica que no todos los ácidos producen los efectos esperados y por otra parte aumenta la salinidad del suelo. Esta situación es de especial importancia en paltos por su alta sensibilidad a las sales, lo que obliga a ajustar esta técnica en este cultivo, en lo referente a tipo de ácido, dosis, y a restringir su utilización a los períodos fenológicos donde los microelementos son más requeridos. Por otra parte, el uso de esta técnica debe considerar los niveles de pH y carbonatos del suelo.

En el Cuadro 16 se presenta el efecto de la aplicación de ácido sobre las características químicas del suelo, donde se observa que con la acidulación del suelo aumenta la disponibilidad de Fe, Ca, Zn y B. Sin embargo, es necesario indicar que cuando se acidula el suelo aumenta la conductividad eléctrica, por lo cual, como se indicó anteriormente, es necesario controlar adecuadamente esta técnica.

Una tercera técnica para acidificar el suelo consiste en fertilizar con Sulfato de Amonio como fuente nitrogenada.

Cuadro 16
Efecto de aplicación de diferentes ácidos sobre características químicas del suelo

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS	UNIDAD	TRATAMIENTO			
		TESTIGO SUELO CALCÁREO	ACIDO SULFÚRICO	ACIDO NÍTRICO	ACIDO FOSFÓRICO
PH		8,1	6,2	6,1	6,0
CE	dS/m	2,4	8,5	43,3	5,0
M.O	%	3,9	3,6	3,5	3,1
Ca soluble	mmol+/L	7,8	16,5	21,0	12,5
Mg soluble	mmol+/L	1,3	32,5	27,8	7,9
Na soluble	mmol+/L	7,0	10,6	8,3	7,7
HCO ₃ soluble	mmol+/L	1,5	1,3	1,0	1,0
Cl soluble	mmol+/L	7,6	15,1	9,7	9,4
SO ₄ soluble	mmol+/L	6,0	13,5	26,0	11,0
B soluble	mg/L	1,6	1,7	5,8	1,4
N disponible	mg/Kg	41	180	2.951	141
P disponible	mg/Kg	104	122	143	352
K disponible	mg/Kg	288	500	470	470
Fe disponible	mg/Kg	32	194	99	46
Mn disponible	mg/Kg	32	240	126	96
Cu disponible	mg/Kg	6,8	8,6	8,0	10,0
Zn disponible	mg/Kg	3,1	6,1	4,6	4,1

Fuente: Ferreyra *et al.*, 1998

3.4.7. Superficie de suelos con pH alcalino y/o presencia de carbonatos en la V Región

A partir de información publicada por CIREN (1997) es posible estimar las superficies de suelos regados en la V Región que presentan pH alcalino y/o presencia de carbonato de calcio libre en el perfil. En esta estimación se ha eliminado la parte alta del Valle de Aconcagua, considerándose sólo desde Panquehue a la costa, donde se encuentra la mayor superficie plantada con esta especie. Tampoco se ha incluido el valle de Putaendo y Casablanca, pero sí los valles de La Ligua y Petorca.

La superficie bajo riego del área antes indicada alcanza las 41.542 Hás y los suelos de pH alcalino ($> 7,3$) totalizan 39.086 Hás, con un pH promedio del perfil de 7,76 (DE.= 0,21). Por otra parte, existen sólo 2.456 Hás de pH menor a 7,3, con lo cual puede concluir que la casi totalidad del área plantada con paltos en la V Región (15.000 Hás) se encuentra en suelos de pH alcalino.

A partir del mismo estudio, se ha calculado que a lo menos el 25% de esta área presenta, además de la condición de alcalinidad, carbonato de calcio libre en el perfil. Así, se puede concluir que los paltos plantados en la V Región casi en su totalidad están plantados en suelo alcalino (pH promedio 7.8) y muchos de ellos también son cultivados en suelos que presentan un alto contenido de carbonatos libres en el perfil. De lo anterior se infiere que la mayoría de los huertos de esta región presentan deficiencias de hierro, boro y zinc.

3.5. Manejo del riego

Los rendimientos promedio de los huertos de paltos (*Persea americana* Mill.) son bajos en comparación con otras frutas de pulpa (Wolstenholme, 1986 & 1987). Esto se debe en gran parte a que para producir frutos de semilla grande y ricos en aceite se requiere un alto costo en fotosintatos. Sin embargo, los rendimientos bajo condiciones ambientales favorables se pueden mantener por sobre las 22 ton/ha (Whiley y Winston, 1987; Whiley *et al.* 1988; Whiley *et al.* 1990).

En Chile hay huertos que mantienen producciones estables de alrededor de 25 ton/ha, sin embargo el rendimiento promedio de los huertos adultos están alrededor de las 9 ton/ha.

3.5.1 Condiciones ambientales favorables para el desarrollo y producción del palto

Las características físicas y químicas del suelo afectan tanto el crecimiento del cultivo como la masa radical. El crecimiento radicular se ve afectado por el número y tamaño de los poros del suelo, los cuales a su vez influyen en la resistencia mecánica al crecimiento de las raíces, en la aireación y en la retención de humedad del suelo.

El palto en sus orígenes se desarrolló en suelos Andisoles o Andosoles derivados de cenizas volcánicas, los cuales se consideran como óptimos para su crecimiento, debido a las propiedades físicas que presentan (Aguilera *et al.* 1991). Las cuales se caracterizan por una baja densidad aparente, 0,5-0,8 g/cm³, una alta macroporosidad, alrededor del 46%, un alto contenido de materia orgánica y un pH ácido, entre 5 a 6 (Cuadro 1). En el altiplano de México los suelos utilizados para el cultivo del palto son comúnmente de tipo Andisoles, concentrándose en ellos más del 80% de las plantaciones de ese país.

Por otra parte, el palto presenta problemas para su desarrollo en suelo con baja macroporosidad y alta densidad aparente. Durand y Claassens (1987) encontraron bajo crecimiento de raíz en un suelo con densidades sobre 1,7 g/cm³ y Salazar *et al.* (1986) encontró que las raíces del palto cv. Fuerte se desarrollan mejor en suelos arenosos, de alta macroporosidad, que en suelos arcillosos. La cantidad de raíz en el suelo arenoso fue casi cuatro veces la cantidad que en el arcilloso. Una explicación para esto podría ser el mejor nivel de oxígeno que presentan los suelos de alta macroporosidad.

CUADRO 17

Características generales de los suelos plantados con palto en Chile, en comparación con la zona de origen de este cultivo

SUELO DE LA ZONA DE ORIGEN DEL PALTO	SUELOS DE LA ZONA DONDE SE CULTIVA EN CHILE
Andisoles: suelo de origen volcánico, más del 80% de los paltos en México	Alfisoles: gran parte de los paltos están plantados en este tipo de suelo en Chile
Densidad aparente: 0,5 a 0,8 g/cm ³	Densidad aparente: 1,3 a 1,5 g/cm ³
Macroporosidad: 33 a 58%	Macroporosidad: 10 a 20%
pH: 5 a 6	pH: 7 a 8

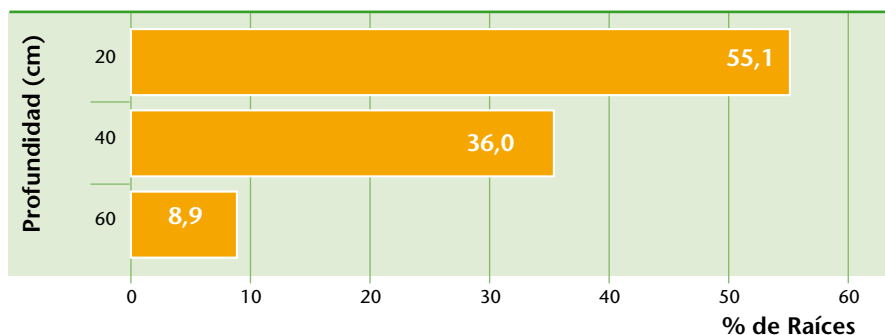
Debido a que los paltos evolucionaron en suelos de alta macroporosidad (andisoles) y alta pluviometría, las raíces son poco profundas (figura 5), extensamente suberizadas, con una baja conductividad hidráulica, con baja frecuencia de pelos radicales, con requisitos de oxígeno alto y una captación de agua relativamente pobre (Whiley y Schaffer 1994), por lo cual, cortos períodos de falta de oxígeno normalmente derivan en la inhibición de la expansión de las hojas,

una reducción en el crecimiento de la raíz y de los brotes, en necrosis de la raíz y de una moderada a severa abscisión de hojas (Stolzy *et al.*, 1967; Schaffer *et al.*, 1992).

En resumen, los suelos con alta macroporosidad y el pH ácido presentan condiciones ambientales favorables para el desarrollo de este cultivo.

FIGURA 5
Distribución de las raíces del palto en porcentaje, en un perfil de suelo Franco de la comuna de Nogales

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA



3.5.2. Condiciones de suelo en que se desarrolla el palto en Chile

En Chile las plantaciones de palto están ubicadas principalmente en suelos de textura fina, alfisoles, con densidades aparentes entre 1,3 a 1,5 g/cm³ y con macroporosidad baja del orden del 15% (cuadro 17).



FOTO 11. Huerto de la zona de Panquehue plantado en suelo Franco Arenoso sin asfixia radicular (rendimiento medio 20 a 25 ton/há)



FOTO 12. Huerto de la zona de Quillota plantado en suelo Franco Arcilloso con asfixia radicular (rendimiento medio 6 a 8 ton/há).

La variedad más plantada de paltos a nivel nacional es Hass, con una superficie de aproximadamente 20.000 has, y un potencial productivo de 25 ton/ha (foto 11). No obstante, el país presenta niveles de rendimiento promedio mucho más bajos, 9 ton/ha (foto 12). Esto se debe, principalmente, a que la mayoría de los paltos (70%) están establecidos en suelos de texturas finas, de baja macroporosidad, que junto a un mal manejo de riego generan problemas de asfixia radicular, situación responsable en gran medida de los bajos niveles de producción.

Otros factores de estrés que inciden en la baja productividad del palto son el añerismo, salinidad, fertilidad, emboscamiento, etc., pero sin duda el mal manejo del riego, asociado a suelos limitantes (condiciones ambientales desfavorables), es el factor que más condiciona la productividad de este cultivo.

3.5.3. Cómo afectan las condiciones de suelos desfavorables el desarrollo del palto

La falta de oxígeno en el suelo induce a trastornos fisiológicos múltiples en las plantas. Se inhiben la fotosíntesis, el transporte de hidratos de carbono (Kozlowski 1997), hay cierre de estomas, y un menor crecimiento de las raíces (Lafitte 2001). Producto de todo esto se disminuye la absorción de macronutrientes debido a la mortalidad de la raíz, a la pérdida de micorrizas, y

a la supresión de metabolismo de la raíz (Kozlowski 1997). En estas condiciones se ha encontrado una alteración del equilibrio hormonal en las plantas, normalmente aumentando la proporción de etileno (Kozlowski 1997), dañando directamente al sistema radical debido a la acumulación de éste y otros productos tóxicos originados por la respiración anaeróbica. También hay acumulación de ácido abscísico y auxinas, y reducción de los niveles de citoquininas y ácido giberélico (Lafitte 2001).

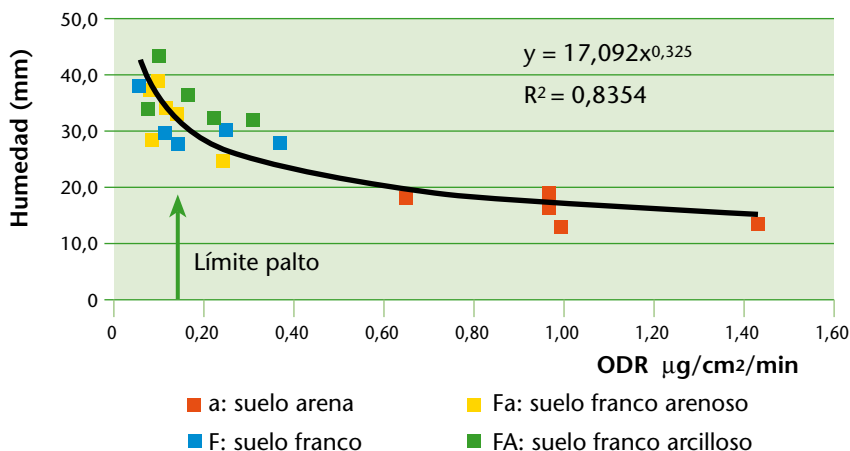
El exceso de humedad en el suelo agota el O_2 y aumenta el CO_2 , induciendo descomposición anaeróbica de materia orgánica y reduciendo hierro y manganeso (Kozlowski

1997). Suelos bien drenados y con un contenido de 15% de oxígeno y 0,03% de dióxido de carbono permiten el crecimiento adecuado de este cultivo (Menge, y Marais 2000). Los suelos con macroporosidad alta presentan un mayor contenido de oxígeno (O_2) y menor CO_2 .

Estudios realizados (Stolzy *et al.*, 1967) informan que plantas de palto variedad Mexícola, que crecen en suelos con una tasa de difusión de oxígeno menor a $0.17 \mu g \cdot cm^2 / min$ tenían entre un 44 a un 100% de sus sistemas raíces dañados. Suelos francos manejados con riego frecuentes (pulsos) y altos contenidos de agua presentan difusiones de oxígeno bajo este límite (figura 6).

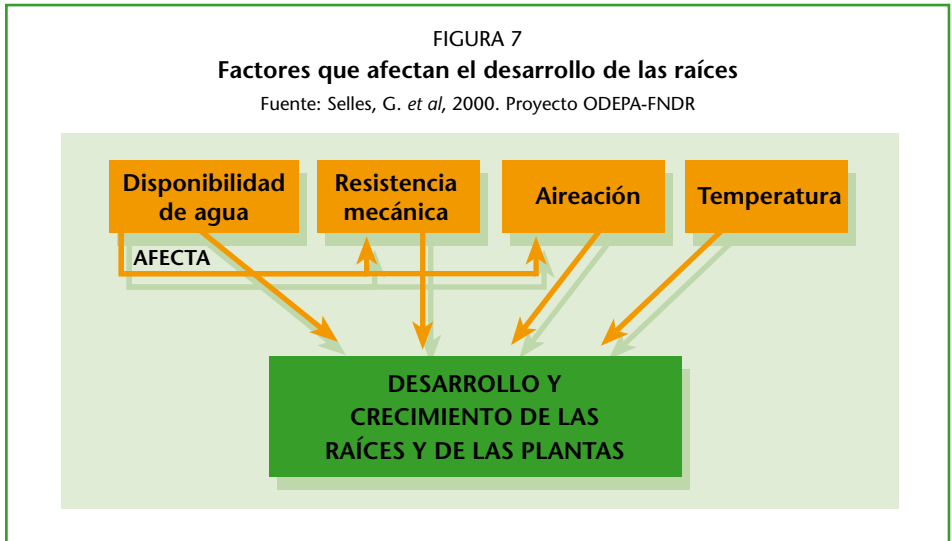
FIGURA 6
Efecto del contenido de humedad en el suelo sobre la difusión de oxígeno (ODR) en suelos manejados con riego frecuente y altos contenidos de humedad

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA



En resumen, las raíces para crecer necesitan de agua y de aire. Sin embargo, en la medida que aumenta el contenido de agua disminuye la disponibilidad de oxígeno en el suelo (figura 7). Por lo tanto, para aminsonar el efecto que tienen los suelos de baja

macroporosidad en desarrollo y producción del palto, es necesario optimizar la relación agua-aire en el suelo, ya que un inadecuado manejo del riego puede disminuir aún más el oxígeno en suelo con esta limitante.



3.5.4. Como optimizar la relación agua / aire en el suelo

Los problemas de aireación en el suelo, en nuestras condiciones, se deben principalmente a que los paltos están establecidos en terrenos de texturas finas, con baja macroporosidad, que junto a un mal manejo de riego generan problemas de asfíxia radicular.

Entre las soluciones para superar este problema destacan la búsqueda de porta injer-

tos resistentes a problemas de aireación. Sin embargo, para huertos ya establecidos deben buscarse nuevas alternativas de manejo que permitan disminuir la incidencia de este problema y mejorar los rendimientos.

Para tener un adecuado desarrollo y crecimiento de la parte aérea y raíces del palto, es necesario evitar que las plantas estén sometidas a falta de agua o de oxígeno. Esta idea, que parece tan sencilla, es compleja de implementar en suelos de textura fina, ya que cada vez que regamos, aumentamos

el contenido de agua y disminuimos la aireación en forma importante, ya que estos terrenos tienen pocos macroporos. Esto nos obliga a ser muy precisos en la aplicación del agua de riego, para evitar déficit o exceso de humedad.

La imprecisión en el manejo del riego se debe, en general, a tres causas: la primera de ellas es que los equipos están mal sectorizados; la segunda que éstos están descalibrados y la mantención es deficiente, por lo que entregan caudales variables y diferentes a lo proyectado; y la tercera a errores en el manejo del riego.

Por lo tanto, para optimizar la relación agua-aire en el suelo y con esto aminorar los efectos de falta de agua u oxígeno, es necesario preocuparse de una serie de factores:

3.5.4.1. Mejoramiento de la macroporosidad de suelo

La macroporosidad del suelo se puede mejorar al subsolarlo antes de la plantación, a una profundidad de por lo menos 1 metro, si las condiciones lo permiten.

Con este fin también se pueden realizar camellones de al menos 80 cm de alto, 2 metros de ancho y planos en superficie, como los indicados en la foto 13. Sin embargo el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo alcanzado con esta labor se pierde en el tiempo. Trabajos realizados por Selles *et al*, 2005, en parronales, muestran que se puede disminuir la velocidad de deterioro del camellón al aplicar materia orgánica en superficie (paja, material vegetal) y/o inocularlos con lombrices anecicas (*Lumbricus terrestris* o *lumbricus friendi*), que



Foto 13. Camellón

trabajan en forma longitudinal en el suelo hasta 1 metro de profundidad, a diferencia de las lombrices epígeas (*Eisenia fetida*) que trabajan en superficie y las endogeas (*Allolobophora caliginosa*) que trabajan entre los 10 a 20 cm. En camellones que se inocularon con anecicas, se observó un mejoramiento de la infiltración del agua al aumentar los macroporos producto de la actividad de estas lombrices.

3.5.4.2. Re-sectorización de los equipos de riego

En la mayoría de los equipos de riego encontramos sectores de riego (superficie que se maneja a partir de un mismo mando) con diferentes tipos de suelo en cuanto a textura, profundidad, pendiente y exposición, entre otros. Esto dificulta la optimización de la relación agua-aire en el suelo, ya que mientras se está favoreciendo una parte del sector de riego se está perjudicando otra. Por lo cual la re-sectorización de los equipos de riego es de vital importancia, sobre todo, en suelos de textura fina (franco arcillosos a arcillosos), donde hay que ser muy preciso con el manejo del riego para mantener el suelo en buenas condiciones de humedad y aireación.

3.5.4.3. Mejorar la uniformidad de descarga de los emisores

Otro aspecto a considerar es la uniformidad de la descarga de los emisores de manera que todas las plantas reciban la misma can-

tidad de agua. Para lograr esto es necesario tener en cuenta dos aspectos: el primero es evitar, sobre todo en plantaciones en cerro, que los sectores más bajos reciban más agua que los sectores altos, debido a que en ellos se descarga el agua que está en las tuberías cuando los equipos han dejado de funcionar. Esto adquiere mayor importancia cuando utilizamos riego de alta frecuencia (pulso) donde el equipo tiene varias partidas y detenciones durante el día. Este problema se puede solucionar al utilizar emisores y válvulas antidrenantes. El segundo aspecto a considerar está relacionado con calibración y mantención en forma periódica de los equipos de riego, de manera que todos los emisores entreguen caudales similares.

3.5.4.4. Optimizar el manejo del riego

Otro aspecto a tener en cuenta en la optimización de la relación agua-aire en el suelo se refiere a conocer, lo más exacto posible, la cantidad de agua que se debe aplicar al cultivo. Para esto es necesario conocer los requerimientos de agua de los árboles; disponer de elementos que permitan controlar si las cantidades de agua que estamos aplicando son las correctas; manejar el riego con frecuencias que permitan una mejor relación aire-agua en el suelo, sin producir una disminución de los rendimientos, y tener presente los períodos críticos del cultivo.

3.5.4.4.1. Requerimiento de agua de paltos

En climas mediterráneos, como en California, Chile y Israel, las necesidades de riego en invierno son bajas, excepto bajo condiciones de sequía, por lo cual las necesidades de riego en este período deben ser estimadas a través de un balance entre la evapotranspiración y la lluvia.

La evapotranspiración del cultivo es controlada por factores climáticos y la cobertura foliar del árbol (índice de área foliar). La cantidad aproximada de agua a aplicar en climas similares a Quillota se presenta en los cuadros 18 y 19, los cuales deben ser ajustados de acuerdo a las condiciones agroclimáticas de los predios.

CUADRO 18

Volúmenes de agua promedio a aplicar en paltos adultos plantados en los valles de Quillota, Petorca y La Ligua (V Región)

MESES	VOLUMEN AGUA APLICADA SEGÚN MARCO PLANTACIÓN					
	ETO mm/día	KC	ETC		6 x 4	6 x 6
			mm/día	l/m ² /día	l/planta/día	l/planta/día
Ene	5,7	0,75	5,03	5,03	120,7	181,1
Feb	5,9	0,75	5,21	5,21	124,9	187,4
Mar	4,6	0,75	4,06	4,06	97,4	146,1
Abr	3,3	0,75	2,91	2,91	69,9	104,8
May	2,1	0,75	1,85	1,85	44,5	66,7
Jun	1,1	0,65	0,84	0,84	20,2	30,3
Jul	0,8	0,65	0,61	0,61	14,7	22,0
Ago	1,1	0,65	0,84	0,84	20,2	30,3
Sep	2,1	0,65	1,61	1,61	38,5	57,8
Oct	3,3	0,65	2,52	2,52	60,6	90,8
Nov	4,6	0,75	4,06	4,06	97,4	146,1
Dic	5,5	0,75	4,85	4,85	116,5	174,7

CUADRO 19

Volúmenes de agua promedio a aplicar en paltos nuevos plantados en los valles de Quillota, Petorca y La Ligua (V Región)

EDAD DEL ÁRBOL	VOLUMEN DE AGUA A APLICAR (litros/árbol)
1	4-8
2	8-15
3	30-50
4	80-150

3.5.4.4.2. Frecuencia de riego

El riego por pulso o de alta frecuencia puede optimizar la relación agua-aire en el suelo, ya que al aplicar el agua de esta forma, el movimiento de ésta en el suelo es no saturado. Al aplicar el agua por pulso, el suelo queda con un contenido de humedad menor que al aplicarla en forma continua, por lo tanto con más aire. Sin embargo, si se aplican cantidades de agua mayores que las que requiere el cultivo se pierde este efecto e incluso se puede agudizar el problema, por lo que esta técnica es muy difícil de aplicar, debe ser muy controlada y los emisores deben descargar en forma muy uniforme y homogénea.

Otra forma de reponer el agua es a través de riegos de baja frecuencia, de esta forma se permite agotar el agua del suelo hasta niveles que no afecten el crecimiento del cultivo, aumentando con esto la cantidad y difusión de oxígeno en el suelo. Para implementar esta técnica se puede agotar entre un 30 a 40% la humedad aprovechable antes de volver a regar, de forma de no afectar el desarrollo del árbol por falta de agua, mejorando el contenido de oxígeno en el suelo. Esta técnica es más simple de implementar a nivel de campo.

3.5.4.4.3 Control del riego

Una solución en esta dirección podría ser el manejo del riego con umbrales más altos, que permitan una mejor relación aire-agua en el suelo, sin producir una disminución de los rendimientos, lo que obligaría a controlar el riego (oportunidad y cantidad) a través de mediciones del estado hídrico de las plantas, como el potencial hídrico xilemático (PHx) (fotos 14 y 15) (Boyer, 1995) o uso de dendrómetros (foto 16). En la V Región, durante las temporadas 2003-2004 se realizaron varios experimentos en árboles de palto Hass, sobre porta injerto Mexícola, para evaluar la mejor forma de medir el PHx a través de cámara de presión (Ferreyra *et al*, 2004). De los resultados obtenidos se desprende que el PHx en el palto presenta valores estables entre las 12:30 y 17:30 horas (mediodía) donde se ha observado los mínimos potenciales. Los valores PHx a mediodía sin restricción hídrica varían entre -0,40 y -0,52 MPa, para DVP que oscilan entre 0,7 y 3,3 Kpa respectivamente. Por lo cual el palto podría volverse a regar cuando alcance valores entre -0.60 y -0.72 MPa o mantenerse con PHx entre los -0,4 a 0,7 MPa. Además, en las hojas se puede medir el PHx a lo menos 15 minutos después de cubiertas, ya que en este tiempo se logra que el potencial hídrico de la hoja se equilibre con el del brote. Por otra parte las hojas, una vez cortadas del árbol, deben medirse en un lapso de

tiempo no superior a los 3 minutos. Sin embargo se podría aumentar el tiempo entre el corte de la hoja y la medición del potencial, al mantener ésta en un cooler con alta humedad relativa. Las hojas que presentan la menor variabilidad al medir el PHx son las de 10 a 12 meses de edad, expuestas al sol.



Foto 14. Hoja cubierta para medir el PHx.



Foto 15. Cámara de presión

Con dendrómetros también se puede controlar el riego en cuanto a la cantidad y oportunidad de la aplicación del agua de riego. En la figura 8 se muestra como a través de un dendrómetro es posible observar prematuramente cuándo se está aplicando una cantidad de agua inferior a la requerida. Entre el 7 y el 12 de septiembre se observa una disminución en la pendiente de crecimiento del tronco, lo que indica en este caso que se está aplicando una cantidad de agua inferior a la requerida por el cultivo. A partir del 12 de septiembre se aplica una cantidad superior de agua, recuperando la tasa de crecimiento que tenía el árbol. El dendrómetro también nos permite observar cuando estamos aplicando agua en exceso: en la figura 9 se observa como después de una lluvia de 80 mm, por problemas de aireación, disminuye el crecimiento del tronco.



Foto 16. Dendrómetro instalado en palto Hass

FIGURA 8

Mediciones con dendrómetro en paltos Hass sometidos a dos regímenes de riego

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA

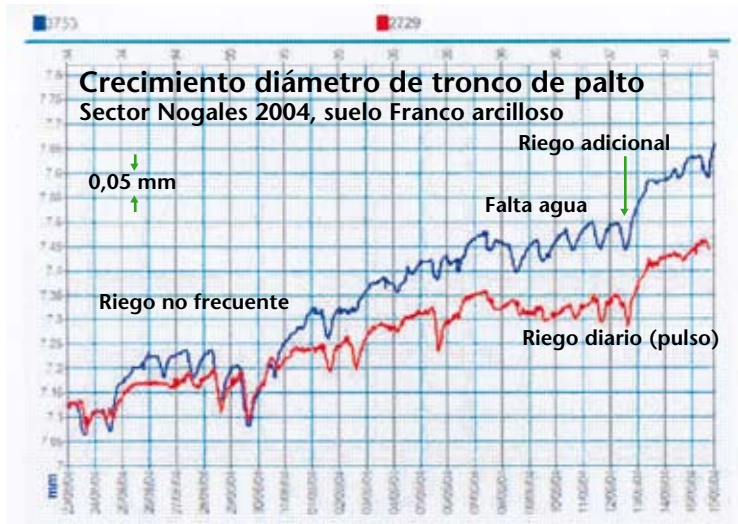
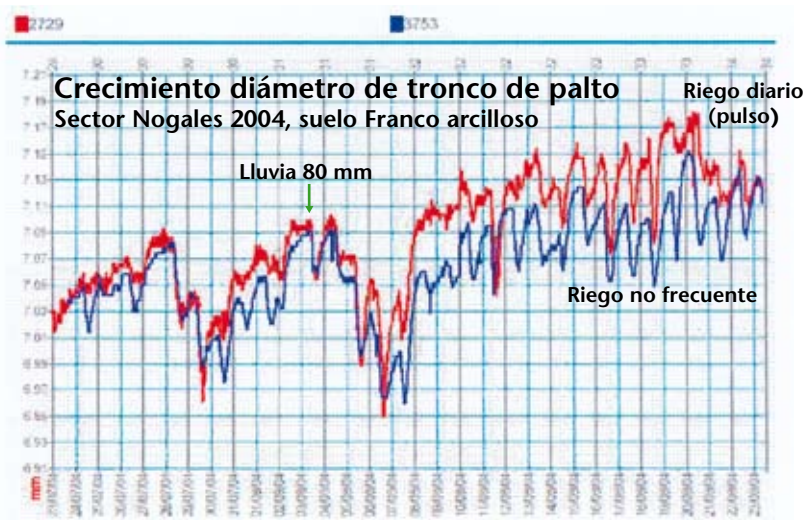


FIGURA 9

Mediciones con dendrómetro en paltos Hass sometidos a dos regímenes de riego

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA



3.5.4.4. Períodos críticos del palto en relación con el riego

El manejo del riego debe ser muy controlado en los períodos críticos. El primero corresponde a la floración y al inicio del crecimiento de la fruta. Un manejo del agua adecuado durante la floración es

fundamental para la cuaja (Whiley *et al.*, 1988a). Riegos continuos durante la primavera pueden reducir la aireación y enfriar el suelo, posibilitando la muerte de las raíces, las cuales tiene un crecimiento importante durante este período (figuras 10 y 11).

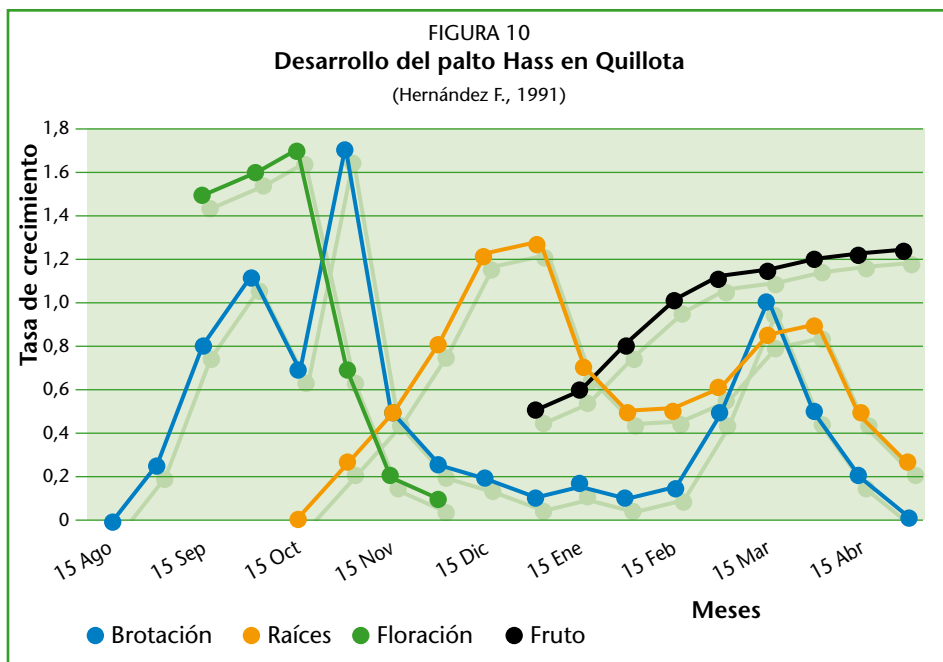
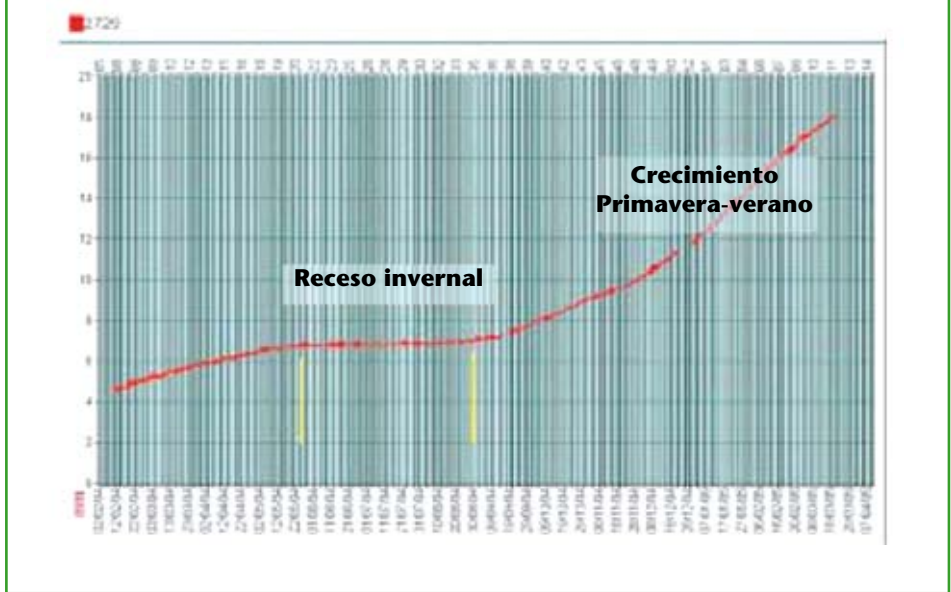


FIGURA 11
Desarrollo del diámetro del tronco (mm)
palto Hass en Quillota, medido con dendrómetro

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA



La fase de crecimiento rápido de la fruta es el segundo período crítico para el riego. Durante este tiempo, el manejo adecuado del riego reduce la caída de fruta e incrementa el tamaño final del fruto (Bower, 1985a; Whiley *et al.*, 1988b; Wolstenholme *et al.*, 1990). El tamaño de la fruta se puede ver afectado con el manejo del riego. Cualquier estrés, por exceso o déficit hídrico, puede afectar el tamaño de la fruta, principalmente los ocurridos en los primeros 120

días después de plena flor, donde se define el número de células del fruto (figuras 12 y 13).

Lahav y Kalmar (1983) recomendaron que el intervalo entre riegos se acorte en verano, cuando el crecimiento de la fruta es rápido, para asegurar el máximo tamaño de fruta, considerando que el crecimiento de la fruta en otoño es más lento y no hay ventaja en acortar los intervalos de riego.

FIGURA 12
Número de células en frutos de palto Hass a partir de plena flor

Fuente: Cowan *et al*, 1997

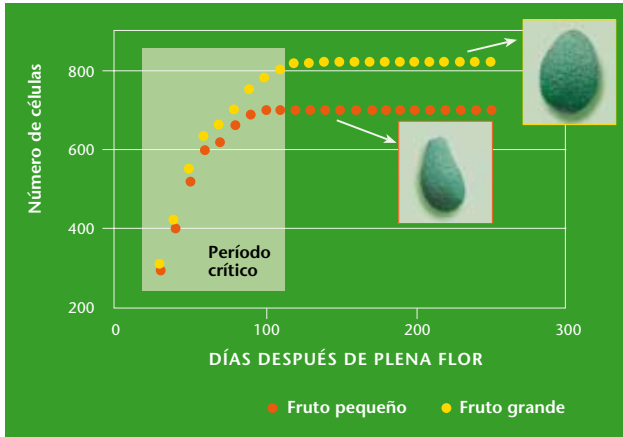
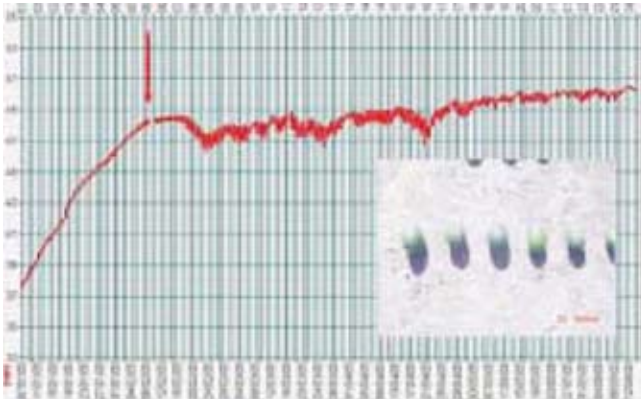


FIGURA 13

**Desarrollo del diámetro ecuatorial del fruto (mm),
 palto Hass en Quillota, medido con dendrómetro**

Fuente: Informe Proyecto FDI, INIA



En resumen, el período más crítico para el desarrollo del palto es la primavera. El exceso de agua durante este período, en suelos de baja aireación, afecta el desarrollo radicular, lo cual produce muerte de raíces

(asfixia), afecta la cuaja, reduce el tamaño de los frutos y aumenta los frutos con desórdenes internos, como el pardeamiento de pulpa y el bronceado vascular.

3.6. Conducción y poda

Uno de los aspectos más discutidos en el cultivo de los frutales de hoja persistente, es la necesidad de podar y conducir la planta. Al eliminar parte del follaje se eliminan también reservas de fotosintatos y madera productiva, en mayor proporción de lo que eventualmente se pueda ganar. Por esto, la poda como técnica de manejo es reciente y resistida por muchos productores y técnicos.

A continuación se dan algunas bases fisiológicas y se muestran resultados preliminares que sustentan los manejos de formación y poda.

3.6.1. Necesidad de conducir y podar el cultivo

Cada cultivar presenta un hábito de crecimiento particular y su distancia de plantación dependerá de este hábito, así como también del portainjerto, suelo y manejo agronómico a que se somete el huerto. Revisaremos ahora algunos antecedentes del cultivar Hass, por su importancia en Chile.

El cultivar Hass presenta un desarrollo mediano en altura, con crecimiento globoso, por lo que puede plantarse a distancias medias y, considerando su precocidad, en alta densidad. Comúnmente los huertos de palto Hass no tienen una poda de forma-

ción, sino más bien podas de reestructuración, orientadas a dar una forma cercana a eje, copas o multiejes. La búsqueda de una máxima precocidad podría explicar el por qué estos árboles no se intervienen con podas en un principio.

La creciente competitividad del sector frutícola y, principalmente, el factor económico, han motivado la búsqueda de nuevos métodos para inducir precocidad y además lograr, a lo largo de toda la vida de los huertos frutales, altos niveles de producción. La respuesta a esta demanda está dada por un incremento en la densidad de plantación, de modo de lograr una mayor superficie foliar por unidad de superficie cultivada, obteniendo así un mayor nivel de fotosintatos que se traduce en un aumento de la cosecha.

Una adecuada conducción de las plantas ha puesto en evidencia el predominio de los principios fisiológicos sobre los estéticos, en busca de un rápido equilibrio vegetativo/productivo, una precoz entrada en producción y elevados rendimientos por unidad de superficie, sin perjudicar los estándares de calidad del producto. Además, la posibilidad de mecanizar algunas operaciones culturales, la facilidad de adoptar tecnologías de riego localizado y la necesidad de hacer más eficientes las labores fitosanitarias, han convencido a los fruticultores de la conveniencia de adoptar en sus huertos mayores densidades de plantación. El éxito

de estas densidades “no tradicionales” se basa en la conducción de árboles de menor tamaño que el convencional. La premisa de que un árbol de dimensiones reducidas resulta más conveniente, desde el punto de vista económico, que uno de mayor tamaño, ha sido ampliamente confirmada. Esto se basa en la mayor eficiencia y simplicidad en la realización de las tareas culturales, que permiten reducir su costo en huertos frutales constituidos por árboles más pequeños.

La fruticultura moderna promueve una formación de los árboles desde el establecimiento de los huertos. En especies frutales tales como duraznero, ciruelo, cerezos, nogales, manzanos, etc., para lograr plantaciones en alta densidad se han desarrollado diferentes sistemas de conducción, que significan importantes modificaciones estructurales de las plantas, donde los árboles se guían en uno o más ejes, empleando podas invernales y primavera-estivales complementarias. Entre los sistemas de conducción que actualmente se emplean en estas especies se destacan principalmente: eje central, vaso o copa, e Ypsilon. Existen muchos otros tipos pero básicamente son adaptaciones de los señalados.

Hace tan sólo una década, los especialistas en palto postulaban que esta especie no debía ser podada, sino que debía crecer libremente, salvo en el caso de variedades de hábito erecto de crecimiento tales como Bacon, en las que una poda en altura era

justificable dada la dificultad en la cosecha que presentaban estos árboles. También se realizaba este manejo después de cierto tiempo de una helada, con el fin de retirar el material dañado y promover la renovación de la madera productiva. Cabe destacar que los huertos en ese entonces estaban establecidos a distancias de 15 x 15 m con un árbol provisorio en medio, 12 x 12 m, 10 x 12 m, o bien huertos que comenzaban con alta densidad (6 x 5 m), seguido de un raleo de árboles en la diagonal.

Al no existir manejo de poda en estos huertos, el raleo de árboles era imprescindible para evitar el emboscamiento de los huertos, como se denomina a la excesiva densidad de follaje que logra una planta completamente libre y, por lo tanto, evitar una baja considerable en la producción. Sin embargo estos huertos, aunque eran despejados por el raleo, alcanzaban un desarrollo vegetativo que impedía una cosecha rápida y donde la producción se alejaba cada vez más, concentrándose en la periferia de los árboles, lo que significaba una baja productividad por volumen de árbol y además una disminución progresiva de los calibres, al alejarse la fruta de los haces vasculares principales. Por otro lado, el raleo de árboles significaba un costo adicional para el productor y una baja en la producción del huerto, por lo menos durante 2 años.

Debido a los problemas de excesivo follaje y sombreado de los huertos, se comenzó

a introducir la técnica de poda en huertos de palto, comenzando con la poda de rebaje para rejuvenecer huertos adultos de gran altura, o bien para reinjertación de variedades comerciales más interesantes como el cv. Hass. Estas podas violentas permitían una pronta recuperación del follaje bien iluminado y productivo que durante algunos años recuperaba producción y calidad.

También se introdujo la poda de tercios de la altura de la planta, para iluminación de huertos emboscados, situación menos radical que la anterior, pero dentro del mismo estilo de manejo de huertos.

Finalmente se incorporó el concepto de poda de producción en palto, con el fin de mantener forma, iluminación y renovación o multiplicación de madera productiva. Paralelamente se comenzó a considerar la aspersión de reguladores de crecimiento al follaje para controlar vigor y favorecer el equilibrio vegetativo y reproductivo de los árboles.

Actualmente, los huertos de palto poseen marcos desde 6 x 6 m hasta 3 x 5 m, esta última distancia de plantación muestra una tendencia que se ha acentuado en las últimas temporadas de plantación.

Sin modificar el manejo y por el solo hecho de plantar más denso, los productores de palta se encuentran ahora con el problema de poco control del vigor de los árboles, que no dejan de crecer, se cierran unos

con otros, pierden sus lados productivos y presentan gran desarrollo en altura, lo que provoca una disminución en vigor y productividad. Por esto, los huertos emboscados presentan árboles de gran tamaño, centros vacíos, ramas exageradamente largas con derivaciones hacia la periferia, lo que se refleja en un menor diámetro de las ramas que abastecen la porción del árbol en que se encuentra la fruta, por lo que finalmente disminuye el calibre.

Una solución a este problema ha sido la incorporación de la poda como herramienta de control. Sin embargo, como se verá más adelante, la información validada en el país no es la suficiente para resolver todos los problemas enunciados.

Los diferentes sistemas de conducción son la herramienta que podría utilizarse, partiendo con una adecuada densidad, disposición y una buena formación del árbol, lo que a su vez debiera permitir un equilibrio de los árboles en cuanto a distribución de peso y estabilidad estructural. El uso de sistemas de conducción en frutales ha permitido definir claramente la posición de madera estructural y productiva, lo que además permite aclarar y ejecutar podas de producción para renovar madera productiva.

3.6.2. Objetivos de la poda

La poda es la operación a través de la cual se elimina parte de la madera del árbol, con al menos tres objetivos:

- 1) dar una forma y estructura adecuadas para que el árbol produzca fruta de calidad,
- 2) promover la renovación anual de madera que permita mantener producción durante el mayor tiempo posible y,
- 3) mantener la iluminación en el interior del follaje de manera que la fruta se produzca en la zona baja de la planta, facilitando las operaciones de manejo, en especial la cosecha.

La poda en los paltos, como en el resto de los frutales, permite balancear el sistema radical con el aéreo de la planta, desarrollar una adecuada superficie productiva, un adecuado control entre crecimiento vegetativo y la fruta, alcanzando la relación adecuada entre número de hojas y frutos, remover exceso de flores, controlar altura y ancho del árbol y reciclar material productivo permitiendo su desarrollo cerca de ramas principales.

El propósito de la poda, en definitiva, es maximizar la intercepción de luz por el follaje para mantener altas producciones de fruta de calidad en forma constante a través de la vida del huerto.

Estos aspectos no siempre son comprendidos por profesionales y técnicos dedicados al cultivo de esta especie, por lo tanto, de los numerosos estudios que han demostrado las bondades de esta práctica, sólo algunos se han incorporado al manejo de la especie.

3.6.2.1. Conducción

Existen dos tendencias en la conducción de huertos de palto:

A. Árbol estructurado individualmente con ramas madres y secundarias, dispuestas para la penetración de la luz en un sistema de copa, eje central o multiejes.

Esta es la conducción más comúnmente preestablecida (aunque no siempre debidamente realizada) que se propone en Chile.

Durante cuatro temporadas, en estudios realizados por INIA, se evaluó el desarrollo del palto Hass formado en multieje, con distintas intensidades de poda. De estos estudios se puede inferir que, inmediatamente después de la intervención, hay una baja en la productividad. Sin embargo, los tratamientos de poda en Otoño, con una intensidad definida como Suave (eliminación de uno o dos ejes por planta, que mejoran la iluminación interior) y Primavera Severo (eliminación de ejes, chupones y ramas mal ubicadas o emboscadas a lo largo de las ramas estructurales) presentan interesantes cosechas acumuladas, sólo comparables al testigo de verano. Además estos tratamientos presentan una mayor proporción de frutos grandes comparado con el testigo de verano. Los resultados validarían estos manejos de poda para ser implementados en el área.

De los resultados anteriores, aunque parciales, se puede concluir que la poda es indispensable en el mejoramiento de la

FIGURA 14
Cosecha acumulada por tratamientos de poda, años 2001, 2002 y 2003
Localidad de Lo Rojas. Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA

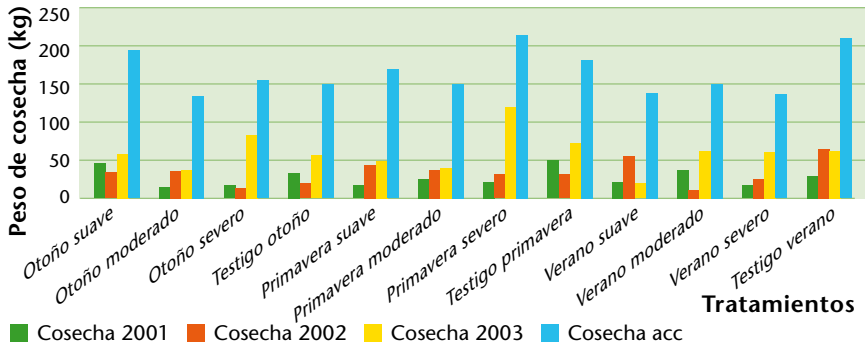
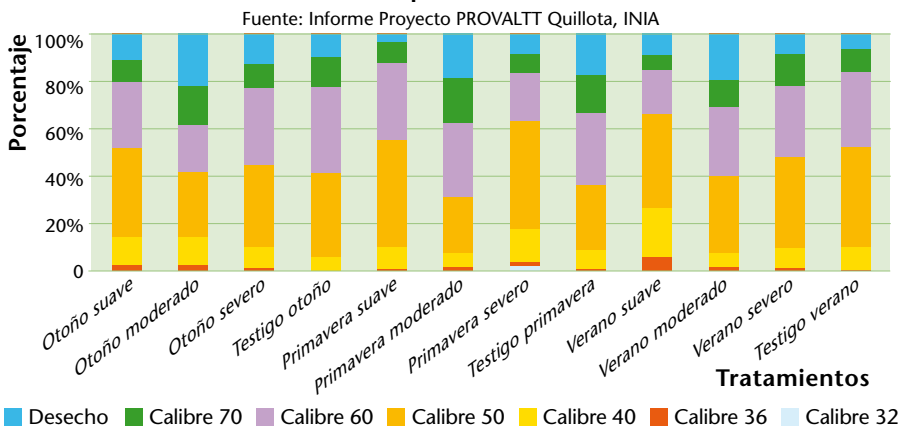


FIGURA 15
Distribución de calibres, promedio años 2001-2002-2003
Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA



iluminación de la planta, a largo plazo. Si bien es cierto que la producción en los primeros años se resiente, esta labor asegura una producción constante y, en definitiva, evita las violentas correcciones que deben realizarse en los huertos no intervenidos sistemáticamente.

B. Conducción en setos. En este sistema, la planta pierde su individualidad y se maneja

una masa de follaje que intercepta la luz en bloque. Esta tendencia es relativamente nueva en el país y se observa un creciente interés por indagar en su funcionalidad.

Durante 4 años el proyecto de validación tecnológica PROVALTT Quillota, estudio tres sistemas de conducción en palto, en los cuales la planta se estructura individualmente. En un huerto establecido en Octubre del

año 2000, en el sector de Los Almendros (Quillota, V Región), se han conducido paltos en los sistemas de Eje (Foto 17), Ypsilon (Foto 18) y Tatura, comparado con plantas sin intervención (control o libre, Foto 19). Los árboles han sido formados mediante desbrotes e intervenciones con poda, combinando con ortopedia de ramas. A continuación se presentan los resultados obtenidos a partir de la producción del año 2003, correspondiente a la primera cosecha de este huerto.

CUADRO 20

Producción por árbol de paltos con diferentes sistemas de conducción

SISTEMAS	TOTAL Kg/ÁRBOL
Control	17,5 a
Ypsilon	17,9 a
Eje	13,3 a
Tatura	2,3 b

Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA

CUADRO 21

Producción por hectárea de paltos con diferentes sistemas de conducción, considerando el marco correspondiente

	Kg/ha (MARCO REAL)
Control 6x6	4,8 bc
Ypsilon 5x3	11,9 a
Eje 5x3	8,8 ab
Tatura 6x2	1,8 c

Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA



Foto 18. Sistema Ypsilon en palto

De acuerdo a lo observado en los primeros resultados de esa primera temporada, el sistema Ypsilon, de acuerdo al rendimiento, se perfila como la mejor alternativa, seguido por Eje, Libre (control) y Tatura en último lugar. La importancia de esta información preliminar es que un árbol intervenido con podas de conducción puede alcanzar la misma producción inicial que un árbol sin formación, lo que permite concluir que árboles conducidos pueden ser igualmente precoces.



Foto 17. Sistema Eje en palto



Foto 19. Sistema Libre en palto

3.6.2.2. Poda

Consiste en la eliminación sistemática del material superfluo que impide la adecuada iluminación de los actuales y futuros centros de producción, controla la altura y disposición de las ramas de estructura, y facilita el acceso a la planta en las operaciones de control de plagas y cosecha.

3.6.2.3. Algunos sistemas de poda en paltos

Entre los mecanismos de poda implementados actualmente en Chile, se pueden mencionar:

- a) Seto piramidal (manual o mecánica) en plantaciones rectangulares
- b) Poda de tercios
- c) Poda de ramas interiores
- d) Poda severa de caras alternas
- e) Poda selectiva

El método correspondiente a la poda de ramas interiores ha sido trabajado en California y Nueva Zelanda, y consiste en abrir el centro de los árboles para que entre luz y obtener un mayor número de frutos por rama. Con este sistema los árboles mantienen su individualidad y forma.

Las podas de caras, de tercios y de seto, son cortes que tienden a acercarse al tronco del árbol, lo cual puede tener muy buenos resultados, siempre que se intervenga el árbol en la época adecuada y se realice una fertilización nitrogenada equilibrada.

Idealmente la época de poda debiera ser antes del crecimiento de brotes de primavera, sin embargo muchas veces el árbol aún presenta fruta, lo que obliga a desplazar el manejo. Es importante que la poda considere la eliminación de chupones y de ramas que oscurecen la entrehilera. Muchas veces la severidad de esta poda obliga a hacer una segunda intervención en verano para multiplicar puntos de floración y evitar que se formen brotes muy largos.

Actualmente el manejo de poda en huertos de palto es una necesidad, considerando la alta densidad de los huertos modernos y que además, el negocio de este rubro pasa por la producción de grandes volúmenes de fruta de buen calibre y una producción constante en el tiempo.

La técnica de poda que mayormente se ha adoptado en Chile ha sido la poda en seto piramidal, de origen israelita, que se realiza con el fin de obtener murallas de producción, dando una forma piramidal a los árboles, con el objetivo de mantener iluminadas las caras de los árboles. Aún existen aspectos que no están claros con respecto al tema de la poda, como por ejemplo, el hecho de que los huertos de palto en su mayoría no tienen poda de formación. En estas condiciones, los árboles crecen naturalmente en una forma globosa desordenada y con la poda piramidal se insiste en lograr una forma en eje por medio de cortes severos que inducen a crecimientos

vigorosos que sólo pueden ser frenados con una segunda poda o con el uso de reguladores de crecimiento.

Considerando lo anterior, cabe plantearse la alternativa de formar árboles desde un principio, y con esto permitir el ingreso de luz hasta el interior de los árboles sin incurrir en podas severas todos los años. Otra alternativa que aparece es podar los paltos tomando en cuenta su crecimiento natural, y adoptar formas más cercanas a multije o copa. En otras especies los sistemas de conducción y poda se realizan tomando en cuenta los hábitos de crecimiento naturales de los árboles, logrando, además de precocidad en la producción, buenos rendimientos y un mayor equilibrio entre crecimiento vegetativo y reproductivo.

La productividad en los huertos de palto es baja considerando el volumen de los árboles, y la cantidad de flores que se producen. Esto está condicionado principalmente por una alta competencia de los eventos fenológicos del palto, acentuada por el estrés hídrico en muchos casos y además por problemas climáticos que se presentan en Chile, como por ejemplo la alternancia de temperaturas altas en el día y bajas en la noche, que impiden una buena cuaja comparado con otros países. Es sensato entonces plantear que es posible aumentar la eficiencia productiva del palto si se favoreciera un mejor aprovechamiento del

volumen productivo de los árboles, como por ejemplo obtener producciones tanto en la periferia como en caras interiores de los árboles. Teóricamente esto sería posible con un sistema de copa o multije.

3.6.2.4. Poda de reestructuración en paltos

Tomando en cuenta los aspectos señalados anteriormente, se evaluó un ensayo de poda en palto en la localidad de Lo Rojas (La Cruz, V Región). El sistema medido consistió en la poda de reestructuración de árboles de palto conducidos libremente, adoptando la forma de multije, mediante el raleo de ramas interiores. En este estudio se realizaron podas de reestructuración en tres épocas: mayo y octubre del año 2000 y enero del 2001. Además se realizaron distintos grados de severidad de poda en las tres épocas. Los grados de severidad fueron: poda suave, que consiste en la eliminación de un eje central más uno o dos brotes vigorosos que impiden el ingreso de luz hacia el centro; poda moderada, que consiste en poda suave más la eliminación de todas aquellas ramas vigorosas que van hacia adentro e impiden una buena distribución de la luz en el centro de los árboles; poda severa, que consiste en poda moderada más la eliminación de brotes externos mal ubicados que impiden una buena iluminación, más la eliminación de "horcajas" y brotes mal ubicados, formando abanicos de producción.

A continuación se presentan los resultados obtenidos considerando la cosecha acumulada de los años 2001 al 2003.

CUADRO 22
Producción y distribución de calibres para cuatro intensidades de poda.
Cosechas acumuladas de los años 2001 al 2003

Tratamiento	Kg/árbol (2001-2002- 2003)	Kg/ cm ² área transversal de tronco.	% Calibre grande (cal 32 y 36)	% Calibre mediano (cal 40, 50 y 60)	% Calibre chico (cal 70 y menores)
Testigo	179,40 a	0,45 a	0,61 a	75,50 ab	23,80 ab
Suave	165,27 a	0,37 a	3,20 a	81,10 a	15,60 b
Moderado	143,33 a	0,33 a	1,60 a	62,90 b	35,40 a
Severo	167,17 a	0,37 a	1,89 a	77,89 a	20,18 b

Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA

CUADRO 23
Índices de área foliar logrado en cuatro intensidades de poda,
para tratamientos de poda de otoño

Tratamiento	22-11-02	10-12-02	09-01-03	11-02-03	24-04-03	24-04-03
Testigo	6,60 a	6,30 a	6,80 a	7,10 a	7,10 a	7,10 a
Suave	4,70 b	4,98 b	5,40 b	6,20 ab	6,30 ab	4,20 b
Moderado	3,80 c	4,10 c	4,30 c	4,98 bc	5,14 b	3,49 c
Severo	3,08 d	3,45 c	3,99 c	4,65 b	5,10 b	2,61 d

Fuente: Informe Proyecto PROVALTT Quillota, INIA

De los datos obtenidos hasta el momento se desprende que no existen diferencias significativas en la producción acumulada entre los diferentes niveles de intensidad de poda realizadas. Sin embargo, se aprecia que tanto la poda suave como la severa presentan una mayor proporción de fruta exportable y una menor proporción de

fruta descartable que el testigo y que el sistema moderado. Este hecho es destacable considerando que el éxito del palto como negocio radica principalmente en el porcentaje exportable de la producción. Con respecto a las épocas de poda, no se observó diferencias significativas entre las épocas de otoño, primavera y verano.

Con respecto al efecto de la poda sobre la introducción de luz en la canopia, los resultados que aparecen en el Cuadro 23 muestran que en el mes de noviembre fue realizada una poda de mantención y que el índice de área foliar fue aumentando en el transcurso del tiempo, hasta realizarse una segunda poda de mantención en abril, momento en que los árboles recuperan su apertura inicial. Cabe destacar que se aprecia claramente las diferencias en el índice de área foliar entre cada intensidad de poda. Como es de esperar, el testigo presenta un mayor índice de área foliar y una baja variación en el tiempo con respecto a los tratamientos de poda.

La poda de raleo de ramas interiores se presenta como una alternativa viable de realizar, considerando podas de mantención en el tiempo, que permitan mantener

la forma abierta lograda con el raleo inicial de ramas. Es interesante la ganancia de fruta exportable y es importante considerar que este tipo de poda permite mantener la producción, sin perder uno o dos años de producción, como ocurre con otros tipos de poda.

La poda suave de primavera parece ser la alternativa más viable, tanto por la apertura del árbol con una menor interferencia en la canopia, como por el menor riesgo a heladas que representa, y por la posibilidad de eliminar madera sin eliminar fruta visible. Es posible que este tipo de poda, complementada con una poda de mantención en verano, permita un equilibrio adecuado de follaje que por una parte logre producir fruta en todas las caras del árbol y permita mantener ésta en el tiempo.

4. Literatura consultada

- Adato, I. and Levinson, B. (1988) Influence of daily intermittent drip irrigation on avocado (cv Fuerte) fruit yield and trunk growth. *Journal of Horticultural Science* 63, 675–685.
- Boletín INIA N° 105, INIA CRI V Región. Plagas en tomate, clavel y palto.
- CIREN. 1997. Estudio Agrológico. V Región, Tomos 1 y 2. Publicación 116.
- CIREN. 2004. Plantaciones frutícolas aumentaron 26,2% en la V Región. <http://www.agricultura.gob.cl/noticias/>
- Coetzer, L.A., Robbertse, P.J. and Janse van Vuuren, B.P.H., (1993). The role of boron in avocados: theory, practice and reality. *South African Avocado Grower's Association Yearbook* 16, 2-4.
- Cowan, A.K, Moore-Gordon, C.S., Bertling, I. and Wostenholme, B.N (1997) Metabolic control of avocado fruit growth. *Plant Physiology* 114, 511- 518.
- Crowley, D. E. and W. Smith. 1995. Soil Factors Associated with Zinc Deficiency in Avocado. *California Avocado Society Yearbook*. 79, 171-183.
- Crowley, D. E., Smith, W., Farber, B. And J. A. Manthey, 1996. Zinc Fertilization of Avocado Trees. *Hort. Science* 31(2):224-299.
- Crowley, D. E., Smith, W., Farber, B. and M.L. Arpaia. 1993. Zinc nutrition of Avocado. *California Avocado Society Yearbook*. 77:95-100.
- Embleton, T.W. and Jones, W.W. (1964) Avocado nutrition in California. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 77, 401–405.
- Embleton, T.W., Matsumura, M., Storey, W.B. and Garber, M.J. (1962). Chloride and other elements in avocado leaves as influenced by rootstock. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 80, 230–236.
- Fernandez Falcon, M., Fox, R.L. and Trujillo, E.E. (1984) Interactions of soil pH, nutrients and moisture on phyto-phthora root rot of avocado. *Plant and Soil* 81, 165–176.
- Ferreya, R., Peralta, J. M., Sadzawka, M. A., Muñoz, C y Valenzuela, J. 1998. Efecto de la Acidificación del Sustrato y del Agua de Riego en la Nutrición, Desarrollo y Producción de Arándano Ojo de Conejo (*Vaccinium ashei* Reade). *Agricultura técnica (Chile)* 61(4):453-458.

- Ferreya, R., Selles, G., Gil, P., Maldonado, P., Cabezas, G., Rodriguez, V. 2001. Diagnóstico de la situación de las plantaciones frutales en cerro. 30 p. Documento Interno, Instituto de Investigaciones Agropecuarias (Publicado en informe de actividades N° 3, año 2001).
- Ferreya, R., Selles, G., Maldonado, P., Celedon J. 2004. Metodología de medición del potencial hídrico en palto (*Persea americana* mill var Hass) para utilizarlo como controlador de riego. Simiente 112. 55 Congreso Agronómico de Chile. Valdivia.
- Gámez, M. 2002. Mercado de las paltas. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). <http://www.odepa.gob.cl>.
- Gardiazabal, F., 1998, Factores Agronómicos a Considerar en la Implantación de un Huerto de Paltos. Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar.
- Gardiazábal, F. 2000. Fertirrigación en Paltos. 1° Seminario Internacional de Fertirriego de Chile. Soquimich Comercial S.A. 28-29 Agosto 2000. Santiago, Chile.
- Gardiazabal, F. y Rosenberg, G. 1991. El cultivo del palto. Universidad Católica de Valparaíso. 201 p.
- Gregoriu, C., Papademetriu, A. and L. Christofides. 1983. Use of Chelates for Correcting Iron Chlorosis in Avocado growing in Calcareous Soils in Cyprus. California Avocado Society Yearbook. 67: 115-122.
- Hernández, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cultivar Hass para la zona de Quillota, V Región. Taller de Licenciatura, Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 99 p.
- Kadman, A. and A. Cohen. 1977. Experiments with Zinc Application to Avocado trees. California Avocado Society Yearbook. 61:81-85.
- Kalmar, D. and Lahav, E. (1977) Water requirements of avocado in Israel. 1. Tree and soil parameters. Australian Journal of Agricultural Research 28, 859–868.
- Lahav, E. 1995. Nutrición del palto, una revisión. Actas del III Congreso Mundial del Palto, 1995 143-159
- Lahav, E. and Kadman, A. (1980) Avocado Fertilization. Bulletin of the International Potash Institute, N° 6. Worblaufen-Bern, Switzerland.
- Lahav, E. and Kalmar, D. (1977). Water requirements of avocado in Israel. 2. Influence on yield, fruit growth and oil content. Australian Journal of Agricultural Research 28, 869–877.

- Lahav, E. and Kalmar, D. (1983). Determination of irrigation regimes for an avocado plantation in spring and autumn. *Australian Journal of Agricultural Research* 34, 717–724.
- Letey, J and Stolzy, L. 1964. Measurement of oxygen diffusion rates with the platinum microelectrode. 1. Theory and equipment. *Hilgardia* 35: 235-283
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press. Londres, Inglaterra. 889 p.
- Mengel, K. and E.A. Kirkby. 1987. *Principles of Plant Nutrition*. International Potash Institute. Bern, Suiza. 687 p.
- Michelakis, N., Vougioucalou, E. and Clapaki, G. (1993) Water use, wetted soil volume, root distribution and yield of avocado under drip irrigation. *Agricultural Water Management* 24, 119–131.
- Salazar-García, S. 2002. *Nutrición del Aguacate, Principios y Aplicaciones*. Ignacio Lazcano-Ferrat, Instituto de la Potasa y el Fósforo A.C. Eds. Querétaro, México. 165 p.
- Smith, T. E.; Asher, C.J.; Stephenson, R.A. and S.E. Hetherington. 1997. Boron Deficiency of Avocado 2. Effects on Fruit Size and Ripening. In: Bell, R.W. and Rerkasem, B. (eds. 9 Boron in soils and Plants. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp.131-137.
- Sterne R.E., Zentmyer, G.A. and Kaufmann, M.R. (1977b) The influence of matric potential, soil texture and soil amendment on root disease caused by *Phytophthora cinnamomi*. *Phytopathology* 67, 1495–1500.
- Stolzy, L.H., Zentmyer, G.A., Klotz, L.J. and Labanauskas, C.K. (1967). Oxygen diffusion, water and *Phytophthora cinnamomi* in root decay and nutrition of avocado. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 90, 67–76.
- USDA, 2003. An overview of national and international production, and import and export markets. <http://www.aphis.usda.gov/ppq/avocados/>
- Valoras, N., Letey, J., Stolzy, L.J. and Fraligh, E.F. (1964) The oxygen requirement for root growth of three avocado varieties. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 85, 172–178.
- Wallihan, E.F., Goodall, G.E. and Embleton, T.W. (1968) Iron chlorosis in relation to irrigation practices. *California Avocado Society Yearbook* 52, 120–124.

- Whiley, A., Pegg, K.G. and J.B. Saranah. 1984. The investigation of Nutrition, pH and Rido-mil on Supression of *Phytophthora* Root Rot in Avocado (a progress report). California Avocado Society Yearbook.68: 179-181.
- Whiley, A.W., Chapman, K.R. and Saranah, J.B. (1988a). Water loss by floral structures of avocado (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte during flowering. Australian Journal of Agricultural Research 39, 457-467.
- Whiley, A.W., Smith, T.E., Saranah, J.B. and Wolstenholme, B.N. (1996) Boron nutrition of avocados. Talking Avocados, 7(2), 12-15.
- Wolstenholme, B.N., Whiley, A.W. and Saranah, J.B. (1990) Manipulating vegetative: reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. Scientia Horticulturae 41, 315-327.
- Zentmyer, G.A. and Richards, S.J. (1952) Pathogenicity of *Phytophthora cinnamomi* of avocado trees and the effect of irrigation on disease development. Phytopathology 42, 35-37.
- Zude-Sasse, M. and Schaffer, B. (2000) Influence of soil oxygen depletion on iron uptake and reduction in mango (*Mangifera indica* L.) roots. Proceedings of the Florida State Horticultural Society 113, 1-4.

Fe de errata: paginas 39 y 77 **dice:** Boletín INIA N° 105, INIA CRI V Región. Plagas del tomate, clavel y palto. **Debe decir:** Vargas, M.R.; Alvear del a F., A. y Olivares, P.N. 2003 Guía de campo: Plagas en tomate, clavel y palto. 67 p. Boletín INIA N° 105 Quillota, Chile.