

Paltos

Francisco Javier Gardiazábal Irazábal

Ingeniero Agrónomo, Fruticultura
Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda

1. Introducción

La superficie nacional dedicada al cultivo del palto (*Persea americana* Mill.) ha pasado de casi 8.000 ha en 1989 a más de 19.000 ha en la actualidad (Cuadro 1), ocupando nuestro país el tercer lugar a nivel mundial en la superficie de paltos del tipo "californiano" (razas guatemaltecas e híbridos), después de México y Estados Unidos. Este fuerte crecimiento, que se mantiene en la actualidad a una tasa de plantación por sobre las 1.000 ha al año, se debe principalmente a su rentabilidad resultado de los buenos precios de exportación y del mercado interno y a sus bajos costos de producción.

Cuadro 1. Superficie y producción de paltos en Chile.

Año	Superficie (ha)			Producción (ton)		
	Hass	Otros	Total	Hass	Otros	Total
1989/90	3.484	3.718	7.202	—	—	36.000
1990/91	4.041	3.708	7.749	—	—	39.000
1991/92	4.945	3.838	8.783	—	—	48.000
1992/93	5.710	3.854	9.564	29.520	12.480	42.000
1993/94	6.324	4.172	10.496	26.000	32.000	58.000
1994/95	7.144	4.375	11.519	32.470	17.530	50.000
1995/96	8.336	4.512	12.048	27.689	27.311	55.000
1996/97	8.457	4.831	13.288	36.401	16.599	53.000
1997/98	12.047	4.850	16.897	35.180	24.820	60.000
1998/99	13.247	5.080	18.327	81.940	32.060	114.000
1999/00*	14.500	5.270	19.770	40.720	32.280	73.000

Fuente: Ciren - Fedefruta - Silva

La producción nacional supera en la actualidad los 60 millones de kilogramos, ocupando el quinto lugar a nivel mundial (Cuadro 2). Sin embargo, se espera que en el corto plazo la producción aumente fuertemente debido a la tasa de plantación actual y al hecho de que una proporción muy importante de la superficie actual aun no alcanzan su máximo potencial de producción. Otro factor que ha hecho que la producción nacional no haya aumentado más fuertemente es el efecto de factores climáticos tales como la sequía que afectó los años 1996 y 1997 y heladas y problemas de cuaja por malas temperaturas en otros años.

Cuadro 2. Superficie, producción y exportaciones de palta de los países productores de palta del tipo californiano.

País	Superficie (ha)	Producción (ton)	Exportación	
			(ton)	(%)
México	93.315	828.900	78.560	9,4
EE.UU.	26.850	179.000	21.680	12,1
Chile	16.900	*70.000	16.740	23,9
R. Dominicana	16.000	155.000	7.000	4,5
Israel	8.000	85.000	45.950	54,0
España	7.500	45.400	36.400	80,9
Sudáfrica	6.000	46.400	32.000	69,0

Fuente: Odepa 1998. * estimación FAO.

La producción nacional se concentra en la V Región con 9.000 ha y en la Región Metropolitana, con 4.000 ha, lo que equivale en conjunto a más del 80% de la superficie nacional (Cuadro 3). Esto se debe, principalmente, a las buenas condiciones del clima en estas zonas. Las limitantes para el desarrollo de plantaciones hacia el sur es el riesgo de heladas y hacia el norte, especialmente a partir de la III Región, y las condiciones de agua y suelos salinos que afectan a este cultivo. En las zonas interiores de la V Región existen las condiciones de clima, suelo y agua como para desarrollar este cultivo. Sin embargo, en zonas con fuerte influencia costera, como La Serena, las temperaturas durante el período de floración y cuaja son insuficientes para tener producciones adecuadas. Esto se repite hacia el sur en casi todas las zonas con una fuerte influencia costera y bajas temperaturas de primavera.

Cuadro 3. Superficie de huertos industriales de palto en Chile.

Unidad	Regiones						Total
	I a III	IV	V	R.M.	VI	VII y VIII	
ha	171	791	9.237	3.672	1.672	33	15.576
%	1,1	5,0	59,3	23,6	10,8	0,2	—

Fuente: ODEPA, 1997.

De la superficie nacional, más del 70% corresponde a la variedad Hass, que actualmente sigue siendo la variedad más plantada. Esto se debe a sus características de producción y calidad de la fruta y a que es la principal variedad de exportación, y la más importante a nivel mundial.

2. Mercados

En la actualidad existen tres grandes mercados para la palta chilena: el mercado nacional, Estados Unidos y Argentina. En el mercado nacional la palta es un producto muy apetecido, teniendo nuestro país el tercer consumo per cápita más alto del mundo, con sobre 2,5 kg, después de México, que tiene sobre 9 kg. En los últimos años, la fruta de la variedad Hass se ha transformado en la más importante, pudiéndose encontrar en el mercado casi todo el año. Sólo en invierno baja su oferta y aumenta la oferta de variedades verdes de buena calidad, como Fuerte, y otras de inferior calidad, como Bacon y Zutano. El principal factor que ha limitado en los últimos años el aumento en el consumo ha sido el precio, debido a una baja oferta, ya que se destina una parte importante de la producción de Hass a la exportación a Estados Unidos. La palta es un producto de una demanda elástica lo que debiera permitir un aumento del consumo en la medida que los precios bajen.

Estados Unidos es el principal mercado de exportación, recibiendo más de 45 millones de kilogramos en la temporada 1998/99. La oferta local en ese país baja entre los meses de agosto a diciembre, pudiéndose exportar durante este período con muy buenos resultados económicos. Se compite casi únicamente con producción tardía californiana y este es el principal factor, junto con la oferta chilena, que define los resultados económicos que se obtienen. En los últimos años se ha empezado a ver fruta neozelandesa entre septiembre y octubre y, a partir de noviembre, se compite con México en 19 estados del noreste a los que este país está autorizado a exportar.

Argentina ha sido un mercado muy poco explotado por Chile y que requiere ser desarrollado, esto no ha podido ser llevado a cabo debido a la baja oferta nacional y, por ende, altos precios. Sin embargo, se trata de un mercado con un gran potencial por su tamaño y su bajo consumo per cápita, que es inferior a 250 gr. La producción local es reducida, se concentra entre otoño e invierno y en las últimas temporadas se ha comenzado a importar fruta mexicana.

3. Clima

La temperatura es el factor climático más importante en la producción de paltas al afectar la cuaja y producción con los consiguientes daños y pérdidas por heladas.

- **Temperaturas bajas.** Por ser un árbol de hoja persistente, que no entra en un receso profundo en invierno, el palto es sensible a las heladas. En cuanto al daño que se produce, inciden en éste no sólo las temperaturas que se alcanzan, sino que también la duración de éstas. La tolerancia al frío según las razas de paltos se indica en el Cuadro 4, donde se puede observar que las variedades más tolerantes son las de raza mexicana.

Cuadro 4. Resistencia al frío de árboles de las tres razas de palto.

Tipo de Planta	Raza		
	Antillana	Guatemalteca	Mexicana
Planta Joven	-1° a -2° C	-2° a -4° C	-3° a -4° C
Planta Adulta	-1° a -4° C	-3° a -5° C	-4° a -7° C

Además, existen diferencias muy importantes en la sensibilidad de la fruta al frío dependiendo de la variedad, lo que se muestra en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Tolerancia al frío de diferentes variedades de palto.

Variedad	Raza	T ^o mínimas (° C)
Hass	Mayormente Guatemalteca	-1,1
Fuerte	Mexicana x Guatemalteca	-2,7
Zutano	Mayormente Mexicana	-3,3
Edranol	Guatemalteca x Mexicana	-3,3
Bacon	Mayormente Mexicana	-4,4
Negra La Cruz	Mayormente Mexicana	-4,4

Entre los tipos de heladas se encuentran las de radiación, que se deben a una rápida pérdida de temperatura desde el suelo en noches despejadas, sin viento y baja humedad relativa, y las de advección o polares, que son provocadas por masas de aire frío que se desplazan por zonas puntuales. Estas últimas son menos frecuentes pero más peligrosas y con menos alternativas de protección. Existen métodos, tanto pasivos como activos, para la defensa del cultivo de las heladas, entre los que podemos mencionar:

• Métodos pasivos

- Elegir las variedades adecuadas de acuerdo a los riesgos de heladas en el lugar de implantación del huerto.
- Hacer plantaciones en pendientes y cerros para facilitar la evacuación del aire frío (Foto 1).
- Eliminar barreras, tales como cortinas cortavientos densas o cercos vivos altos, que eviten el drenaje del aire frío.
- Mantener el suelo sin laboreo y libre de malezas, condiciones que aíslan el suelo y evitan que éste se caliente de día y que entregue radiación de noche.
- Mantener el suelo húmedo, ya que con esto tiene una mejor capacidad de conducción térmica y, por tener un color oscuro, absorbe más calor durante el día.
- Evitar podas de otoño – invierno y cualquier manejo que cause un estrés en los árboles, ya que esto los hace más sensibles.

Foto 1. Plantación en ladera de cerro, una forma de defensa contra heladas.

• Métodos activos

- Usar calefactores que se prenden durante las heladas.
- Usar ventiladores que cubren una superficie de 3 a 5 ha y que en heladas de radiación mezclan el aire ubicado en la parte superior a la capa de inversión – que tiene temperaturas más altas – con el aire frío de la parte baja.



- **Temperaturas en floración.** Los paltos son muy exigentes en cuanto a las temperaturas durante la floración y cuaja y éstas influyen sobre el proceso de fructificación de diferentes formas. Los paltos presentan naturalmente una dicogamia protogínea, lo que significa que la flor abre primero en estado femenino, luego cierra, para posteriormente abrir al estado masculino. Las variedades se clasifican según su dicogamia en variedades tipo A, que abren en la mañana en estado femenino, luego cierran y abren nuevamente en la tarde del día siguiente al estado masculino. Hass, Mexícola, Gwen y Esther son algunas de las variedades que pertenecen a este grupo. Las del tipo B abren al estado femenino en la tarde, cierran en la noche y abren nuevamente al estado masculino en la mañana siguiente. Edranol, Zutano, Bacon y Negra La Cruz, son del tipo B. Cuando el clima de primavera es fresco e irregular, estos ciclos se desordenan, encontrándose flores masculinas y femeninas al mismo tiempo en el mismo árbol, lo que favorece la polinización y cuaja. Esto es lo que ocurre en la zona de Quillota y en otras áreas de clima primaveral inestable.

Otro efecto de bajas temperaturas en floración es que, en caso de temperaturas diurnas inferiores a 17° C, sólo un porcentaje muy reducido de flores abre al estado femenino y muchas de ellas abren de noche. Asimismo, con temperaturas inferiores a 14° C, la actividad de las abejas es mínima, lo que dificulta la polinización. Finalmente las temperaturas afectan el desarrollo del tubo polínico, y en casos de bajas temperaturas, a pesar de poder ocurrir la polinización, el tubo polínico no alcanza a desarrollarse como para permitir fecundar el óvulo, lo que lleva a una caída del fruto en los primeros estados de desarrollo o a la producción de fruta sin semillas o "paltines".

Las temperaturas mínimas para tener fecundación son, para cultivares del tipo B, de 25° C de día seguidas de noches con temperaturas superiores a 10° C. En el caso de cultivares del grupo A, los requerimientos no son tan altos, bastando temperaturas diurnas de entre 23 a 27° C, seguidas de noches con más de 10° C. En la zona de Quillota se requieren, al menos, 15 días con estas temperaturas mínimas durante los dos meses de floración (octubre y noviembre) para tener una cuaja adecuada.

- **Humedad Relativa.** La humedad relativa afecta la viabilidad de los granos de polen y a la receptividad de los estigmas (parte femenina de la flor). En condiciones de humedad relativa inferior a 50%, el tiempo en que se mantiene receptivo el estigma se reduce considerablemente, con lo que la polinización debe ocurrir en un tiempo más limitado. Además, la viabilidad de los granos de polen también se reduce considerablemente con una humedad relativa inferior al 50%.
- **Viento.** El efecto del viento es tanto sobre el desarrollo de las plantas, especialmente nuevas y más expuestas, como sobre la polinización y cuaja y sobre la calidad de la fruta. Los paltos cuando adultos se protegen relativamente bien del viento, sin embargo, cuando son nuevos el viento puede disminuir su desarrollo y deformar su estructura. Afecta la cuaja ya que puede reducir las temperaturas, afectar la actividad de las abejas u otros insectos polinizadores y hace que los estigmas se sequen más rápidamente y se reduzca el tiempo que permanecen receptivos. Además afecta la fruta recién cuajada, que puede caer por problemas de estrés ante vientos fuertes, y también al producir cicatrices y "russet" en la piel (Foto 2). Finalmente, cuando se guarda fruta en los árboles para cosechas tardías el viento puede producir caídas importantes. Para evitar estos daños se usan barreras corta vientos naturales o artificiales (Foto 3).

Foto 2. Frutos de Hass dañados por viento.



Foto 3. Barreras corta vientos naturales en sectores planos y con pendientes.



4. Suelo

El suelo es un importante factor que puede limitar el crecimiento y producción de paltos.

- **Drenaje.** Debido a la sensibilidad del palto a la asfixia radicular, el factor más importante del suelo es su drenaje.
- **Textura.** Los suelos más adecuados para paltos son los francos a arenosos, siendo el ideal el franco-arenoso, con estructuras que permitan el buen drenaje y aireación a nivel de raíces. En suelos franco-arcillosos o pesados es importante poder controlar los excesos de agua y regular muy bien los riegos para no afectar el estado de las raíces.
- **Profundidad.** En cuanto a profundidad, el palto no requiere de grandes profundidades de suelo debido a que el sistema radicular es superficial. Esto se hace evidente en las plantaciones de cerros, en que con suelos de 35 cm de profundidad se logran muy buenos resultados con paltos. El problema en suelos planos es que con profundidades de este tipo no se logra evacuar cualquier exceso de agua y fácilmente se puede producir asfixia, por lo que se requieren suelos de al menos 1 m de profundidad.
- **Pendiente.** En el caso de los cerros, con pendientes superiores a 20%, los excesos de agua se evacúan más rápido y sobre el 50% la evacuación del agua es fácil y es difícil que se produzca asfixia, incluso con suelos franco-arcillosos. Las características de suelo también afectan los manejos de riego, lo que se discutirá más adelante.
- **Materia orgánica.** Los contenidos de materia orgánica son importantes debido a su efecto sobre la estructura del suelo y, por lo tanto, aireación, que tiene a su vez efecto sobre la sanidad de las raíces ya que se observa un mejor desarrollo de estas en suelos con altos contenidos de materia orgánica y menores incidencias de enfermedades fungosas como *Phytophthora*. Debido a que el desarrollo de las raíces es muy superficial (en forma natural más del 50% de las raíces se concentran en los primeros 30 cm de suelo) los paltos pueden aprovechar la materia orgánica que se encuentra en la superficie del suelo y, desde este punto de vista, la capa de hojarasca que en forma natural se forma bajo los árboles es de vital importancia para el desarrollo radicular. Esto hace que aplicaciones superficiales de materia orgánica o en forma de "mulch" sean beneficiosas y puedan favorecer el desarrollo radicular sin tener que incorporarlas en profundidad como en otros cultivos, con los problemas de rotura

de raíces que esto conllevaría. Sin embargo, al hacer aplicaciones de guano o materia orgánica se debe considerar, además del costo, características tales como salinidad, pH, contenidos químicos de las enmiendas, etc., ya que se puede dañar directamente el sistema radicular superficial de los árboles.

- **Condiciones fisicoquímicas.** Se deben considerar la salinidad (medida como conductividad eléctrica y concentración de sales) y el pH como los principales factores. En salinidad, se observan reducciones de cosecha del 10% cuando la conductividad eléctrica del suelo (medida en el extracto de saturación) alcanza 2 mmhos/cm. En cuanto a cloruros, principal ion que afecta la salinidad en Chile, las variedades de las razas mexicana y guatemalteca toleran hasta 5 meq/lit mientras que la raza antillana tiene una tolerancia de 8 meq/lit. Sin embargo, la salinidad del agua es normalmente el factor más complicado en Chile. Finalmente el pH ideal para los paltos es de 5,5 a 6,5 y con pH superior a 8 empieza a mostrar problemas, especialmente de deficiencias de hierro por la presencia de carbonatos en el suelo. Los problemas de carbonatos empiezan a partir de valores de 2% de caliza activa.

5. Agua

- **Períodos.** Los períodos más importantes de necesidades de agua para no afectar la producción son: durante los procesos de floración y cuaja en primavera, y durante el verano, cuando la fruta está en los primeros estados de desarrollo y la demanda atmosférica es máxima.
- **Calidad.** En cuanto a la calidad del agua los paltos presentan problemas a partir de niveles de salinidad (conductividad eléctrica) superiores a 0,75 mmhos/cm y con niveles de cloruros en el agua superiores a 3,3 meq/lit o 120 ppm y niveles de boro superiores a 0,2 meq/lit. Los niveles de salinidad son un problema en Chile, en los valles regados con aguas del Maipo y Mapocho, donde los niveles de salinidad fluctúan entre 1,2 hasta 2,0 mmhos/cm, dependiendo de la zona, época del año y temporada (Foto 4).



Foto 4. Hojas de palto Hass severamente dañadas por sales.

6. Variedades

La principal variedad tanto en Chile como a nivel mundial es Hass (Foto 5). Se caracteriza por ser una fruta de muy buena calidad, negra cuando madura, de piel gruesa y rugosa y semilla relativamente pequeña. Es de una cosecha muy amplia, encontrándose casi todo el año en el mercado. En el Cuadro 6 se indican los períodos de cosecha de diferentes variedades cultivadas en Chile.

Cuadro 6. Distribución de cosechas de diferentes variedades de paltas en Chile.

Variedad	Ene.	Febr.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
Hass												
Fuerte												
Bacon												
Zutano												
Edranol												
N. de La Cruz												
Gwen												
Esther												

Foto 5. Fruto de la variedad Hass.

La otra variedad de piel negra es Negra La Cruz, una variedad principalmente de raza mexicana, de piel lisa, brillante y delgada. Esta variedad tiene un mercado interno atractivo por la fecha de cosecha pero no es de calidad comparable a Hass. El resto de las variedades indicadas son de fruta de color verde, que las hace normalmente tener menores precios, siendo Fuerte, Edranol, Gwen y Esther de muy buena calidad, y Bacon y Zutano de pobre calidad organoléptica.

7. Propagación

En Chile la propagación se hace con portainjertos de semilla, especialmente Mexícola, a diferencia de otros países como Sudáfrica y Estados Unidos en que se usan portainjertos clonales. Si bien la propagación con semillas es más barata, fácil y rápida, existe una gran variabilidad entre los árboles y no se puede controlar las características del portainjerto como en el caso de la propagación clonal. Sin embargo, la limitante de la pudrición de raíces causada por la *Phytophthora* que ha impulsado la propagación clonal en otras zonas no es un problema importante en Chile, por lo que no ha habido mayor interés en desarrollarla. Si en el futuro se contase con portainjertos clonales que demuestren ser mejores productores, tanto en cantidad como en calidad, o que demuestren claramente ventajas por sobre portainjertos de semilla, la situación debería cambiar.



8. Plantación

El marco de plantación para un huerto depende de las características de la variedad a plantar y de las condiciones de cultivo que influyen en el crecimiento y tamaño final del árbol. En la actualidad se pueden apreciar grandes cambios en el diseño de huertos y en el manejo del tamaño de los árboles.

- **Distancia y densidad.** Tradicionalmente en Hass, se usaban distancias iniciales de 6 x 6 a 8 x 8 m ya que se esperaba que los árboles alcanzaran un gran tamaño. Incluso, en la medida que los árboles crecían y se juntaban, se procedía a eliminar árboles, llegándose a distancias de 12 x 12 m o incluso más. Si bien estos huertos pueden ser muy productivos, el calibre tiende a ser menor y los manejos son más complicados. Buscando una entrada en producción más rápida y un sistema de manejo más simple, se ha empezado a trabajar con huertos más densos y con poda para el control del tamaño de los árboles. Una alternativa es empezar con densidades dobles, plantando árboles adicionales en quince¹ y llegando a densidades de 555 árboles/ha. Con esto, se logra entrar rápidamente en producción y adelantar la recuperación del capital, sin embargo, lo más probable es que finalmente se deba eliminar los árboles supernumerarios. Esta técnica se ha utilizado con éxito, especialmente en cerros, y actualmente muchos ensayos de poda y alta densidad se están realizando en estos huertos. Otra alternativa es la plantación en rectángulos con la finalidad de manejar hileras de producción y entre hileras que permitan circular con maquinaria y la entrada de luz. Se usan marcos de plantación para Hass de 6 x 4 a 7 x 3,5 m y se trabaja con poda. En estos casos la forma del árbol debiera ser piramidal y angosta, para evitar la falta de luz en el interior y, por lo tanto, la pérdida de ramas y producción. Tampoco el follaje debe ser muy denso ya que las ramas compiten entre ellas y se sombrean. En árboles de hábito de crecimiento erecto tales como Bacon, Zutano y Edranol, o árboles semienanos como Esther y Gwen, se pueden usar distancias más cortas, como 6 x 3 a 5 x 2,5 m.

9. Polinizantes y polinizadores

- **Polinizantes.** Un factor importante en el momento de plantar un huerto, es el incorporar variedades polinizantes. Si bien bajo las condiciones del país no se requiere combinar variedades de tipo A con variedades de tipo B, ya que la dicogamia no se da tan ordenadamente, se ha observado que al combinar variedades se logran mejores producciones, lo que estaría relacionado a la calidad y cantidad de polen disponible. Desde este punto de vista, se ha visto que la variedad Hass es un débil autopolinizante, posiblemente debido a un problema de calidad de polen. En estudios hechos en Chile se ha visto que variedades tales como: Edranol, Zutano y Bacon tendrían una mejor capacidad de cuajar y producir fruta en Hass. En cuanto a la densidad de las variedades polinizante usadas se están efectuando una serie de ensayos al respecto en Chile. Actualmente se usan densidades que van de 5 a 11%, dependiendo de los marcos de plantación y condiciones climáticas durante floración. El criterio es distribuir los polinizantes de tal manera de que no haya árboles de Hass a más de 18 m del polinizante e idealmente, que en todas las entrehileras existan polinizantes, ya que las abejas tienen la tendencia a moverse a lo largo de las entrehileras si los paltos forman una pared de producción densa en la sobrehilera.
- **Polinizadores.** Además del uso de polinizantes son muy importante las abejas para que haya una buena polinización y cuaja. Lo ideal es disponer de 10 colmenas en buenas condiciones por hectárea durante los meses de floración (septiembre a noviembre).

¹ Sistema de plantación que contiene un árbol en el centro del cuadrado.

10. Riego

Como se mencionó anteriormente, los paltos son muy sensibles a la asfixia radicular y poseen un sistema radicular muy superficial. Estos factores, junto con el estado fenológico y la demanda atmosférica, son muy importantes de considerar al definir el sistema y programa de riego que se usen. Debido a que no se puede controlar bien la cantidad de agua que se aplica y que es fácil producir asfixia radicular, aunque sea por períodos reducidos, los sistemas de riego tradicional no son muy efectivos para maximizar la producción en paltos.

- **Sistemas de riego.** Debido a su sistema radicular extensivo y superficial es necesario mojar una proporción importante de la superficie del suelo en los huertos de palto, por lo que se ha preferido el uso de riegos por tendido o por tazas en riegos tradicionales y sistemas de microaspersión por sobre goteo en riegos tecnificados.
- **Propagación y control de riego.** Para la programación y control del riego, se usan idealmente combinados, tensiómetros y bandejas evaporimétricas Clase A. Los tensiómetros permiten controlar las condiciones de humedad en el suelo y se puede programar el riego de acuerdo a los niveles de agotamiento de agua en el suelo que se desee. Es así como en riegos por microaspersión se debiera regar cuando los tensiómetros alcancen 35 - 45 cb, subiendo estos valores a 45 - 55 cb en invierno. En caso de suelos de texturas arenosas se debieran usar los valores menores y en suelos pesados los mayores. Los tensiómetros más importantes son los de 30 cm de profundidad, donde se concentran la mayoría de las raíces, sin embargo, en árboles grandes, es recomendable adicionar tensiómetros de 60 y 90 cm de largo para controlar las humedades en profundidad. Es esencial que los tensiómetros estén instalados en zonas donde haya raíces activas y del lado norte de árboles sanos. La desventaja del uso de los tensiómetros es que indican lo que está pasando en una porción muy reducida de suelo, que no necesariamente representa lo que realmente ocurre en todo el huerto. Además son instrumentos no muy precisos y no necesariamente confiables.
- **Cálculo de necesidades de agua.** Multiplicando la lectura de la bandeja evaporimétrica (en mm/día) por el Coeficiente de Bandeja (Kb) se obtiene un valor de evaporación (ETo) que indica la pérdida de agua de una pradera o cobertura vegetal en las condiciones climáticas en que se encuentra. Este valor, multiplicado por el coeficiente de cultivo (Kc), particular para cada cultivo, y dividido por la eficiencia de riego (Ef), permite calcular las necesidades de riego del cultivo (NR). Esto se resume en la siguiente fórmula:

$$NR = \frac{ET \times KC}{Ef}$$

- **Programación del riego.** La programación del riego usando una bandeja evaporimétrica permite adaptarse directamente a las demandas atmosféricas diarias de una zona, haciendo más preciso el programa de riego, pudiéndose programar mejor las frecuencias y los tiempos de cada riego. La desventaja de este método es que se basa en algunas estimaciones y factores como el Kb, Kc y la eficiencia, que se deben adaptar a cada huerto y con los que no existe mucha experiencia en Chile. Para usar este sistema de programación se usa una bandeja evaporimétrica clase A o un sistema que determina la evaporación (ETo) según el método de Penman. Con este valor se calculan las necesidades de riego según la fórmula anterior. Los Kc utilizados en Chile están basados en trabajos californianos y se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Coeficiente de cultivo (Kc) para paltos.

Mes	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Kc	0,58	0,58	0,58	0,65	0,72	0,72	0,65	0,65	0,58	0,58	0,52	0,52

Es necesario que en la programación de riego se trate de mantener uniforme la duración de los riegos, de tal manera de mojar siempre una profundidad de suelo similar, y ajustar la frecuencia a las variaciones en la demanda. Además es importante el permitir una buena aireación del suelo, distanciando los riegos lo suficiente como para que esto ocurra. En diferentes trabajos se ha determinado que los mejores resultados con riegos por microaspersión en suelos francos, se obtienen cuando se riega cada 7 días en los meses de mayor demanda.

11. Fertilización

En Chile las necesidades de fertilización en paltos normalmente se limitan a nitrógeno, boro y zinc. En el caso del nitrógeno, es importante el controlar muy bien las aplicaciones, ya que tanto la falta como el exceso, tienen efectos directos sobre la producción.

- **Exceso de nitrógeno.** En el caso de excesos de N se produce una competencia entre crecimientos vegetativos y frutos en desarrollo, que disminuye la cuaja. Debido a ello, además del uso de análisis foliares, cuyos estándares se muestran en el Cuadro 8, es importante observar el vigor del huerto, los niveles de floración y la producción esperada. Dependiendo de esto se recomiendan fertilizaciones medias de 180 un/ha de nitrógeno, pudiendo fluctuar entre 120 un o menos, en caso de árboles con exceso de vigor y baja producción, hasta 240 un o más, en el caso de árboles débiles y/o con alta producción. Las fechas de aplicación también se deben ajustar de acuerdo a la floración, vigor y condiciones de cuaja. En años de altas floraciones, buenas condiciones de cuaja o en el caso de árboles viejos o débiles, es recomendable aplicar parte de este elemento en plena floración (octubre), mientras que en el caso de floraciones bajas, malas condiciones de cuaja o árboles vigorosos es recomendable atrasar la fertilización a enero, cuando los frutos nuevos tengan entre 1,5 a 2 cm de diámetro ecuatorial. Además, es recomendable aplicar de un 20 a un 40% de la dosis en otoño para favorecer los niveles de reservas. Sin embargo, esto se debe ajustar a las condiciones del huerto.

Cuadro 8. Guía de Análisis Foliar para diagnosticar el nivel de nutrientes en paltos.

Elemento		Deficiente	Bajo	Normal	Alto	Exceso
N (Hass)	%	< 1,40	1,41-2,19	2,20-2,40	2,41-2,70	> 2,71
N (Fuerte)	%	< 1,30	1,31-1,69	1,70-2,00	2,01-2,49	> 2,50
N (otros)	%	< 1,30	1,31-1,89	1,90-2,20	2,21-2,49	> 2,50
Fósforo	%	< 0,05	0,06-0,07	0,08-0,15	0,16-0,24	> 0,25
Potasio	%	< 0,35	0,36-0,74	0,75-1,25	1,26-2,24	> 2,25
Calcio	%	< 0,50	0,51-0,99	1,00-2,00	2,01-2,99	> 3,00
Magnesio	%	< 0,25	0,26-0,39	0,40-0,80	0,81-0,99	> 1,00
Sodio	%	—	—	0,01-0,06	0,07-0,24	> 0,25

Elemento		Deficiente	Bajo	Normal	Alto	Exceso
Azufre	%	< 0,05	0,06-0,60	0,20-0,60	0,61-0,99	> 1,00
Cloro	%	—	—	0,07-0,23	0,24	> 0,25
Cobre	ppm	< 3,00	4	5-15	16-24	> 25
Hierro	ppm	< 40	41-49	50-150	151-249	> 250
Manganeso	ppm	< 19	20-49	50-250	251-749	> 750
Molibdeno	%	< 0,01	0,02-0,04	0,05-1,00	—	—
Cinc	ppm	< 20	21-24	25-100	101-299	> 300
Boro	ppm	< 14	15-29	30-50	51-99	> 100

- **Deficiencia de Zinc.** La deficiencia de zinc se reconoce por presentar fruta más pequeña, lisa y redondeada, además de hojas más pequeñas y con clorosis intervenal difusa y brotes cortos. Se presenta especialmente en zonas con falta de zinc en el suelo o por encontrarse bloqueado, o después de heladas o pérdidas importantes de follaje. Se corrige con aplicaciones foliares de sulfato de zinc al 0,18% con follaje nuevo (de color rojo) en noviembre y abril.
- **Deficiencia de Boro.** Su deficiencia se muestra como una deformación de la fruta que presenta un cuello torcido o curvo y la inserción del pedúnculo es lateral (Foto 6). Pareciera que no habría efectos sobre la producción con niveles inferiores a 30 ppm. Su corrección se hace con aplicaciones de ácido bórico, localizadas en el suelo en dosis de 60 a 80 kg/ha, aplicados un 80% en octubre y el resto en marzo. Las aplicaciones foliares, recomendadas en países con condiciones de producción diferentes, no han sido efectivas en Chile para elevar significativamente los niveles foliares de este elemento ni para aumentar cosechas.



Foto 6. Frutos de Hass con deficiencia de boro, con inserción de pedúnculo lateral.

12. Control de Malezas

Debido a que los paltos tienen un sistema radicular superficial, las malezas agresivas pueden competir fuertemente con ellos. Sin embargo, en forma natural las malezas no se desarrollan bajo el follaje de los paltos, por lo que éste es un problema secundario en huertos adultos. Además de la competencia por agua y nutrientes, las malezas tienen un efecto negativo en caso de heladas, evitando que el suelo se caliente de día y que libere su radiación de noche. Debido a lo anterior es importante controlar malezas, lo que se debiera hacer siguiendo un programa de control químico, ya que el uso de rastrajes produce daños graves a nivel de raíces. Los paltos son, en general, muy tolerantes a herbicidas y, por ejemplo, se puede usar Simazina, en dosis de 2 a 4 kg/ha i.a. desde el momento de plantación (Foto 7). Asimismo, en el primer año, mientras la madera del tronco es verde, se pueden producir daños importantes al usar herbicidas de contacto. Los posibles productos

a usar: Paraquat (Gramoxone) o una mezcla de Paraquat + Diquat (Farmon), en dosis de 1,5 a 3 lt de producto comercial por ha. Distintos herbicidas sistémicos se pueden utilizar para controlar malezas perennes, como:

Foto 7. Aplicación de Simazina en banda en plantaciones jóvenes en cerro.



- **MCPA** (MCPA 750, Hedonal M 750 y U 46 M), producto utilizado contra correhuela y otras malezas de hoja ancha; hay que tener cuidado en su uso, aplicando sin viento y con temperaturas menores a 21° C. Las dosis usadas son de 150 a 200 cc i.a. por cada 100 lt de agua, aplicando entre 200 a 300 lt/ha de solución.
- **Glifosato** (Glifos 480, Glyphogan 480, Rango 480, Roundup y Roundup Max), excelente herbicida para el control de muchas malezas, pero especialmente para chépica, maicillo y gramíneas en general, además de falso té. Se usan distintas dosis según el volumen de agua a utilizar y a las malezas existentes, para las más difíciles de controlar, como chépica, se usa 2,5 a 3 lt/ha i.a., para el resto, basta con 1,5 a 2 lt/ha i.a., aplicando una mezcla de 200 a 300 lt/ha de agua.
- **Aminotriazol** (Amizol 90, Azolan 50, Azolan 500 y Azote Plus), este herbicida da excelentes resultados contra malezas como pila-pila y malva. Las dosis comúnmente utilizadas van de 700 a 900 gr/ha i.a., en 200 a 300 lt/ha de solución.

Es importante considerar que, antes de aplicar estos herbicidas en huertos destinados a la exportación, se considere el registro que tienen algunos de estos productos, o solamente utilizarlos en huertos que aún no entran en producción.

13. Principales Plagas y Enfermedades

En general, los paltos presentan muy pocos problemas de plagas y enfermedades y sólo ocasionalmente se deben hacer controles o manejos al respecto.

- **Enfermedades.** A nivel mundial la pudrición de raicillas o Phytophthora, causada por *P. cinnamomi*, es el problema sanitario más importante y, en algunos casos, de un impacto mayor. Sin embargo, en Chile esta enfermedad no se presenta con la severidad y efecto que provoca en California, Sudáfrica, Australia u otros países, a pesar de estar ampliamente difundida. En el país se presenta como enfermedad en huertos con problemas de suelo, exceso de agua o problemas de manejo y la solución pasa principalmente por controlar los factores predisponentes. Sin estas condiciones es raro que este hongo, que convive con árboles sanos, se convierta en una enfermedad. Para el control de Phytophthora se usan inyecciones al tronco de ácido fosforoso, neutralizado con hidróxido de potasio (en concentraciones de entre 7 a 20%), con buenos resultados. Estas aplicaciones se deben realizar al inicio de los crecimientos radiculares que se dan en noviembre y a partir de marzo. También es importante eliminar la

fruta, hacer aplicaciones de materia orgánica bajo el follaje, recortar parte del follaje y tomar cualquier medida que mejore la condición del sistema radicular.

- **Plagas.** En Chile el palto es muy poco afectado por las plagas y ello principalmente por el hecho de que existe en el país una gran cantidad de enemigos naturales, como parasitoides y depredadores. Entre las plagas que se pueden mencionar está la araña roja del palto (*Oligonychus* y *othersi*), el chanchito blanco (*Pseudococcus longispinus*), el Trips del palto (*Heliothrips haemorrhoidalis*) y las escamas blancas (*Aspidiotus nerii* y *Hemiberlesia rapax*). De los anteriores sólo la araña roja y el Trips son necesarios de controlar si superan un cierto nivel de daño, y el resto tiene un control natural muy efectivo.
 - **Araña roja.** La araña roja es una de las plagas más recurrentes en paltos. Esta se desarrolla sobre la cara superior de las hojas, a lo largo de las nervaduras. Este problema se inicia normalmente en los bordes de los caminos, donde el follaje está cubierto de polvo, lo que favorece el desarrollo de esta plaga al afectar la acción de los enemigos naturales. Normalmente el control natural llevado a cabo principalmente por *Sthethorus histrio* y *Oligota pygmaea* es muy eficiente y mantiene la plaga bajo los umbrales de daño económico. Sólo cuando este control no se encuentra o se ve afectada su acción, la araña pasa a ser un problema. En estos casos se controla con aplicaciones al follaje de aceite a 1%, teniéndose la precaución de bajar las dosis a un 0,7% en el caso de variedades como Bacon y Gwen, que son muy sensibles al aceite. Otra alternativa es el uso de azufre mojable, sin embargo, este producto tiene un efecto más negativo sobre enemigos naturales que el aceite y sólo es efectivo al aplicarse en condiciones de temperatura superiores a los 24° C y menores a 32° C. Un control preventivo efectivo es el mantener los árboles con su follaje limpio de polvo, especialmente al borde de los caminos.
 - **Trips.** En el caso del Trips, es necesario controlar con insecticidas en caso de detectarse focos ya que no tiene un control natural efectivo. La sensibilidad a esta plaga es muy variable entre variedades, siendo la variedad Esther muy sensible y casi todos los años puede presentar algún problema. Para su control se usa Metomilo (*Lannate*, *Metomil*, *Nudrin* o *Balazo*), en dosis del 0,03% de ingrediente activo.

14. Situación Económica

En los últimos años el cultivo del palto ha sido de alta rentabilidad, lo que ha impulsado una fuerte expansión. Además de la buena situación de mercado, presenta otras ventajas tales como sus bajos costos de manejo, poco requerimiento de mano de obra, períodos de cosecha amplios y la posibilidad de usar suelos con altas pendientes, no posibles de plantar con otros frutales. En los cuadros 9 y 10 se indican datos de costos de implantación y costos directos de producción.

Cuadro 9. Costos Directos de implantación por hectárea.

Item	Unidad	Costo	N°/ha	\$/ha
Sist. Riego (microaspersión)	-	1.478.000	1	1.478.000
Camellones	-	650.000	1	350.000
Costo de las plantas	por planta	2.650	416	1.102.400
Hoyadura, plantar y tapar	por planta	135	416	56.160
Fertilización de base	por planta	78	416	32.448
Tutorar	por planta	335	416	139.360
Varios e imprevistos	5% de los costos	164.720	1	157.918
Costo directo de implantación por ha				3.316.286

Cuadro 10. Costos de producción por hectárea.

Items	(\$/ha)
Mano de obra	520.000
Fertilización	82.000
Control de malezas	38.000
Control de plagas y enfermedades	32.000
Maquinaria y herramientas	34.000
Polinización	75.000
Costos Varios	125.000
Imprevistos	45.000
Total	951.000

Bibliografía

- Gardiazabal, F. 1995. Lo que viene: Poda en paltos. *Empresa y Avance Agrícola*. 39:18-19.
- Sedgley, M. 1977. Flowering, pollination and fruit-set of avocado. *South African Avocado Growers Association Yearbook*. 10:42-43.
- Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. 1998. *Apuntes del Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar, Noviembre de 1998*
- Whiley, A. and Winston, E. C. 1987. Effect of temperature at flowering on varietal productivity in some avocado growing areas in Australia. *South African Avocado Growers Association Yearbook*. 10: 45-47.