



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES



Cultivo del Palto y Perspectivas de Mercado

DICIEMBRE 1996

PUBLICACIONES MISCELANEAS AGRICOLAS N° 45

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

Representante Legal: Edmundo Acevedo H.
Director Responsable: Gabino Reginato M.
Director Reemplazante: Verónica Díaz M.

Editores: Bruno Razeto M.
Thomas Fichet L.

Comité Editor: Bruno Razeto M.
Thomas Fichet L.
Eliecer Paillacar P.

Para referencia bibliográfica citar: Universidad de Chile
Fac. Cs. Agr. y For.
Public. Misc. Agríc. N°45

Dirigir correspondencia a: Dirección de Publicaciones
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad de Chile
Casilla 1004
Santiago, Chile

For bibliographical reference, cite as follows: Universidad de Chile
Fac. Cs. Agr. y For.
Public. Misc. Agríc. N°45

Mail Address: Dirección de Publicaciones
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales
Universidad de Chile
Casilla 1004
Santiago, Chile

Prohibida su reproducción parcial o total sin autorización de los autores

Auspicio: AGRICOM LTDA.
CRIADERO SAN JOSÉ
SOQUIMICH COMERCIAL S.A.

ISSN 0378-8040

ISSN 0378-8040

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

**CULTIVO DEL PALTO Y PERSPECTIVAS
DE MERCADO**

Editores: Bruno Razeto M.
Thomas Fichet L.



PUBLICACIONES MISCELÁNEAS AGRÍCOLAS N°45

SANTIAGO - DICIEMBRE, 1996

CONTENIDO

	Pág.
SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL PALTO EN EL MUNDO Juan Enrique Ortúzar F.	1-7
SITUACIÓN ACTUAL DEL PALTO EN CHILE Bruno Razeto M.	9-13
NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE REQUERIMIENTOS DE POLINIZACIÓN Y VARIEDADES Ricardo Cautín M.	15-29
TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS DE PALTO DE ÓPTIMA CALIDAD Mónica Castro V.	31-34
PORTAINJERTOS, UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA CHILE Thomas Fichet L.	35-41
NUEVAS TENDENCIAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS Ricardo Cautín M.	43-44
ALTERNATIVAS EN LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN, RALEO DE ÁRBOLES Y PODA Bruno Razeto M.	45-51
OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO Y MANEJO DEL AGUA Oscar Carrasco R.	53-60
REQUISITOS DEL SUELO Y SUSCEPTIBILIDAD A CLORUROS Carlos Benavides Z.	61-75
ZONIFICACIÓN Y SU IMPACTO EN LA MADUREZ DEL FRUTO Thomas Fichet L.	77-91
NUEVAS OPCIONES EN EL MANEJO DE FRUTA DESPUÉS DE COSECHA Horst Berger S.	93-98

	Pág.
POSIBILIDADES ACTUALES Y A FUTURO DEL MERCADO NACIONAL DE LA PALTA Gastón Bruna D.	99-103
ESTRATEGIA DE DESARROLLO PARA EL MERCADO DE EXPORTACIÓN Ricardo Ariztía De C.	105-109
COSTOS Y SU IMPORTANCIA EN EL CULTIVO DEL PALTO Jorge Escobar L.	111-119

SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS DEL PALTO EN EL MUNDO

Juan E. Ortúzar F.
Departamento de Fruticultura y Enología
Pontificia Universidad Católica de Chile

SITUACIÓN GLOBAL

La producción mundial de paltas se estima cercana a las 2,1 millones de toneladas anuales durante la temporada 1993, cifra que es relativamente baja si se la compara con otras frutas tropicales y subtropicales (Cuadro 1). Es interesante observar que si bien la menor producción mundial de esta fruta indica que existe una gran demanda potencial, en la práctica, el significativo crecimiento de la producción mundial de paltas durante la década de 1980 resulta muy pequeño en términos absolutos si se compara con el crecimiento de la producción de otras frutas de origen tropical y subtropical.

En 1993 el continente americano concentró casi las tres cuartas partes de la producción mundial de paltas, siendo México el principal productor a nivel regional y mundial (Cuadro 2). EE.UU. continúa siendo el segundo productor a nivel mundial, aunque su importancia relativa ha ido disminuyendo gradualmente a medida que otros países han aumentado su producción.

En Sudamérica, Brasil es el principal productor de la región, aunque produce paltas del tipo antillano, de escasa demanda en el mercado internacional. En la región, Chile y Colombia son los dos países en que la producción de paltas ha tenido un mayor crecimiento durante los últimos años.

En Asia, Indonesia es el principal productor, aunque Israel es el principal exportador.

En África, se cultiva comercialmente en varios países, siendo Sudáfrica el principal productor y exportador del continente.

La producción de Oceanía es bastante pequeña y casi las tres cuartas partes corresponden a la producción australiana.

Respecto de la utilización de la palta a nivel mundial, la mayor parte de ésta se comercializa en estado fresco. Aunque existe un importante crecimiento de la utilización agroindustrial de la palta, la proporción que se industrializa es aún pequeña (probablemente inferior al 5% de la producción mundial).

A nivel mundial existen grandes diferencias en el consumo de paltas entre distintos países, lo cual se puede apreciar en el Cuadro 3. El alto consumo de palta en México nos indica el enorme potencial de demanda que existe por esta fruta en el mercado internacional y, posiblemente también el potencial de crecimiento del mercado nacional.

ESTACIONALIDAD DE LA PRODUCCIÓN MUNDIAL

La producción de paltas presenta una estacionalidad que obedece a la interacción entre las características climáticas

Cuadro 1. Producción mundial de paltas y otras frutas de origen subtropical y tropical.

ESPECIE	1979-1981 (miles de ton. por año)	1992	% VARIACION
Naranja	38.751	56.818	46,6
Mango	13.995	17.744	26,8
Mandarina	7.870	9.570	21,6
Limon-Lima	5.310	7.632	43,7
Pomelo	4.607	5.319	15,5
Papaya	3.016	5.663	87,8
Palta	1.440	2.120	47,2

Fuente: FAO, 1993.

Cuadro 3. Consumo de paltas en algunos países seleccionados.

CONSUMO Kg/cápita/año	PAÍS
10	México
2 - 4	Chile, Israel
1 - 1.5	EE.UU, Francia
0,2 - 0,5	España, Gran Bretaña
0,1 - 0,2	Alemania, Argentina, Holanda
< 0,1	Japón

Fuente: Elaborado a base de diversas fuentes.

Cuadro 2. Producción mundial de paltas, por región y en países seleccionados.

PAÍSES	1979-1981 (miles de tons.)	1993
NORTE Y CENTRO AMERICA	888	1.293
México	420	786
EE.UU	167	185
República Dominicana	133	150
Haití	58	45
El Salvador	31	40
SUDAMERICA	315	372
Brasil	134	112
Colombia	17	74
Chile	22	60
Venezuela	44	54
Perú	58	44
Argentina	4	3
ASIA	104	175
Indonesia	53	104
Israel	24	48
AFRICA	122	191
Sudáfrica	21	47
Camerún	24	38
EUROPA	8	55
España	8	54
OCEANIA	5	18
Australia	2	13
TOTAL MUNDIAL	1.440	2.104

Fuente: FAO, 1993.

Cuadro 4. Producción y exportación estimada de paltas para algunos países seleccionados durante las últimas temporadas (Período 1992-1995).

PAÍS	PRODUCCIÓN (miles de toneladas) ¹	EXPORTACIÓN (miles de toneladas) ²
México	700-800	10-20
California	150-200	10-20
Israel	50-60	30-40
España	50-60	30-40
Sudáfrica	50-60	30-40
Chile	50-60	10-20
Total Mundial	2.000-2200	120-160

Fuente: Valores estimados en base a diversas fuentes.

²: Las variaciones anuales pueden ser aún mayores, según condiciones climáticas.

de las zonas de cultivo y las variedades cultivadas en cada región. En general, el palto florece una sola vez al año, desde inicios a mediados de primavera y, dependiendo de la variedad y la acumulación térmica del lugar, puede demorar entre 6 a 11 meses en madurar. A estos factores, se suma la capacidad de algunas variedades, especialmente Hass en climas frescos, de poder mantenerse en el árbol una vez madura, durante varios meses sin mayor deterioro aparente, lo cual permite extender enormemente el período de cosecha.

Como resultado de estas interacciones Clima-Variedad-Madurez de Cosecha, existe una disponibilidad bastante amplia de paltas en el mercado internacional para las diversas variedades en las distintas regiones productoras. En algunos países, especialmente algunas zonas de México y California, la fruta de la variedad Hass se puede cosechar durante los 12 meses del año.

En la Figura 1 se puede apreciar la estacionalidad de la oferta de paltas de distintos países y se puede ver que Chile produce algunas variedades en períodos en que el hemisferio norte, especialmente EE.UU, presenta una baja oferta de Hass. En ese período, sólo Chile y México (y posiblemente República Dominicana) pueden abastecerlo.

LA INDUSTRIA DE LA PALTA EN ALGUNOS PAÍSES

México

Es el principal productor mundial de paltas. El desarrollo de su industria es relativamente reciente, comenzó a base de variedades locales hasta que en la década de 1950 se reintrodujo la variedad Fuerte, que originalmente había sido llevada de México a California, donde se desarrolló como variedad comercial de importancia.

En la década de 1960 se introdujo la variedad Hass, con la que se reinjertó muchos de los huertos establecidos, lo cual promovió una plantación a gran escala. Hoy en día el 95 % de la producción mexicana de paltas corresponde a Hass.

Se estima que México cuenta hoy con una superficie cercana a las 120.000 hectáreas de palto, principalmente en el estado de Michoacán, donde se estima hay 100.000 hectáreas plantadas con la variedad Hass, un 75 % en producción y un 25% en formación (Sánchez-Colín y Rubí Arriaga, 1994). Una de las grandes virtudes de este estado es poseer amplias zonas de cultivo a distintas altitudes, lo cual determina una gran gama de regímenes térmicos, que permiten cosechar la variedad Hass durante todo el año, con 2 a 3 meses de traslape entre una cosecha y la siguiente.

A pesar de su gran producción de palta Hass, México aún tiene dificultades técnicas para aumentar su exportaciones. Una encuesta realizada a inicios de la década de 1990 indicaba que sólo un 15% de la fruta producida en México cumplía con una calidad mínima de exportación (Illsley, 1991). El principal mercado de exportación de México es Europa, en el cual sin embargo, a pesar de su gran oferta potencial, no ha desplazado aún y posiblemente nunca desplace a los proveedores habituales, que son Israel, Sudáfrica y España.

En Norteamérica, México aún no puede exportar libremente a EE.UU, debido a restricciones cuarentenarias, aunque hay negociaciones y protocolos de reducción de riesgos fitosanitarios en vías de aprobación, por lo que es probable que dentro de los próximos diez años México finalmente exporte paltas en estado fresco a EE.UU.

A pesar de todas las dificultades fitosanitarias, técnicas, humanas y de infraestructura que limitan la rentabilidad del

cultivo y el crecimiento de las exportaciones mexicanas de palta, ha habido un gran progreso de la industria durante los últimos años y se espera que continúe superándose. El potencial de México es enorme, sólo baste con mencionar que se estima que posee cerca de 1.000.000 hectáreas potencialmente plantables con palto (Sánchez Colín y Rubí Arriaga, 1994).

EE.UU

California, Hawai y Florida son los tres Estados donde el palto se cultiva comercialmente en EE.UU. Casi el 90% de las paltas producidas en ese país provienen de California, que además es el Estado donde existe un mayor consumo de esta fruta. La industria californiana estuvo durante muchos años basada principalmente en la variedad Fuerte hasta que en la década de 1970 el reconocimiento de las extraordinarias cualidades de la variedad Hass trajo consigo una drástica transformación de la industria y permitió una gran expansión (Figura 2).

Aunque California ha sido líder en el desarrollo comercial de este cultivo, su crecimiento actual está relativamente limitado por la gran presión urbana y el alto costo del agua en las zonas palteras del Estado. A pesar de lo anterior, los productores californianos han logrado un alto nivel de eficiencia y están confiados en que el liderazgo tecnológico y su ubicación les permitirá competir favorablemente en el mercado local.

Israel

En Israel, aunque algo más lento que en otros lugares, la variedad Fuerte ha ido gradualmente perdiendo importancia. Hass es considerada la principal variedad, aunque en las zonas más calurosas produce fruta de tamaño pequeño. Durante la temporada 1993-94 representó el 24% de la producción, seguida por Fuerte con un 19% de la producción. Ettinger contri-

buyó con el 40% de la producción total y a pesar de ser inferior en calidad, su superficie está en aumento, debido a su alta producción, temprana madurez de cosecha y excelencia como polinizante (Lahav, 1994). Los principales problemas que limitan la expansión del palto en Israel están relacionados con la baja disponibilidad, calidad y alto costo del agua (Lahav, 1984), aunque posiblemente el mayor problema sea la fuerte competencia española en el mercado europeo (Gardiazábal, 1994).

España

La industria española es relativamente joven; ha experimentado un gran crecimiento durante los últimos años, llegando a cerca de 10.000 hectáreas a inicios de la década de 1990. Hass es la principal variedad con cerca del 70% de la superficie. A pesar de su rápido crecimiento durante la década del 80, la escasez de agua y caída de los precios parecieran limitar un mayor crecimiento de la industria (Díaz Robledo, 1991).

Aunque el consumo doméstico de paltas en España es relativamente bajo, la industria española se encuentra en una cómoda posición en el mercado europeo tanto por su carácter de miembro de la Unión Europea, así como su estratégica ubicación, factores que le permitirán competir favorablemente en ese mercado con Israel y México.

Sudáfrica

Sudáfrica es el principal exportador del Hemisferio Sur. La industria sudafricana de paltas, al igual que el resto de su industria frutícola, está fuertemente orientada a la exportación. Durante la temporada 1994 exportó 38.000 toneladas, cifra que espera duplicar para el año 2000 con 80.000 toneladas anuales.

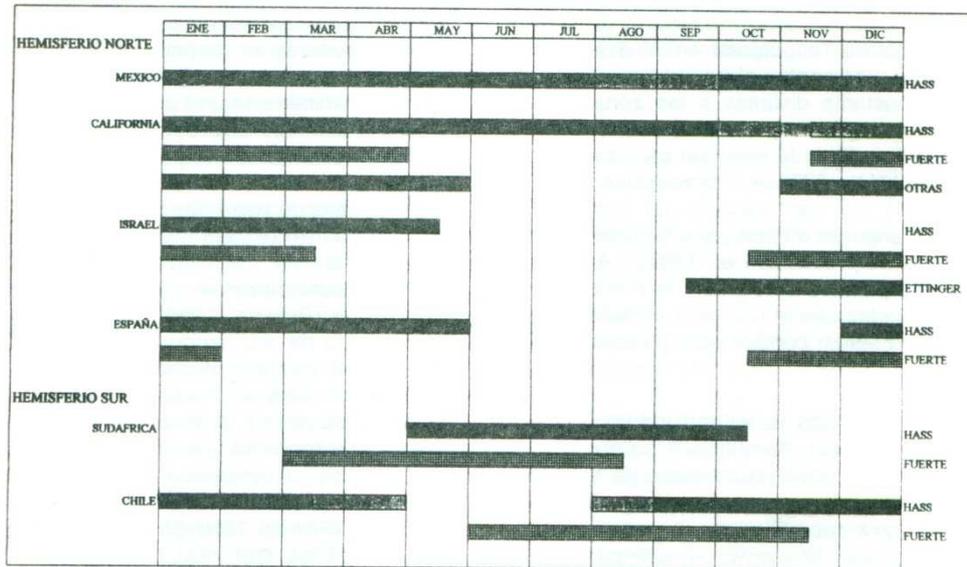


Figura 1. Estacionalidad de la producción de paltas en algunos países seleccionados (Fuente: Adaptado de Gardiazábal (1994) y otras fuentes).

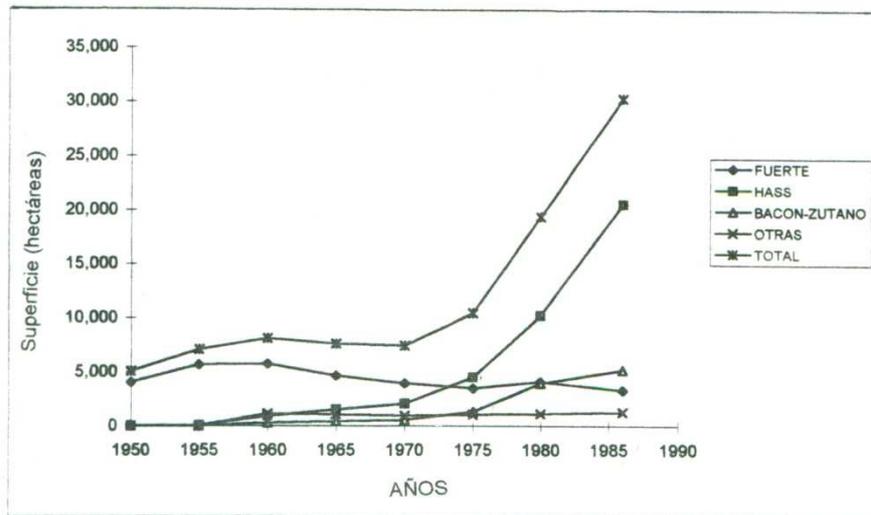


Figura 2. Evolución de las plantaciones de palto en California. (Fuente: Takele, 1988).

Las zonas de producción de palta en Sudáfrica, se ubican en el Transvaal Oriental y presentan clima de tipo semitropical, bastante distintas a las zonas productoras de California o de Chile. Por esta razón, Fuerte es la principal variedad (que representó un 56% de la producción durante 1991), ya que presenta un comportamiento superior a Hass (que representó un 27% de la producción en 1991). Al parecer, los grandes problemas de Hass están relacionados con el pequeño tamaño de la fruta en esas condiciones (Gardiazábal, 1994).

Sudáfrica tiene una industria muy bien organizada, disciplinada para comercializar y promover el consumo de la fruta en sus mercados de exportación y con una significativa capacidad de innovación tecnológica. La Asociación Sudafricana de Productores de Palta (SAAGA), asociación voluntaria y no estatutaria que representa el 99,5 % de los productores, es una organización modelo a nivel mundial, cuya función es reunir fondos para investigación y promoción (Toerien, 1994).

La investigación es uno de los principales ítems en el presupuesto de la SAAGA, investigación decididamente orientada a superar los problemas de Hass, buscar patrones semienanizantes y resistentes a enfermedades, mejorar la postcosecha, etc. Con seguridad, este esfuerzo de investigación, unido al fuerte apoyo a la promoción en sus mercados, le permitirá a la industria sudafricana competir favorablemente con México y Chile en el mercado europeo y en otros mercados. La proximidad a Europa es una gran ventaja que Sudáfrica tiene en relación con Chile en dicho mercado.

Otros potenciales países exportadores emergentes

Además de los países antes mencionados, existen otros potenciales produc-

tores y exportadores de palta que seguramente asumirán un papel más destacado durante los próximos años. Quizás República Dominicana es uno de los países que más rápidamente está asumiendo una posición destacada en el escenario internacional gracias al aumento reciente de sus plantaciones de Hass. Su geografía, que le permite cultivar el palto en un amplio rango de altitudes (y regímenes térmicos) le permiten cosechar Hass durante una larga temporada (Browne, 1994). El buen nivel tecnológico de sus productores y su proximidad al mercado norteamericano otorgan a este país un carácter amenazante frente a los nichos de mercado conquistados por los exportadores chilenos.

PRINCIPALES TENDENCIAS DE LA INDUSTRIA DEL PALTO A NIVEL MUNDIAL

El cultivo del palto a gran escala en el mundo y el desarrollo del comercio internacional de paltas es relativamente reciente y pequeño si se le compara con el de otras frutas de origen tropical y subtropical. Por esta razón aún se puede esperar importantes cambios en el escenario mundial de esta fruta.

Uno de los principales hitos de la industria del palto durante los últimos 20 años ha sido el predominio de Hass sobre Fuerte en los principales países productores de paltas de calidad. La amplia aceptación de Hass en casi todos los mercados mundiales ha fortalecido la demanda por paltas de piel negra y rugosa en relación con las paltas de cáscara verde y lisa. La preferencia por paltas negras ha cambiado drásticamente las prioridades para el mejoramiento genético del palto y, de hecho muchas de las nuevas variedades de color verde han sido poco plantadas. Una de las mayores virtudes de Hass es su prolongada estación de cosecha, factor que unido a su gran calidad, ha permitido aumentar el consumo mundial de paltas.

Con todos sus defectos, no ha sido ni será fácil encontrar variedades superiores a Hass, por lo que en el corto y mediano plazo es posible que sólo los países que pueden producir abundantes cosechas de Hass tendrán pleno acceso a los beneficios del comercio internacional de paltas. Hass es una variedad susceptible al estrés ambiental y no se adapta bien a condiciones de tipo tropical o zonas áridas muy cálidas, por lo que su rango de adaptación climático es limitado.

Por el momento, Chile se encuentra en una situación razonablemente cómoda en el escenario internacional de la palta, ya que posee las condiciones para producir Hass exitosamente (no sin problemas ocasionales) durante un largo tiempo. Es importante aprovechar esta cómoda situación temporal para iniciar las acciones que aseguren una creciente competitividad a nivel global y que le permitan enfrentar exitosamente los futuros desafíos del mercado internacional.

En gran parte del mundo occidental, la palta se puede considerar una fruta de consumo restringido, por lo que se requiere un importante esfuerzo de promoción para dar a conocer las cualidades de esta fruta y masificar su consumo. A pesar que el producto es extraordinariamente bueno y el potencial de crecimiento es grande, existe consciencia entre los principales países exportadores de palta, de que la inversión en promoción será fundamental para absorber exitosamente los aumentos de oferta esperados para los próximos años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Affleck, M. 1991. World Avocado Market: A Brief Review. Proc. Second World Avocado Congress. Vol II, 621-624.
- Browne, M.A. 1994. Avocados of the Americas...Caution: Merging Traffic Ahead. Calif. Avocado Soc. Yearbook, 78: 53-58.
- Díaz Robledo, J. 1991. An Update of the Spanish Avocado Industry. Proc. Second World Avocado Congress. Vol II, 647-651.
- FAO. 1993. Anuario de Producción. Roma. Vol 47: 160-165.
- Gardiazábal, F. 1994. Producción Mundial de Paltas, Primera Parte. Empresa y Avance Agrícola 4(31): 6-9.
- Gardiazábal, F. 1994. Producción Mundial de Paltas, Segunda Parte. Empresa y Avance Agrícola 4(32): 8-10.
- Gardiazábal, F. 1994. Producción Mundial de Paltas, Tercera Parte. Empresa y Avance Agrícola 4(33): 24-27.
- Illsley, C. 1991. Review of the Mexican Avocado Industry in 1991. Proc. Second World Avocado Congress. Vol II, 633-637.
- Lahav, E. 1994. Israeli Avocado Industry. Calif. Avocado Soc. Yearbook, 78: 51-52.
- Sánchez Colín, S. y Rubí Arriaga, M. 1994. Situación Actual del Cultivo del Aguacate en México. Calif. Avocado Soc. Yearbook, 78: 61-74.
- Takele, E. 1988. Economic Trends in the California Avocado Industry. Publ. 2356, University of California, Div. Agr. Nat. Res. 36 pp.
- Toerien, J., van Zyl, R.M. y F.J. Lourens. 1991. An Overview of the South African Avocado Industry. Proc. Second World Avocado Congress. Vol II, 653-657.
- Toerien, J. 1994. The South African Avocado Industry Looking Towards Year 2000. Calif. Avocado Soc. Yearbook, 78: 83-85.

SITUACIÓN ACTUAL DEL PALTO EN CHILE

Bruno Razeto M.
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

El palto es, junto al manzano, la especie frutal que mayor incremento ha presentado en superficie plantada en Chile durante los últimos 5 años. La tasa de plantación es de aproximadamente 1.000 hectáreas por año, lo cual contrasta con el resto de las especies frutales cuya superficie se ha estabilizado bastante.

En el Cuadro 1 se puede apreciar que la superficie con paltos ha ido en constante aumento desde el año 1965 en adelante, pero las principales variaciones han ocurrido en los últimos años, llegándose en la actualidad a las 13.500 hectáreas (estimación de ODEPA, 1996). Esta enorme superficie correspondiente a tierras de elevado valor, dada su exigencia climática y el alto precio de su fruta, han convertido al palto en una de las especies frutales más importantes de Chile.

En el Cuadro 2 se puede observar que la producción también ha experimentado un paulatino y sostenido incremento, llegando en el año 1995 a 60.000 toneladas. Esta cifra deberá aumentar significativamente en los próximos años si se considera el elevado número de huertos que aún no entran en producción.

El principal motivo de este "boom" paltícola radica en el éxito obtenido por la exportación de esta fruta. En efecto, el volumen exportado ha pasado desde cifras insignificantes antes del año 1985 a niveles importantes en la actualidad (Cuadro 3). El año 1994 se enviaron 18.700 toneladas y el año siguiente (1995), 12.000

toneladas, lo cual representó un ingreso de divisas del orden de 22,5 y 37,8 millones de dólares (FOB), respectivamente.

El principal destino de la palta exportada por Chile es Estados Unidos, fundamentalmente el Estado de California. Los envíos a ese país corresponden exclusivamente a la variedad Hass y se efectúan en el período comprendido entre los meses de septiembre y noviembre, pues a fines de este último comienza la cosecha californiana de esa variedad. La principal amenaza que presenta este mercado es el posible ingreso de la Hass mexicana, cuya cosecha se efectúa principalmente entre octubre y febrero. Como se sabe, por problemas de orden cuarentenario, el ingreso de la palta producida en México, sólo estaría autorizado a 19 Estados del Este de EE.UU, donde el consumo es aún muy bajo.

Un mercado promisorio para la palta chilena es el de Argentina, país al cual ya se está exportando. Según estimaciones de ODEPA, por concepto de MERCOSUR, la superficie debería aumentar en 750 hectáreas cuando se llegue a arancel cero. Japón es una alternativa que se está explorando.

No obstante lo anterior, el mercado interno todavía constituye el principal destino de la palta que se produce en Chile (entre el 70 a 80% de la producción). El consumo es bastante alto (3 kilogramos por habitante al año), cifra que en el mundo sólo es sobrepasada por México, con

Cuadro 1. Evolución de la superficie de plantación de paltos en Chile (Hectáreas).

1965	1973	1976	1980	1984	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995
3.400	4.490	4.900	6.180	7.400	8.155	8.230	8.565	9.600	10.200	11.085	12.917

Fuente: ODEPA.

Cuadro 2. Evolución de la producción de paltos en Chile (Toneladas).

1974	1977	1981	1983	1986	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
14.500	17.300	25.00	29.600	35.000	39.000	37.580	39.000	48.000	42.000	55.000	60.000

Fuente: ODEPA.

Cuadro 3. Evolución de la exportación chilena de paltos. (Cajas de 11,2 kg).

Temporada	Cajas
1984-85	4.100
1985-86	291.282
1988-89	457.981
1989-90	559.181
1990-91	1.049.596
1991-92	1.342.070
1992-93	1.703.964
1993-94	777.280
1994-95	1.559.284
1995-96	1.166.845

Fuente: Asociación de Exportadores de Chile.

Cuadro 4. Precios promedios ponderados reales de paltos, en mercados mayoristas de Santiago (\$ Julio de 1996/kilo, sin IVA).

Promedio mensual, 21 años	Promedio anual		
Enero	529,7	1975	491,7
Febrero	554,1	1976	400,1
Marzo	438,4	1977	401,4
Abril	357,8	1978	386,2
Mayo	334,4	1979	333,2
Junio	340,4	1980	542,7
Julio	333,7	1981	366,3
Agosto	329,2	1982	295,2
Septiembre	351,6	1983	287,3
Octubre	386,2	1984	405,9
Noviembre	429,8	1985	351,3
Diciembre	495,8	1986	292,7
		1987	315,0
		1988	397,0
		1989	452,8
		1990	484,2
		1991	478,0
		1992	465,0
		1993	429,5
		1994	453,5
		1995	427,9

Fuente: ODEPA.

8 kg. El aprecio que existe por este fruto en Chile ha llevado a calificarlo como la "mantequilla vegetal" o, incluso, el "huevo vegetal". Los precios que se logran en el mercado local, son bastante satisfactorios (Cuadro 4).

En el Cuadro 4 se puede observar también, que aun cuando las diferencias no son muy grandes, los mayores precios se alcanzan en los meses de enero y febrero para ir decreciendo suavemente hasta alcanzar el mínimo en julio-agosto, momento a partir del cual comienzan a repuntar. Cabe hacer notar que los mejores precios coinciden con la temporada de máxima presencia de la variedad Hass. Durante los meses de invierno, el precio cae a raíz de la abundante oferta de variedades verdes, principalmente Fuerte y Bacon, las cuales no siempre se cosechan bien maduras.

En relación con la distribución varietal del palto en Chile, ésta se presenta en el Cuadro 5. Como se puede apreciar, la variedad Hass lidera el listado con el 65% al año 1995. Al comparar esta cifra con la de 1987 se puede notar el fuerte incremento en ponderación relativa que Hass ha experimentado en tan sólo 8 años. El liderazgo de esta variedad irá en aumento en el futuro, si se considera que en los últimos años es casi la única elegida para las plantaciones.

Cuadro 5. Composición varietal del palto en Chile (1).

Varietal	Años 1994-95	Años 1986-87
Hass	65,5 %	32,6%
Fuerte	10,9	24,3
Negra de La Cruz	6,4	7,2
Bacon	4,3	7,9
Edranol	2,8	5,5
Zutano	1,6	1,4
Mexicola	1,4	3,9
Chilenas	1,4	5,1
Gwen	0,7	0
Esther	0,2	0
Pinckerton	0,1	0
Otras	5,6	12,0

(1) Se consideraron las Regiones V, VI y Metropolitana.
Fuente: CIREN-CORFO.

La variedad Fuerte bajó considerablemente su importancia desde 24% en 1987 a 11% en 1995. Esta considerable baja obedece no sólo a su escasa plantación en este período, sino también a que bastantes huertos han sido reinjertados con Hass.

Por su parte, las paltas del tipo "chilena" (selecciones locales de la raza mexicana) cada vez retroceden más, aunque todavía son apetecidas por determinado público.

Llama la atención la elevada superficie con Negra de La Cruz (selección local, presumiblemente híbrido entre raza mexicana y guatemalteca), la cual tiene buena demanda en el mercado interno.

La variedad Bacon, a pesar del bajo precio de su fruta, mantiene importancia, pues además de ser empleada bastante como polinizante de Hass, presenta la cualidad de constituir un árbol muy resistente al frío, precoz y productivo, lo cual la hace atractiva para localidades más proclives a ser afectadas por heladas.

En el Cuadro 6 se entrega un listado de las principales variedades cultivadas en Chile, con sus características.

En cuanto a la distribución geográfica del cultivo del palto en Chile, en el Cuadro 7 se puede observar que la mayor superficie plantada se encuentra en la V Región. Le siguen en importancia la Región Metropolitana, la VI y la IV Región.

Esta especie frutal se ubica principalmente en localidades de clima abrigado, con fuerte influencia marina, donde las temperaturas invernales y estivales son moderadas y la humedad relativa del aire es más bien alta. No obstante, aún existe un elevado número de plantaciones en localidades azotadas periódicamente por heladas, las cuales provocan cuantiosos daños en los árboles y en la fruta. Sin

Cuadro 6. Guía de las principales variedades de paltos en Chile.

Variedad	Raza	ÁRBOL			FRUTA					
		Grupo poliniz.	Tamaño	Características	Maduración	Tamaño	Forma	Color	Sabor	Calidad
Edranol	Guatemalteca	B	Mediano	Erecto, vigoroso y fructifica abundantemente	Octubre a Enero	Mediana a grande.	Piriforme	Verde	Excelente	Muy buena
Nabal	Guatemalteca	B	Grande	Muy vigoroso, alto y altamente añero (2 ó 3 años).	Diciembre a Marzo	Grande	Redondeada	Verde oscuro	Excelente	Excelente
Champion	Mexicana		Grande	Muy cargador, algo añero y vigoroso.	Marzo a Mayo	Mediana	Ligeramente piriforme	Negra	Bueno	Buena
Mexicola	Mexicana	A	Grande	Prolífico y tolerante al frío, calor y sequedad.	Marzo a Mayo	Mediana a pequeña	Piriforme a ovalada	Púrpura a negra	Regular	Media
Princesa Eugenia	Mexicana		Grande	Vigoroso y cargador, resistencia a heladas.	Mayo a Junio	Mediana	Piriforme	Negra	Excelente	Media
Negra de La Cruz	Hibridación variedades locales		Grande, vigoroso	Muy cargador y vigoroso.	Junio a Septiembre	Mediana	Piriforme ovalada	Negra	Excelente	Buena
Fuerte	Hibrido Guatemalteca x Mexicana	B	Grande	Gran vigor y producción. Poco precoz.	Julio a Octubre	Mediana a grande	Piriforme	Verde oscuro	Excelente	Alta
Zutano	Mexicana	B	Grande	Buena producción y más resistencia al frío que Fuerte.	Agosto a Septiembre	Mediana	Ovalada a piriforme	Verde claro	Bueno	Regular
Carlsbad	Guatemalteca	A	Mediano	Sensible a heladas, producción regular.	Noviembre a Enero	Grande	Piriforme	Violeta intenso	Excelente	Excelente
Ryan	Hibrido Guatemalteca x Mexicana	B	Grande	Vigoroso y cargador.	Agosto a Octubre	Mediana	Piriforme	Verde oscuro	Bueno	Regular
Ettinger	Origen Israel Semilla Fuerte	B	Mediano a grande	Muy cargador, resistente a heladas y erecto.	Agosto a Octubre	Mediana	Ovalada a piriforme	Verde	Bueno	Buena
Hass	Guatemalteca	A	Mediano a grande	Sensible a heladas, cargador y precoz.	Septiembre a Marzo	Mediana	Piriforme	Negra	Excelente	Excelente
Whitsell	Guatemalteca	B	Mediano a semi-enano	Más pequeño que Hass y compacto. = Esther. Poco añerismo y más productivo.	Agosto a Febrero	Mediana a grande	Piriforme = Hass	Verde	Excelente	Excelente
Bacon	Mexicana	B	Mediano	Muy cargador y resistencia a heladas. Erecto.	Agosto a Octubre	Mediana	Ovalada piriforme	Verde claro	Bueno	Regular
Gwen	Guatemalteca	A	Mediano	Más chico que Hass. Forma erecta, precoz y muy productivo.	Octubre a Febrero	Mediana	Piriforme	Verde púrpura	Excelente	Excelente
Queen	Guatemalteca	B	Grande	Vigoroso y de crecimiento erecto pero muy alto.	Noviembre a Abril	Grande	Oblongo piriforme	Púrpura	Bueno	Muy buena
Esther	Guatemalteca	A	Mediano a semi-enano	Más pequeño que Hass, denso = Whitsell, más productivo que Hass y menos añero.	Febrero a Mayo	Grande	Redonda	Verde oscuro	Excelente	Excelente

temor a equivocarse, se puede afirmar que las heladas constituyen el principal problema que el cultivo del palto presenta en Chile, limitante que deberá ir en disminución si se toma en cuenta que en los últimos tiempos una alta proporción de las plantaciones se está ubicando en laderas y terrenos inclinados, menos expuestos a este problema. Esto ha sido posible gracias al uso masivo de sistemas de riego mecanizado (microaspersión y goteo).

Al momento de enumerar las limitantes que el palto tiene en Chile, al de las heladas ya mencionado, debe agregarse el uso de portainjertos provenientes de semilla (principalmente Mexicola), lo cual no garantiza plena uniformidad en los futuros árboles en el huerto, ni tampoco otorga resistencia a dos importantes problemas presentes en Chile: la pudrición de raicillas causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi*; y, la quemadura de hojas causada por un elevado contenido de cloruros en el agua de riego y en el suelo, en diversas localidades.

Será conveniente introducir oficialmente o crear portainjertos clonales resistentes, los cuales, después de su respectiva prueba, permitirían liberar a las futuras plantaciones de ambas amenazas que son importantes en el desempeño de la especie.

También preocupa el hecho de hacer gravitar toda la actividad del rubro en una sola variedad. Si bien Hass presenta óptimos atributos en su fruta, no se debe desconocer la alta susceptibilidad a heladas y la propensión al añerismo que su árbol presenta. Incluso, desde el punto de vista comercial, tampoco parece aconsejable "jugársela" con una sola variedad. Ella no cubre todo el año con fruta madura para el mercado interno. Además, pueden aparecer mercados exteriores para otras épocas o para otro tipo de fruta, como por ejemplo de piel verde. Por lo tanto, se debe estar atentos a la aparición de nue-

vas variedades en centros de investigación extranjeros y nacionales, con las cuales se realizarían futuras plantaciones. Eventualmente, también existe la posibilidad de reinjertar huertos establecidos, considerando la rápida respuesta que el palto presenta a esta operación. Tal particularidad hace menos riesgosa la plantación monovarietal existente.

Antes de terminar conviene señalar que el palto es un cultivo muy sano en Chile. No existen acá muchos problemas sanitarios, insectos, hongos, viroides, que afectan seriamente la producción en otros países. Esto permite obtener buenos rendimientos, con bajos costos de manejo. Además, el escaso uso de productos químicos, hace a este cultivo bastante natural y muchas veces con posibilidades de producirlo "orgánico", cuyo fruto logra mejores precios en determinados países.

Cuadro 7. Superficie de plantación de paltos, por Región y total (Hectáreas) (1).

I	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	TOTAL
23	68	462	8.071	2.804	1.460	26	3	12.917

(1) Las cifras de las regiones III, IV y VII, corresponden al año 1991. Las cifras de la I Región corresponden a 1993, las de la R. Metropolitana a 1994, y las de las regiones V, VI y VIII al año 1995. Fuente: CIREN-CORFO.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación de Exportadores de Chile. 1996. Comunicación personal.

CIREN-CORFO, Chile. 1991, 1992, 1994, 1995. Catastro Frutícola Nacional.

ODEPA, Chile. 1996. Comunicación personal.

NUEVOS ANTECEDENTES SOBRE REQUERIMIENTOS DE POLINIZACIÓN Y VARIEDADES

Ricardo Cautín M.
Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso

VARIEDADES DE PALTO

El palto (*Persea americana* Mill.), pertenece al género *Persea*, familia de las Lauráceas, suborden Magnolinales, orden Ranales. Es una planta nativa de América Central y zonas adyacentes del norte y sur de América.

Los distintos cultivares de palto no descienden de una especie original, sino más bien se han producido por una serie de hibridaciones a partir de distintos materiales que fueron trasladados desde su centro de origen.

Las variedades o tipos pueden agruparse según una serie de caracteres, entre los que puede señalarse la forma del árbol, su altura, el tamaño, el color del follaje y, la adaptación que presenta a las condiciones de clima en donde surgió como híbrido natural.

De esta manera es posible agrupar a los distintos tipos botánicos en razas o variedades botánicas. Pueden contarse tres principales: Mexicana, Guatemalteca y Antillana. Esta última adaptada a zonas climáticas en donde no hay problemas de frío o bajas temperaturas invernales, por lo que no es posible cultivarlas en las zonas clásicas de producción de esta especie en Chile.

Así, los principales cultivares de palto presentes en nuestro país son varie-

dades de las razas Mexicana, Guatemalteca e híbridos interespecíficos entre ambas.

En el Cuadro 1 se presentan las características más sobresalientes de las razas antes mencionadas y en el Cuadro 2 se resumen sus características en relación con la fructificación.

Cuadro 1. Principales características de las diferentes razas.

Raza	Tamaño Hoja	Tamaño Fruto	Tamaño Semilla	Resistencia Temperatura
Mexicana	Medio a pequeño	Chico a Medio	Grande	-4,5 a -3
Guatemalteca	Medio a Grande	Medio a Grande	Pequeño	-4 a -2
Antillana	Grande	Chico a Grande	Algo Grande	-2 a -1

Cuadro 2. Características adicionales de las diferentes razas.

Raza	Época de Floración	Flor a Madurez	Contenido de aceite	Grosor Cáscara
Mexicana	Temprano Temporada	9 - 10 meses	18-26%	Delgada lisa
Guatemalteca	Primavera	12 - 18 meses	8 - 20%	Gruesa dura
Antillana	Primavera	6 - 9 meses	5 - 10%	Gruesa

No está claro la forma en que esta especie llega a Chile a mediados del siglo pasado, aunque sí se sabe con alguna

seguridad que fue en la zona de Quillota y Los Andes.

Se difundió así en numerosas quintas de esas ciudades y de allí derivó a otros sectores de plantación con paltos del tipo chileno, como La Ligua, Cabildo, Buin, Maipo, Peumo y otros. Los ejemplares más sobresalientes se propagaron vía injertos y se dio origen a una cantidad de variedades que aún se pueden encontrar como cultivo industrial y cuyo equipo genérico se denomina paltas chilenas con fuerte probabilidad de raza Mexicana como ancestro común.

A partir de la década de 1930, en un esfuerzo gubernamental se introdujo una serie de variedades desde la industria californiana, entre las que se pueden citar a Fuerte, Nabal, Queen, Ryan, Mexicola, Carlsbad y Hass, entre otras.

Poco a poco el interés por muchas de estas variedades fue desapareciendo a medida que los parámetros de crecimiento, precocidad y productividad comenzaron a diferenciarse entre ellas y con ello se redujo la cantidad de cultivos explotados.

A continuación se hará una descripción para aquellas variedades más sobresalientes de nuestra industria.

Fuerte

La variedad proviene de una yema tomada de un árbol nativo en México y sus características son intermedias entre las razas Mexicana y Guatemalteca, considerándosele un híbrido natural entre ellas dos.

El árbol es muy vigoroso, con una fuerte tendencia a formar ramas horizontales a muy baja altura y con gran distancia. De ahí que se planta a una distancia considerada grande, que pueden superar los diez metros en sistema cuadrado.

En ensayos hechos en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, se probó el efecto sobre la productividad de este cultivar asociado con otros en forma temporal, dado que entre otras características es un cultivar de lento desarrollo y con un índice de precocidad muy bajo, lo que para las necesidades actuales es sin duda una limitación importante al comenzar el cultivo.

Su comportamiento productivo en Chile ha sido errático, presentando una fuerte tendencia al añerismo o vecería, ya que por su ancestro tiende a florecer temprano en la temporada a fines de invierno y con ello depende su éxito productivo de la existencia de temperaturas altas sobre 20°C y con mínimas alrededor de los 10°C, presentando una gran cantidad de "pepinillos" cuando eso no sucede.

Su fruto conocido como californiano, es de una forma piriforme con peso promedio entre 180 y 420 gramos, con un largo entre 10-12 centímetros y un ancho que fluctúa entre 6-7 centímetros, su cáscara es ligeramente gruesa con lenticelas de color amarillento, su color es un verde opaco, de buen sabor, alcanzando un contenido de aceite del orden de 24 a 26%.

Se le cosecha en Chile desde julio, en aquellos sectores más calurosos, hasta octubre. Su resistencia al frío también está influenciada por sus ancestros. Es de 2,7°C, considerado como valor intermedio.

Hass

Este cultivar en la actualidad es el de mayor importancia en Chile. Gran parte del fuerte incremento en plantaciones con esta especie, se debe a la importancia comercial que hoy día tiene en los mercados mundiales de palta.

Es una variedad con un mejor comportamiento productivo, es menos añero

como huerto, presenta un índice de precocidad interesante, lográndose cosechas al segundo o tercer año.

Es de raza guatemalteca y con ello muy afectada por las heladas, llegando a afectarse con poco más de -1°C .

Esta variedad se originó desde una semilla sembrada en el sur de California. En general es un árbol de desarrollo mediano, con crecimiento en altura pero no en forma piramidal, de acuerdo con ello se le puede plantar a distancias medias, pero considerando su precocidad es posible trabajar en altas densidades.

Florece desde mediados o hacia fines de primavera, con una duración de tres meses.

El fruto es de forma piriforme, su cáscara es gruesa o cueruda, algo rugosa, ennegrece a medida que madura, la cosecha se puede prolongar durante ocho meses a partir de agosto, en los huertos de maduración más temprana en zonas más cálidas.

Su calidad organoléptica es de excelencia, pudiendo alcanzar un contenido de aceite entre 15 a 20%, su producción puede alcanzar como promedio 12 ton/ha después de 6 a 8 años desde plantado.

Gwen

Esta variedad, junto a Whitsell y Esther, fue patentada por el Dr. Bob Bergh de la Universidad de California. La característica más sobresaliente es el pequeño tamaño que desarrollan los árboles comparado con Hass, con una ventaja sobre el costo de cosecha, pulverizaciones y una mayor posibilidad de los árboles para producir mejores producciones que Hass, presentando similar tolerancia al frío.

Los árboles son de forma angosta y desarrollan altura, esta última, está fuertemente determinada por la cantidad de carga que es capaz de desarrollar.

La silueta es similar a cultivares como Bacon o Edranol. Florece en época similar a Hass, puede ser cosechado desde agosto hasta bien entrado en el otoño.

El fruto es de piel verde.

Bacon

Esta variedad se originó en California, corresponde a un híbrido mexicano y su principal característica es la de resistir bajas temperaturas hasta $-4,4^{\circ}\text{C}$.

Las plantas son vigorosas, precoces y de mucha carga, su hábito de crecimiento es del tipo erecto, por lo que es posible trabajar con esta variedad a distancias entre 5 a 7 metros en forma definitiva.

El fruto es ovoide, de piel lisa, color verde. Cuesco grande.

Negra de la cruz

Conocida a veces como La Cruz, Prada, o Vicencio. De origen discutible entre las localidades de Olmué y La Cruz. Posiblemente originada por la hibridación natural en la que podría haber algunos genes de la variedad Leucadia, cuyo follaje, de ondulación ancha y el aspecto de su fruta se asemeja, por lo tanto, podría ser un híbrido racial (Guatemalteca - Mexicana). Árbol de crecimiento rápido, por lo que no es raro que sus ramas se quebren con facilidad.

Fruto morado a negro, piriforme, ovalado, que madura cuando ya ha pasado la cosecha de la mayor parte de las variedades "Chilenas" que se cultivan en el país, lo que sucede entre marzo y mayo.

La Negra de La Cruz, madura entre mayo y agosto.

En San Vicente de Tagua-Tagua, Santiago y Quillota, no es un buen productor, pero fructifica muy bien en el Valle de Curacaví.

Zutano

Es una de la variedades con más resistencia al frío (-3,3°C). La fruta es de color verde claro, piriforme, de cáscara delgada; el tamaño va desde 10 a 13 cm de largo, considerada mediano a grande, con un peso promedio de 200-300 gr

Esta fruta no presenta mucha demanda, ya que posee una maduración muy rápida después de cosechada. La época de cosecha va desde julio a agosto en nuestro país. El hábito de crecimiento del árbol es erecto.

Es un excelente productor y es precoz en la entrada en producción. Las distancias de plantación son similares a Bacon.

Mexicola

Esta variedad como su nombre lo indica, es de origen mexicano, por lo que tolera climas más fríos o más secos y calurosos que Fuerte y Hass. Puede cultivarse en Chile en las mismas zonas en donde el Naranja crece bien. Se originó en Pasadena, sur de California. Está plantada en las regiones V y Metropolitana, donde ha ido perdiendo importancia por su baja productividad y cosecha escalonada.

Su fruta es piriforme, color púrpura a negro, de tamaño medio a pequeño (90 - 150 gr). Madura de marzo a mayo. La cosecha se realiza haciendo varias pasadas por el árbol, cada vez que la fruta toma algo de color, pues si se espera que se

coloree completamente, ésta cae. Es un árbol prolífico y tolerante al frío, calor y sequedad ambiental. Su semilla es muy usada en propagación en los criaderos ya que origina plantas uniformes y de buen vigor.

Nabal

Árbol delicado al frío, muy vigoroso y alto, de madera relativamente blanda por lo que tiende a desgancharse en años de mucha producción. Es tan añero que a menudo deja de producir durante 2 ó 3 años después de dar una cosecha de volumen impresionante. Madura más o menos en la misma época que la Hass; pero esta última la aventaja en muchos sentidos. Fruta algo anticomercial por su gran tamaño (400 a 900 gr); de forma redondeada, verde, lisa, semilla pequeña.

Otras variedades guatemaltecas que tienden a desaparecer son: Ryan, Queen, Anaheim, Mayapán, Carlsbad, etc., ello porque crecen en los mismos lugares en donde se puede cultivar Hass que es mucho más productiva.

Pinkerton

Originada en 1961, de semilla, entre árboles de Hass, Rincón, Edranol y Corona, de propiedad de John Pinkerton, Foothall Road, Ventura, California. Árbol moderadamente ancho; probablemente similar a Hass en resistencia a frío; buen productor, Flores Tipo A. Fruto tamaño medio (230 a 430 gr), forma de pera, apariencia excelente; verde oscuro, no corchosa, cáscara de grosor medio, facilidad de pelar excelente; semilla de tamaño relativamente pequeño (10% de peso del fruto) pegada en la cavidad; cutícula bien adherida; pulpa de color crema, y muy atractiva; fibra normal, madurez uniforme; buen sabor. Se cosecha desde enero a junio (Hemisferio Norte). En Chile se ha comportado como

un buen productor, con poco añerismo y se cosecha entre septiembre y noviembre.

Whitsell

Es un árbol semi-enano, con tamaño cercano a los 3,0-3,5 m de altura en los lugares donde Hass alcanza los 6,5 m de altura. Su propagación es algo dificultosa y supera a Hass en producción y precocidad, pero presenta añerismo. Su ciclo floral es del tipo B, por lo cual se cree un buen polinizador para Hass y Gwen. Su fruta se cosecharía en Chile entre los meses de agosto y marzo.

El fruto es de color verde oscuro y de mayor tamaño que el de Hass, además de tener un menor tamaño de semilla, como promedio el peso es 60 gr mayor que Hass y la producción por hectárea es 30-40% mayor que Hass, en parte por una menor distancia de plantación y por un mayor peso de la fruta; el fruto es de forma esférica y si se deja demasiado tiempo en el árbol, alcanza dimensiones similares a los de los cultivares Reed y Pinkerton.

Esther

Es un árbol extendido, a diferencia de Gwen y de contorno regular, a la inversa de Whitsell. Se considera superior en ambos aspectos. Aparentemente, es denso y vigoroso, pero con el crecimiento limitado por altas cosechas. Pese a que se desconoce su cobertura final, hasta el momento es de aproximadamente 4,8 m. Su altura es considerablemente menor que Hass.

La época de cosecha la hace competir con Reed, a la cual también se le asemeja en forma y tamaño de fruta. Es inferior a Reed respecto a la apariencia de la piel, así como se afecta por "russet" con el tiempo.

Se puede mantener en el árbol durante más tiempo que Reed, pero sufre alteraciones, como se ha indicado. Su pulpa parece ser inferior en apariencia a Reed.

La fruta tiene un sabor insípido hasta tarde en la temporada y no tiene mucho sabor "nogado". Se ha encontrado superior a Hass, la cual ya presenta sabores de sobre madurez. Al igual que Whitsell, la fruta es algo más alargada que Hass. Como Gwen, el radio promedio de la semilla es mayor que Hass. El color de fondo de la piel se acerca al verde oscuro.

Actualmente, dada su excelente productividad, los costos de producción por kilo de fruta serían los menores entre las variedades de palto existentes.

FLORACIÓN Y NECESIDADES DE POLINIZACIÓN

Las flores del palto van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula (racimo de racimos, que puede ser axilar o terminal; se estiman unas 200 flores por panícula). El palto produce o tiende a producir naturalmente la floración y fructificación en forma alejada del eje, generalmente, en el sistema de ramas más altas.

La inflorescencia termina normalmente en una yema vegetativa, la cual, salvo que el brote sea muy débil o que el árbol se haya debilitado después de la floración, empezará a crecer emitiendo hojas. Por ello, se puede decir que la floración es típicamente lateral, siendo la yema terminal la que se desarrolla vegetativamente.

Las flores son completas o perfectas, es decir, poseen androceo, gineceo, cáliz y corola; son pequeñas, miden 0,5 a 1,5 cm de diámetro cuando están completamente abiertas, de color verde amarillento y densamente pubescentes. El perianto

está formado por tres sépalos y tres pétalos. Cada uno de los sépalos se encuentra opuesto a un estambre interno, los estambres son 12. Cada uno de ellos posee cuatro sacos polínicos y cuatro valvas por donde se libera el polen. Los estambres se distribuyen en cuatro verticilios, con tres miembros por verticilio y se dividen en exteriores (los cuales no tienen nectarios), interiores con nectarios (bordes para que las abejas extraigan néctar) y falsos estambres. El ovario de la flor es súpero y normalmente en su interior se desarrolla un único óvulo, blanco y pubescente. El gineceo consta de un carpelo simple. El estilo es delgado y el estigma es lobulado.

La flor del palto produce un gran número de granos de polen, siendo la proporción polen/óvulo comparativamente alta. Según un estudio llevado a cabo en California, muestras de flores tomadas desde varias localidades han mostrado la presencia de granos de polen germinados en suficientes cantidades como para sugerir que la germinación del polen no es un factor limitante.

Las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en la formación del polen. El cv. Fuerte, por ejemplo, en el área costera de Los Angeles produce menos polen (4.733 granos de polen/flor) que muchos cultivares. En otras áreas de California, llega a producir en promedio hasta 9.747 granos de polen/flor.

Si las flores que abren primero en la inflorescencia cuajan, las flores que teóricamente podrían nacer al final de la floración no lo hacen, pues se caen. El palto tiene yemas de reserva bajo la inflorescencia, las que puede o no emitir. Si el año no es muy favorable (heladas), o se cortan las flores apicales en otoño, puede emitir flores un poco más abajo, pero si ya ha emitido flores en la punta, no va a emitir las en las yemas de más abajo de la inflorescencia, porque no las necesita. El árbol, al parecer, regula su carga por este

medio, debido a que el proceso diferenciativo es de alto costo energético.

Cuando culmina el proceso de la floración, ya se ha producido la fecundación y las primeras divisiones celulares del embrión que le siguen. En ese momento el fruto alcanza el estado fenológico de cuajado; de ahí en adelante comienza el proceso de desarrollo del fruto, el cual culmina con la madurez final del mismo que tiene un tiempo variable.

Después de cuajado el pequeño fruto, el delicado tejido embrional es fácilmente dañado y puede ser afectado por condiciones ambientales desfavorables de bajas o altas temperaturas, desecación, o deficiencias nutricionales que lo desintegrarán o lo harán abortar. Tal reacción probablemente causará que el pequeño fruto caiga o, en algunos casos, puede resultar en el subsecuente desarrollo de frutos sin semilla.

GRUPOS FLORALES

Las flores del palto muestran una marcada dicogamia, es decir, las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a destiempo, siendo el pistilo el que madura antes que los estambres, comportamiento conocido como protoginea. Este comportamiento, en condiciones ideales, es sincronizado en todas aquellas flores que abren en un mismo árbol y en un mismo cultivar. La sincronización es diurna para cada árbol. En general, esta dicogamia tiende a favorecer la polinización cruzada entre cultivares complementarios. De cierta forma, la planta trata de que no cuaje la flor por su mismo polen y por eso que supera la madurez del estambre a la del pistilo.

Estudios del comportamiento de las flores del palto, observan que éstas presentan doble apertura (diantesis); en una de las aperturas, las flores se comportan

como femeninas en un tiempo y en otro como masculinas. Posteriormente, se ha clasificado a las variedades de palto en dos grupos, A y B, cuya sincronización de estados masculinos y femeninos permite que ocurra una polinización cruzada. Esta clasificación se basa en el comportamiento de las flores en relación con el tiempo en que las flores presentan la dehiscencia de las anteras y la receptividad del estigma. Cuando Stout realizó el estudio para clasificar las variedades en los grupos A y B, prevalecieron días cálidos, secos, soleados y sin niebla durante las noches. El autor señala que el frío y el tiempo nublado retrasan la apertura y cierre de las flores de palto. La clasificación de las variedades de palto en los grupos A y B sólo es válida bajo ciertas temperaturas.

En las variedades tipo A, las flores abren primero en el estado femenino en la mañana (primera apertura floral), actuando exclusivamente como hembras con su estigma receptivo y las anteras sin producir polen. El pistilo está erecto y sobresaliente y el estigma o superficie receptiva del polen está brillante, blanco y receptivo en apariencia. En ese momento, la polinización puede realizarse con polen de cultivares del grupo B. Luego se cierran completamente y se reabren en el estado masculino en la tarde del día siguiente, presentado en ese momento el pistilo no receptivo.

Mientras el estado masculino comienza (segunda apertura floral), las anteras no tienen aún liberación de polen. La flor presenta un aspecto completamente diferente; el pistilo aparece cafésoso y deshidratado y las anteras son en este período la estructura sobresaliente. Tres anteras están erectas y arracimadas apretadamente alrededor del pistilo y las otras seis rodean el racimo en una posición levantada.

El polen está generalmente disponible a corto plazo una vez que el estado masculino comienza. Pequeñas valvas

abren por los lados de las anteras por curvamientos hacia afuera, observándose el polen adherido a las valvas o alejándose en pegajosas masas; éste no se adhiere a los estigmas desecados. Estos granos de polen germinan si ellos son colocados sobre el estigma de una flor receptiva.

En los cultivares tipo B, las flores abren primero en el estado femenino en la tarde, estando su estigma receptivo, pero las anteras no producen polen. La polinización es posible con polen de cultivares tipo A. Luego se cierran al final de la tarde y se reabren en el estado masculino en la siguiente mañana, actuando solamente como macho, ya que el estigma no está receptivo. Mientras las flores se cierran del estado femenino, el pistilo mantiene la estructura prominente de la flor. Las anteras están aún separadas del pistilo, aunque ellas están tal vez a una distancia un poco más corta. El polen no está disponible aún.

En ciertos días, después de vientos desecantes fríos o calientes, el estigma puede no estar receptivo la totalidad del tiempo que dura el estado femenino. El estigma aparece cafésoso, además de deshidratado, al microscopio las largas células bajo las cuales los granos de polen fueron depositados durante la polinización, están reducidas y muestran evidencia de daño. Intentos de polinización manual de los estigmas en este momento no resultan en cuaja de fruta.

Dentro de esta clasificación en variedades tipo A y B, los cultivares Bacon, Edranol y Zutano pertenecen al grupo B mientras que los cultivares Hass y Rincón pertenecen al grupo A.

Esta floración con dicogamia es raramente absoluta y suele ocurrir autopolinización. De este modo, los frutos producidos pueden resultar desde polinización cruzada o autopolinización.

Se ha descrito que gran cantidad de los estigmas permanecen blancos durante toda la segunda apertura floral. Además, la cantidad de estigmas que permanecen receptivos, blancos y frescos durante la segunda apertura floral (estado masculino), depende y varía grandemente entre cultivares. En algunos cultivares, ningún estigma permanece de este modo, mientras que en otros, unos pocos o muchos estigmas permanecen receptivos. Estudios realizados en Italia en variedades de la raza Mexicana, demuestran la presencia simultánea en la misma flor de anteras dehiscentes y estigma receptivo, siendo posible la autofecundación. A este fenómeno, se le define como dicogamia imperfecta y es atribuida a la presencia de temperaturas bajas o a que sea específico para la raza Mexicana. También se ha observado que el polen transferido por contacto directo hecho en la proximidad de las anteras al estigma, en el estado floral masculino, puede germinar y penetrar el estigma.

Sin embargo, según investigaciones realizadas en Israel, aun cuando la autopolinización en el estado masculino puede ocurrir, el tubo polínico no crece en las condiciones prevalecientes. Además se informa que los órganos femeninos tienen reducida fertilidad en el tiempo en que las flores abren al estado masculino.

INFLUENCIA DE LOS FACTORES CLIMÁTICOS

Temperatura

La dicogamia es afectada por la temperatura. Se ha observado una alta correlación entre la temperatura y la apertura de flores. Cuando a la apertura de flores le precede un día frío o nublado, con niebla o lluvia por la noche y, durante la apertura se mantiene estas condiciones, el tiempo para los dos períodos de apertura en las variedades del tipo A es exactamen-

te lo inverso: el polen es liberado durante la mañana y la fase femenina se presenta durante la tarde. Por otra parte, las variedades del tipo B, en condiciones ambientales similares, no tienen el estado femenino y las flores no abren completamente.

El frío y la lluvia demoran la apertura y cierre de las flores; con temperaturas altas y luz solar, el ciclo floral se desarrolla rápidamente. Los cambios en el clima ocasionan el traslape de las flores en sus fases durante cortos intervalos de tiempo, de tal forma que se facilita la transferencia de polen desde flores en estado II (masculinas) al estado I (femeninas).

La temperatura puede hacer que el árbol florezca en forma irregular, ya que el palto tiene períodos bien definidos de floración para cada variedad y zona. Cualquier cambio en el clima afecta la continuidad, regularidad y secuencia del ciclo floral.

La duración de la floración es una función del grado en el cual ella esté sincronizada por fuertes señales climáticas, especialmente frío durante la etapa de inducción, pero también temperaturas cálidas durante el reventón de yemas y fase de desarrollo de la inflorescencia. No obstante, en general, si no hay un accidente climático, el palto emite flores en un período que dura 3 a 4 meses y ello varía con los cultivares. Así, las variedades mexicanas producen flores más temprano y las variedades guatemaltecas como la Hass, lo hacen hacia el final de la temporada. Temperaturas subsecuentemente frías pero variables de primavera temprana, resultan en prolongar la floración tanto que la edad de la fruta puede diferir por mucho más de 2 meses en un mismo árbol. Esto complica la cosecha, y es la causa de parte de los problemas de exportación, especialmente para áreas de crecimiento más cálidas.

Altas temperaturas estimulan el crecimiento vegetativo a expensas del desarrollo reproductivo de flores y la fruta desarrollada es abortada por el árbol. Bajas temperaturas, a su vez, son particularmente nocivas, ya que menos del 10% de las flores presentan el estado femenino.

Trabajos en Israel con el cv. Fuerte demuestran que aquellos árboles que tienen gran cantidad de flores no tendrán necesariamente una gran cuaja y producción. En cambio, una floración que se prolonga desde principio hasta el final de la temporada, sin ser nunca muy abundante, producirá mucha más fruta que una floración intensa y violenta, que viene de golpe en un corto período, ya que en este último caso se agotan las reservas del árbol, especialmente de carbohidratos, elementos minerales y hormonas del crecimiento, los cuales podrían aumentar la cuaja de fruta en este período de desarrollo crítico.

Se ha informado que la variedad Hass produce consistentemente más fruta que la variedad Fuerte; esto puede deberse, en parte, a una penetración más eficiente del saco embrional en Hass. Una razón adicional puede ser la mayor tolerancia de Hass a un rango mayor de temperatura; por ello, es posible que haya una diferencia fisiológica en la respuesta a la temperatura entre los cultivares tipo A y B. De este modo, la elección del cultivar predominante debería depender, al menos en parte, de la temperatura durante la floración en el área considerada.

Viento

El viento es otro factor climático de importancia en la producción de paltas, ya que provoca una serie de alteraciones en la cuaja y calidad de los frutos. Vientos superiores a los 10 m/h limitan el vuelo de los insectos y, si estos vientos son secos y deshidratantes, también influyen negativa-

mente la fecundación. Además, si las condiciones ventosas son frías, puede reducir la cuaja por restricción de vuelo de abejas y del crecimiento del tubo polínico.

Al respecto, se señala que pequeñas variaciones de temperaturas pueden determinar que en un huerto cuajen flores y en otro huerto vecino no, o que aun dentro de un mismo huerto no cuaje bien una variedad. Estas pequeñas variaciones de temperatura pueden ser creadas por vientos fríos que soplan desde la costa, lo que es frecuente que suceda en la zona de Quillota (V Región, Chile). Esto provoca que en huertos no protegidos del viento no cuajen las flores y haya muy poca fruta, porque estas pequeñas variaciones de temperatura, a las cuales son muy sensibles los paltos, no existen frecuentemente en aquellas regiones de donde es natural esta especie (México y Centro América, regiones donde el palto alcanza mayores producciones).

Los estudios han mostrado un beneficio considerable de las cortinas cortavientos de una variedad polinizante; esto puede deberse al movimiento de polen por las abejas, pero también puede estar relacionado con la distribución del polen por el viento. El microclima en las filas inmediatas junto a las cortinas es posiblemente más conducente a ambos: vuelo de abejas y crecimiento del tubo polínico. En el caso de existencia de cortinas de árboles polinizantes, la investigación sugiere que el movimiento primario de polen de una cortina es por abejas más que por el viento, ya que el polen de las flores de palto es pesado y pegajoso y no es liberado rápidamente en el aire.

Humedad Atmosférica

Los resultados de experimentos permiten atribuir gran importancia al estado higrométrico de la atmósfera como responsable del grado de receptividad del estig-

ma. Cuando la humedad relativa cae por debajo de cierto límite (50%), comienza a producirse un progresivo decaimiento de los líquidos del estigma y la germinación de los granos de polen llega a ser problemática, o incluso totalmente imposible. Esta es la razón de la escasa productividad del palto en algunos climas semi-desérticos, incluidas algunas áreas de Israel (fenómeno que tiene lugar algunos años).

Al respecto, se informa que probablemente existe una correlación entre la deposición de polen y las condiciones de humedad, especialmente considerando la capacidad secante del aire. El autor señala que la superficie estigmática, en todos los cultivares observados, tiende a mantenerse blanca durante la I y II apertura, mientras la humedad relativa se mantiene alta (80 a 95%) y los vientos son ligeros (<14,4 km/h). Los estigmas pueden secarse rápidamente durante la segunda apertura floral cuando frentes fríos van muy secos (40 a 75% HR) y/o con días ventosos (>25,2 km/h). En condiciones extremas, los estigmas se secan incluso durante la primera apertura. En las condiciones de humedad encontradas en el Sureste de Florida, la autopolinización es un fenómeno que puede ocurrir, especialmente en plantaciones en bloques sólidos, no requiriendo transferencia de polen desde flores en estado II a flores en estado I; esto podría ocurrir durante el estado II dentro de la misma flor.

Variabilidad entre cruzamientos involucrando variedades tipo B se puede deber a la condición de humedad en el ambiente. En días cubiertos, se observa que la apertura de las flores al estado hembra de ambos tipos de flores se retrasa por sobre 3 horas. En las variedades tipo B, esto significa que el crecimiento del tubo polínico ocurre durante el atardecer, cuando las temperaturas descendientes pueden ser demasiado bajas para su eficiente crecimiento.

POLINIZACIÓN, FECUNDACIÓN Y CUAJA

Lograr una adecuada producción en paltos depende de una exitosa inducción, diferenciación, polinización y cuaja en determinadas condiciones ambientales y cualquier problema en estos procesos tendrá un efecto detrimental en la producción, no pudiéndose solucionar, una vez hecho el daño, con algún manejo alternativo. La cuaja es el factor fundamental que afectará el éxito de un cultivar en una región determinada.

La polinización conduce a la fertilización y ésta determina el éxito en la formación de fruta en la mayoría de los cultivos. De este modo, en cultivos tales como el palto, donde existe un definitivo mecanismo de polinización abierta, la falta de polinización puede limitar seriamente la formación de fruta. Por otro lado, un aumento en la polinización puede brindar un aumento en la producción del cultivo.

No todos los granos de polen que germinan en el estigma de las flores de palto logran que sus tubos polínicos lleguen al ovario. El crecimiento del tubo en el pistilo es altamente competitivo y sólo uno o dos tubos polínicos alcanzan normalmente el ovario, aunque muchos granos de polen pueden germinar en el estigma. La selección tiene lugar en la mitad superior del estilo.

Existe un evidente control genético sobre el crecimiento del tubo polínico en el pistilo; sin embargo, se ve que el número de ellos es más dependiente del parental femenino que del masculino.

Con la posible excepción del cv. Bacon como parental femenino, no se observa diferencia entre la polinización con polen de cultivares tipo A y B. En cruzamiento dirigidos (con los cultivares Edra-nol, Ryan, Hass, Reed, Talbot, Jalme, Fuerte, Bacon y Sharwil) no hay evidencia

de incompatibilidad sexual entre el grano de polen y el pistilo en ninguna de las combinaciones examinadas; es decir, todos tienen compatibilidad cruzada. En los cruces analizados, no hay diferencia entre el polen de la misma variedad, de una variedad diferente, o de una variedad de diferente tipo de floración complementaria. Aunque existe aún la posibilidad de mal funcionamiento del proceso de fertilización y aborto de óvulo o endosperma, los resultados sugieren que el genotipo del polen no es de primera importancia en la producción de paltas. La consideración más importante es probablemente asegurarse de interplantar variedades que se traslapen en el período de floración, y sean de tipo de floración complementaria tanto que el polen esté disponible en cualquier momento en que las flores femeninas estén abiertas.

Sí se ha visto que existen diferencias en la fertilidad femenina, por ejemplo, el cv. Fuerte tiene una mayor proporción de embriones defectuosos al compararlo con Hass, por lo que tendrá una menor proporción de fruta fertilizada.

Polinización e insectos polinizantes en palto

Generalmente son las abejas las que llevan el polen de una flor a otra. Ellas visitan las flores de palto para alimentarse de sus nectarios. Se ha visto que aun cuando se tengan árboles de un mismo cultivar, al colocarles colmenas durante el período de floración producen más que sin ellas. La presencia de abejas en los huertos de paltos es necesaria para lograr una adecuada cosecha, tanto en huertos donde hay una sola variedad que fructifique por sí sola, como donde se tienen dos que se complementan en su polinización.

Los cultivares de palto se benefician por la presencia de variedades polinizantes para la variedad principal.

Las abejas son de gran ayuda en la polinización del palto, principalmente si hay traslape en el ciclo floral. Las abejas son más frecuentes en los árboles de palto desde las 11:00 a las 14:00 horas, que es el tiempo en que el estado masculino y femenino de las flores tienen más probabilidades de traslape.

Además, se ha visto que el polen tiene una viabilidad cercana a las 72 horas, lo cual permite que, aun cuando no hubiese coincidencia de flores femeninas con masculinas a la misma hora, las abejas puedan polinizar flores femeninas con polen que recolectan de flores en estado masculino en otras horas del día. El polen permanece activo durante 5 ó 6 días, con temperaturas comprendidas entre 20,6-32,8°C y con humedades relativas entre 57 y 63%. Manteniéndolo a 4°C de temperatura y 23% de humedad relativa puede conservarse casi un mes; esto induce a pensar que la baja productividad que se da, con frecuencia, en el palto no es atribuible a que el polen pierda la actividad, ni siquiera en condiciones ambientales poco propicias.

Las abejas son el principal agente polinizante en paltos, descartando la posibilidad que se dé por gravedad o por el viento. El polen del palto es demasiado pesado y pegajoso para ser llevado por el viento. Sin embargo, cierta evidencia fue presentada en el II Congreso Mundial de Paltos (1992), en el cual la polinización y la cuaja de fruta fueron monitoreadas sobre brazos encerrados en bolsas, advirtiéndose que la transferencia de polen no requería grandes o pequeños insectos voladores. La deposición de polen dentro de las bolsas protectoras fue igual que fuera de las bolsas. El viento parece ser el agente polinizador primario en Florida; esta conclusión fue avalada por el descubrimiento de que el polen de seis cultivares examinados en Florida, no es adhesivo, aunque sí cohesivo, debido a humedad en la dehiscencia, luego se seca y es dispersa-

do, siendo transferido sobre el estigma adyacente en la flor. Así, la autopolinización parece ser el principal medio de polinización en esas condiciones. Esta conclusión es corroborada por la observación de una mayor cuaja de fruta que ocurre en aquellas porciones de los árboles expuestas al viento durante el período de floración. Esta evidencia mostró claramente que un adecuado porcentaje de estigmas de palto reciben polen, ya sea por transferencia directa o a través de la asistencia de insectos visitantes.

Las abejas no trabajan tan eficientemente en las flores de palto como en las de otros frutales, ya que son atraídas por flores de malezas que crecen en los huertos.

El hecho que la abeja melífera sea el mayor polinizador, facilita la manipulación de la polinización por medio de la provisión de colmenas durante la floración. Sin embargo, esto no parece ser un avance tan directo como en otros frutales tales como peral, damasco, etc, donde las flores son altamente atractivas. Las flores del palto son relativamente no-atractivas, llegando a ser amarillo-verdosas, mezclándose bien con el follaje. Incluso cuando las colmenas están colocadas en los huertos de paltos, el resultado de coleccionar los pellets de polen indica que una alta proporción de las abejas parece ser atraídas por otros cultivos que crecen en el área tales como cítricos y vid. De modo que es importante el considerar este aspecto cuando se introducen colmenas de abejas en los huertos de paltos.

El éxito de una buena polinización cruzada está dado por una buena cantidad de abejas por hectárea y, que las colmenas se coloquen, en lo posible, poco antes que los árboles comiencen a florecer.

Las visitas de abejas por área (4,03 visitas/h m² de canopia), muestran un significativo aumento (20,4 visitas/h m²) como

resultado de introducir dos colmenas por hectárea. El resultante aumento de frutos/árbol es significativo; sin embargo, no hay diferencia significativa en el peso promedio de la fruta. Además, no se produce un aumento significativo en la cantidad de fruta/árbol como resultado de un aumento en la densidad de la colmena de 2 a 3, pero la mayor densidad de colmenas trae consigo un significativo aumento en el peso promedio de los frutos individuales, mejorando el tamaño de la fruta; sin embargo, no hay diferencia significativa en el peso promedio de la fruta. Además, no se produce un aumento significativo en la cantidad de fruta/árbol como resultado de un aumento en la densidad de la colmena de 2 a 3, pero la mayor densidad de colmenas trae consigo un significativo aumento en el peso promedio de los frutos individuales, mejorando el tamaño de la fruta. Esto puede deberse al aumento de oportunidad de polinización cruzada (intervarietal) como resultado del gran número de abejas en el huerto. El aumento en la polinización cruzada puede ser llevado a cabo por abejas visitando más variedades de palto en huertos mixtos.

Inflorescencias que han sido cubiertas con bolsas tienen una pequeña proporción de pistilos con tubos polínicos en sus bases. Las bolsas cerradas no permiten que polen externo alcance el interior de ellas. Sin embargo, pueden haber unas pocas flores cambiando a la fase masculina fuera de secuencia en esas bolsas tal que se libera algo de polen. El movimiento de las bolsas con las inflorescencias por el viento puede causar que algo de este polen se deposite sobre los estigmas, lo cual puede explicar la pequeña proporción de pistilos polinizados dentro de las bolsas. Sin embargo, una proporción significativamente más alta de flores que no han sido cubiertas con bolsas tienen tubos polínicos en sus bases, indicando así la importancia de las visitas de los insectos para la efectiva transferencia de polen.

Polinizantes y su utilización en plantaciones de paltos

Al ser considerado el palto una planta de polinización cruzada, dada la sincrónica dicogamia natural de su floración, para asegurar una adecuada polinización y óptimas producciones, es recomendado la plantación de dos cultivares complementarios en el mismo cuartel, postulándose que cuando dos cultivares de flores complementarias se encuentran en proximidad, suele ocurrir polinización cruzada en un alto porcentaje y, la mayoría de las semillas producidas son de origen híbrido.

La consideración más importante a tener en cuenta en la elección del cv. polinizante es asegurar que los cultivares se traslapen en el período de floración y que sean de floración complementaria, para que el polen esté disponible cuando las flores femeninas estén abiertas. La mayor consideración en elegir la variedad polinizante ha sido el valor comercial de la fruta y el traslape del tiempo de floración. Lo último no es un gran problema, ya que los períodos de floración de la mayoría de las variedades se extiende durante varios meses y sucede suficiente traslape entre la mayoría de las variedades. Desde que Hass ha sobrepasado a otras variedades en importancia, el precio obtenido por los frutos de variedades polinizantes como Bacon, a veces no ha pagado los costos de recolección.

Ha sido una práctica común el plantar cortinas de variedades polinizantes para dar polen a la variedad principal. El injertar parte del árbol de la variedad principal con la variedad polinizante es un método que funciona, pero que no es práctico por los problemas que acarrea, como cosechar fruta de las ramas del polinizante y, que estas ramas injertadas pueden sobrecrecer respecto de la variedad principal, o viceversa.

Un alto porcentaje de frutos híbridos no asegura necesariamente una alta producción. Sin embargo, generalmente un aumento sustancial en los rangos de polinización cruzada puede asumirse de estar acompañado de un significativo aumento en la producción de fruta. Se ha demostrado que existe una correlación entre los rangos de polinización cruzada y producción en Hass.

La variabilidad anual en las producciones se puede explicar, parcialmente, por la polinización cruzada. Es posible que los beneficios de la polinización cruzada se presenten más fuertemente en algunos años que en otros. En años donde un huerto dado tiene un considerable traslape entre las flores en estados I y II, puede haber poca necesidad de polinización cruzada. Pero en años donde la temperatura provoca una fuerte separación de estados, es importante tener ambos estados florales en el huerto. Este argumento podría avalar la plantación de árboles polinizantes como medida de seguridad para años cuando el traslape de floración no ocurre.

Se han realizado muchos estudios para identificar el efecto de diferentes cultivares de palto sobre la productividad de otros.

Usando estudios de producción, se ha descubierto que árboles de palto plantados adyacentes a (o injertados con) un cv. complementario, tenían en forma significativa, producciones más altas, probablemente a causa de la polinización cruzada entre ellos. Aunque los estudios implican claramente polinización cruzada como el factor primario en las mayores producciones, en ese entonces no había métodos disponibles para medir directamente los rangos de polinización cruzada.

Cuando muchos cultivares son plantados adyacentes a un cultivar principal, se obtienen altas y significativas pro-

ducciones. El efecto está limitado, sin embargo, a las primeras hileras adyacentes al donador de polen, especialmente los que tienen brazos traslapados. La polinización cruzada podría ser la principal causa del aumento en las producciones. Se sugiere que esto se debe al modelo de cosecha del principal polinizador del palto: la abeja melífera. El limitado efecto del polen parental sobre la producción que había sólo en la primera hilera, convenció a los autores que la polinización cruzada puede ocurrir sólo cuando el árbol donador de polen está adyacente al árbol polinizado, indicando que una distancia de 100 m puede descartar la posibilidad de indeseable polinización cruzada, para propósitos de cruzamiento. Pero tales conclusiones se basan en evidencia indirecta, tal como diferencia en producción.

Distancias de sobre 80 m se consideran adecuadas para evitar la polinización cruzada por abejas. Sin embargo, se señala que polinización cruzada en palto puede ocurrir incluso sobre varios cientos de pies de distancia desde la fuente donadora de polen.

Al respecto, se informa que huertos plantados solamente con Hass cercanos a un huerto de Ettinger mostraron durante cuatro años seguidos un significativo aumento en la producción en los árboles más cercanos a aquellos de Ettinger hasta una distancia de 18 m, y esto disminuyó mientras aumentaba la distancia. Las hileras de Hass bordeando a los árboles Ettinger produjeron 17 a 20 ton/ha anualmente. A una distancia de 50 m, la producción disminuyó a un nivel de 8-10 ton/ha. Más allá de 50 m de los Ettinger, la producción decreció a 5 ton/ha. Este efecto fue observado durante cuatro años. Para confirmar el efecto de polinización de Ettinger sobre Hass, se realizaron análisis isoenzimáticos. Los resultados mostraron polinización cruzada en un 90% de los frutos de Hass generados por polinización con Ettinger,

probando así la debilidad de Hass como autopolinizante.

Sin embargo, durante muchos años ha sido bien conocido que los cultivares de palto pueden dar buenas cosechas sin el beneficio de la polinización cruzada y se ha informado que grandes bloques sólidos de Hass o de un solo cultivar con escasa actividad de abejas producen también como huertos interplantados con cultivares complementarios, ya que se ha encontrado que no todas las flores están a una misma hora en una misma condición. Más o menos a medio día se produce, en un mismo árbol, un sobrecubrimiento de flores en diferentes estados y, mientras más fresco o nublado y frío sea el clima, más parece encontrarse un estado con otro. Durante estos períodos, las inflorescencias pueden mostrar flores en ambos estados, I y II al mismo tiempo, tal que se facilita la autopolinización por insectos que transfieran polen desde flores en estado II a flores en estado I. De este modo, los frutos pueden resultar ya sea de autopolinización, o de polinización cruzada.

Sin embargo, sólo las variedades tipo A tienen traslape de los períodos en que los dos estados florales están en el mismo árbol. Además, el grado de traslape es diferente entre cultivares.

Una forma de explicar el buen rendimiento obtenido en huertos que son 100% Hass, es porque árboles complementarios pueden estar a una distancia considerable desde la variedad principal y aún proveer polen para ellos. La mayoría de los huertos, incluso los bloques sólidos de Hass, tienen algunos árboles de otras variedades, árboles de semilla o árboles que han sido dañados por heladas u otras causas presentando rebrotes desde el patrón. La totalidad de ellos pueden proveer polen para cruzamientos.

Al respecto, hace al menos una década, la producción de paltas/ha ha decli-

nado año a año, estadística y misteriosamente en California. Según el autor, esto se debe a que los árboles de las variedades productoras "piden prestado" polen desde árboles complementarios distantes. Pero mientras el cambio hacia Hass continúa, así deberá disminuir la producción hasta que la polinización cruzada caiga a cero y la producción alcance un piso de producción, en las condiciones de inadecuada polinización y alta caída de frutos pequeños. Se ha visto que las más bajas producciones son aquellas en que sólo se ve Hass en muchas millas a la redonda. Como se sabe, el polen puede viajar cientos de metros desde las variedades complementarias, unos pocos árboles bien espaciados por huerto de Hass podrían hacer una tremenda diferencia en la producción de este cultivar.

Influencia del polen parental en la fecundación

Antecedentes previos indican que algunos cultivares son mejores donadores de polen que otros. Por ejemplo, Ettinger, un cv. israelí, se ha revelado ser un donador de polen superior para Hass y muchos otros cultivares. Frutos de polinización cruzada de Hass polinizados con Ettinger sobreviven mejor a la madurez que los de sí mismo. La polinización cruzada, en ese caso, es un importante factor para maximizar la productividad.

Blumenfield, A. and Gazit, S. 1974. Development of seeded and seedless avocado fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99: 442-448.

Calvert, E.J. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto cv. Fuerte para la zona de Quillota, V Región. Tesis Ing. Agr. U. Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía, Quillota. 128 p.

Davenport, T.I. and Lahav, E. 1992. Is a pollinator required to maximize avocado production?. *Proc. of Second World Avocado Congress, California.* pp. 667-668.

Gardiazábal, F. y Rosenberg, G. 1990. Cultivo del Palto. U. Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía, Quillota. 210 p.

Goldring, A.; Gazit, S. and Degani, C. 1987. Isozyme analysis of mature avocado embryos to determine outcrossing rate in a Hass plot. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 112: 389-392.

Nirody, B. 1922. Investigations in avocado breeding. *California Avocado Society Yearbook* 6: 65-78.

Ish-am, G. and Eisikowitch, D. 1991. New insight into avocado flowering in relation to its pollination. *California Avocado Society Yearbook* 75: 125-137.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bekey, R. 1989. To be or not to be. Pollination of avocados. *California Grower* 13(2): 30-32



TÉCNICAS DE PROPAGACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE PLANTAS DE PALTO DE OPTIMA CALIDAD

Mónica Castro V.
Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso

La propagación del palto puede realizarse a partir de un portainjerto propagado por semilla y su posterior injertación con la variedad comercial, siendo ésta la técnica utilizada en los viveros de nuestro país; o bien, puede ser llevada a cabo a través de técnicas clonales, como la propagación por etiolación y acodo o la propagación por estacas, técnicas que no se utilizan comercialmente en Chile.

PROPAGACIÓN POR SEMILLA

La propagación tradicional de palto comprende las siguientes etapas:

- Obtención de semillas
- Siembra
- Crecimiento de portainjertos
- Injertación
- Crecimiento del injerto
- Planta terminada

Obtención de semillas

Las semillas deben obtenerse de árboles sanos y vigorosos; de frutos que no hayan caído al suelo donde podrían infectarse con hongos como *Phytophthora cinnamomi* y, que hayan alcanzado su madurez fisiológica. Además, se deben descartar las semillas muy pequeñas para la variedad, ya que dan plantas de poco vigor.

Lo más común en Chile es usar semillas de la variedad Mexicola, porque dan cierto vigor y uniformidad en vivero. La obtención de frutos de esta variedad se realiza entre los meses de abril y mayo. En otros países como Estados Unidos e Israel, se utilizan como portainjertos selecciones que presentan algunas características especiales como la resistencia a enfermedades o a salinidad.

Una vez removidas las semillas de los frutos de Mexicola, éstas pueden almacenarse en un lugar fresco y seco durante 2 a 3 semanas.

Siembra

Previo a la siembra se debe realizar un preacondicionamiento a las semillas, ya que éstas contienen inhibidores bioquímicos en la testa y barreras mecánicas dado por el tamaño de los cotiledones, factores que dificultan la germinación.

En la actualidad, en los viveros comerciales se practica un pretratamiento a la siembra que involucra la remoción de la testa y corte basal de 1 a 2 cm y apical de 0,5 cm. Posterior a este preacondicionamiento, las semillas se desinfectan con algún fungicida, para prevenir la caída de plántulas.

La siembra puede ser directa en contenedores, o bien con semilla pregerminada. En la siembra directa la semilla se

ubica sobre la superficie del sustrato, apoyando su base y enterrándola de modo que la parte superior quede a ras del suelo. Las bolsas deben regarse antes y después de la siembra, para darle humedad al sustrato y evitar bolsones de aire que dificulten la germinación.

Una vez sembrado, las canchas se tapan con un plástico con el fin de aumentar la temperatura y favorecer la germinación. Este plástico se retira una vez que las plántulas emergen, lo que ocurre a los 30 a 45 días de realizada la siembra; y se dejan crecer las plantas en forma libre hasta la época de injertación. Si se utiliza la pregerminación de semillas, se colocan cuatro a cinco capas de semillas en una cama con una mezcla liviana, que puede ser turba-arena (1:1) o turba-perlita (1:1).

Una vez que la radícula alcanza 2 cm de longitud las semillas son retiradas y seleccionadas para eliminar las que no germinaron, para luego ser ubicadas en los contenedores. Se debe tener la precaución de no deshidratar ni romper la radícula. Para esto, la semilla se sobrepone en la bolsa y se rellena con el sustrato, de modo de evitar pérdida de plantas y posterior eliminación de bolsas. Los contenedores utilizados son de polietileno negro de 7 a 10 litros de capacidad; y el sustrato compuesto por 1/3 de suelo franco-arcilloso, 1/3 de arena y 1/3 de tierra de hoja, previamente esterilizada.

Un factor importante a considerar es la salinidad del sustrato, por lo que se deben utilizar suelos con una C.E. menor a 2 mmhos/cm y agua de riego con una C.E. menor a 0,75 mmhos/cm. Otro factor importante es el pH. Con un pH ligeramente ácido (aproximadamente 6,0) se obtiene en menos tiempo plantas con diámetro y altura adecuada para la injertación.

Crecimiento de portainjertos

La fertilización de los portainjertos generalmente no se realiza, pero puede hacerse a base de Urea. Pueden ocurrir deficiencias de fierro, por lo que se aplica Quelato de Fierro, incorporado al suelo disuelto en agua.

El riego se puede realizar con un sistema presurizado con espagueti, o bien con manguera.

En general, hay un 10% de pérdida de portainjertos por causa de albinismo, enanismo y arrosamiento (se supone virosis) y pudriciones.

Injertación

Una vez que los portainjertos alcanzan 0,6 cm de diámetro a 20 cm de altura del suelo, están aptos para ser injertados, pudiendo realizarse esta práctica en nuestro país en dos épocas del año. La primera época, que es la más utilizada en Chile, corresponde a fines de noviembre y todo el mes de diciembre, una vez terminada la brotación fuerte de primavera. La segunda época corresponde al mes de febrero y marzo, situación por la cual las yemas quedan generalmente "dormidas" brotando a la primavera siguiente.

El tipo de injerto mayoritariamente utilizado es el de empalme lateral o de costado, con púa terminal, pudiendo también usarse el de yema en T.

El material para injertar debiera obtenerse de árboles madres identificados y sanos para evitar la transmisión de enfermedades. El mejor material es aquel que presente sus yemas hinchadas y que no sea muy tierno ni demasiado lignificado.

Lo ideal es ocupar las puas inmediatamente después de obtenidas y, para evitar su deshidratación se deben mante-

ner en un lugar fresco, siendo fundamental cortar las láminas de las hojas dejando el peciolo.

Al momento de injertar se eliminan todas las hojas bajo los 20 cm para facilitar el manejo de injertación. La púa a injertar es de 2 a 3 yemas, siendo muy importante, como en todo injerto, que el corte sea parejo para que se produzca un buen contacto cambial.

A los 7 a 10 días de realizada la injertación, los patrones en que ha prendido el injerto son decapitados a 15 cm sobre éste, dejando un trozo al cual se amarra posteriormente el injerto para que crezca con un ángulo no muy abierto. Además, se desbrota, dejando la última yema que luego se va pellizcando, de modo de forzar la brotación de la púa injertada.

En otros países como España, se está realizando el injerto de cuña o hendidura, con buenos resultados, teniendo la ventaja del ahorro en mano de obra al evitarse la amarra al portainjerto.

Crecimiento del injerto

Una vez que el injerto ha brotado y alcanza los 15 a 20 cm de altura, comienzan las fertilizaciones periódicas al suelo a base de urea.

A medida que el injerto va creciendo, se deben ir eliminando los brotes que salgan del portainjerto, para evitar la competencia con el crecimiento de la variedad.

Planta terminada

Una planta se considera terminada cuando el brote del injerto alcanza una altura entre 30 a 60 cm, dependiendo de la variedad.

La duración de todo el proceso de propagación fluctúa entre 16 y 18 meses si se utilizó la primera época de injertación (noviembre-diciembre), y hasta 20 a 23 meses si se utilizó la segunda época de injertación.

PROPAGACIÓN CLONAL

La necesidad de una propagación clonal surgió entre los viveristas hace más de 40 años. Al aparecer, los primeros portainjertos fueron resistentes a *Phytophthora cinnamomi*, en los cuales la característica de resistencia se mantenía sólo en un 25% de la progenie, al utilizar reproducción sexual.

Propagación por etiolación y acodo

La propagación de estos portainjertos clonales se realiza a través de la "técnica de etiolación", descrita por Frolich y Platt (1971), la que se utiliza a nivel comercial en los viveros de palto de Estados Unidos. Actualmente, existe una derivación de la técnica, la que ha sido patentada (Brokaw, 1987).

La metodología consiste básicamente en injertar el portainjerto resistente sobre patrón franco. Los brotes originados del portainjerto resistente se etiolan y son forzados a enraizar con auxinas y un anillo metálico que estrangula la unión con el portainjerto de semilla. Al desarrollarse la parte aérea a partir del portainjerto clonal, éste es injertado con la variedad comercial deseada. Entre las desventajas de este proceso se cuenta su elevado costo, ya que supone un alto requerimiento de mano de obra especializada, infraestructura para etiolación y un largo tiempo para producir una planta comercial (24 a 36 meses) (Brokaw, 1987).

Propagación por estacas

La propagación por estacas es una técnica que no ha podido ser aplicada a nivel comercial, debido a que los resultados de las investigaciones han sido erráticos, con éxito sólo en algunos cultivares.

La formación de raíces en propagación por estacas es altamente dependiente de la retención de hojas. El papel de éstas estaría dado por el aporte de carbohidratos y reguladores del crecimiento para la rizogénesis, así como de promotores del crecimiento no identificados (Raviv y Reuveni, 1984).

Cutting y Van Vuuren (1988) desarrollaron un método de propagación por estacas, que consiste en asperjar a las plantas madre con ácido giberélico (GA3), para inducir un vigor "juvenil" en el siguiente "flush" de crecimiento. Las aplicaciones de GA3 producen un crecimiento vegetativo vigoroso y una menor dominancia apical. Al tratar con 0,2 - 0,3% de ácido indolbutírico se logra un 80% de iniciación radical, después de 120-150 días bajo neblina artificial con calefacción basal.

REINJERTACIÓN

Un tema que se relaciona en forma indirecta con la propagación es la reinjertación de árboles adultos. Esta práctica se realiza cuando se desea cambiar de variedad, ante lo cual existen dos posibilidades:

- Rebajar el árbol e injertar de corona con estacas directamente sobre la rama gruesa; esto se realiza generalmente en

agosto con material de la temporada anterior.

- Rebajar el árbol y esperar que emita crecimientos vigorosos a partir del cuello; y sobre éstos injertar de empalme de costado con púa terminal, labor que se realiza en el mes de diciembre o enero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Brokaw, W.H. 1987. Avocado clonal rootstock propagation. Proc. Intern. Plant Prop. Soc. 37: 97-103.

Cutting, J.G.M. and Van Vuuren, S. P. 1988. Rooting leafy non-etiolated avocado cuttings from gibberelin-injected trees. Scientia Horticulturae. 37: 171-176.

Frolich, E.F. and Platt, R.G. 1971. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. Calif. Avocado Soc. Yearb. 55: 97-109.

Gardiazábal, F. y Rosenberg, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica del Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201 p.

Hartmann, H. T. ; Kester, D.E. and Davies, F. T. 1990. Plant Propagation. Principles and Practices. 5th. De. Englewood Cliffs. Prentice Hall Career & Technology. 647p.

Raviv, M. and Reuveni, O. 1984. Mode of leaf shedding from avocado cuttings and the effect of its delay on rooting. Hort. Science 19 (4): 529-531.

PORTAINJERTOS, UNA NUEVA ALTERNATIVA PARA CHILE

Thomas Fichet L.
Depto. Producción Agrícola
Universidad de Chile

El desarrollo del árbol, su precocidad y productividad, entre otros factores, dependen en gran medida del portainjerto, lo cual ha sido demostrado en muchas especies como pomáceas, cítricos, frutales de carozo, etc. Sin embargo, en palto, aún se ha trabajado poco sobre este tema. Quizás el problema más importante que ha motivado la búsqueda de patrones para palto sea la alta susceptibilidad de esta especie a *Phytophthora cinnamomi* R. En California solamente, se estima que anualmente se pierden alrededor de 30 millones de dólares por efecto de este hongo. Ello ha provocado que la Universidad de California dedique gran parte de su investigación al objetivo de buscar portainjertos tolerantes a *Phytophthora*. En este campo es notable el aporte que ha realizado y sigue realizando el Profesor Emérito de Riverside, George Zentmyer, quien ha dedicado gran parte de su vida a recorrer diferentes países de América Latina en busca de nuevas especies de *Persea* que presenten tolerancia a este hongo. El segundo problema que afecta a los paltos es la susceptibilidad a la salinidad y, en algunos países como Israel, gran parte de su investigación está enfocada a portainjertos tolerantes. Sin embargo, este es más bien un problema momentáneamente secundario, siendo las pudriciones de raíces el principal problema limitante en palto, tanto en California como México, Centro América, Brasil, Colombia, Sudáfrica, Argentina y Australia, entre otros. Otras características que se han buscado en los portainjertos han sido tolerancia al frío, a suelos alcalinos y calcáreos y, efecto enanizante.

Actualmente en el mundo, cerca de un 90% de los patrones de paltos son producidos por semilla (vía sexual); esto debido esencialmente a la facilidad, rapidez y precio de la planta. Pero, lo más probable es que en un futuro muy cercano la producción asexual de portainjertos (clonal) tome un gran desarrollo en los países palteros. En efecto, este sistema es el único que garantiza un portainjerto de iguales características que la planta madre. El sistema tradicional de propagación (vía sexual) produce una gran heterogeneidad de plantas, tanto en vigor como en otros caracteres transmitidos como son tolerancias a determinados problemas. Muchos autores han comprobado que gran parte de la variación de producción se debe a este efecto de los portainjertos, tanto en California como en Israel.

PORTAINJERTOS TOLERANTES A *Phytophthora cinnamomi* R.

Las investigaciones en este campo llevan ya casi treinta años dirigidas por investigadores de la Universidad de California en Riverside. En un principio, la búsqueda se centró en una gran cantidad de *Persea* originarias de América Latina, como fueron: *P. borbonia*, *P. caerulea*, *P. durifolia*, *P. chrysophylla*, *P. skutchii*, *P. pachyposa*, *P. cinarescens*, *P. lingue*, etc.

Desgraciadamente, todas estas especies presentaron incompatibilidad con *P. americana*; sin embargo, se han guardado ejemplares para futuros trabajos de

hibridación. Incluso, en *P. borbonia* se pudo aislar una substancia tóxica para *Phytophthora*, llamada "borbonol".

La búsqueda siguió y es así que en la década de 1970 aparecieron los portainjertos de la serie Duke, de raza mexicana y originarios de California. Estos demostraron ser cuatro veces más tolerantes que la tradicional variedad "Topa Topa" que es la más utilizada en este Estado. En esta misma época los investigadores Frolich y Platt, en 1977, desarrollaron el sistema de propagación clonal de palto que permitió propagar vegetativamente los nuevos patrones, como el G 6, G 22, G 1033, Thomas, Toro Canyon, la línea G 755, la serie UCR, etc.

En general, no existe una resistencia a *Phytophthora* por parte de las nuevas selecciones, sino más bien una capacidad de generar mayor número de raíces de las que puede afectar el hongo, confiriendo así un mayor grado de sobrevivencia al ataque.

Duke 6. Fue una de las primeras selecciones de esta serie obtenida en la década de 1950. Si bien se comportó mejor que otras selecciones, como el Duke 5 y Duke Grace, al cabo de los años se ha demostrado que en condiciones de alta infestación de *Phytophthora*, como ocurre en países tropicales, es igualmente afectado por el hongo y a niveles similares a los portainjertos convencionales. Esto ha provocado que se haya dejado de utilizar. Asimismo origina plantas más desuniformes tanto en vivero como la variedad injertada sobre él.

Duke 7. Al igual que el anterior, este pertenece a antiguas selecciones de una variedad mexicana llamada Duke, originada en California en la década de 1920. En general, esta selección origina

buenas plantas de vivero, con buen crecimiento y una respuesta muy satisfactoria al enraizamiento. En zonas con alta pluviosidad como en Tucumán, Argentina, ha demostrado buena adaptación y desarrollo. Hoy día y sobre la base de la experiencia acumulada en diferentes países, se puede afirmar que este portainjerto sería el más recomendable. Es un poco menos sensible al problema de sales que la mayoría de los paltos de raza mexicana, pero poco recomendable para suelos ácidos, pesados, con mal drenaje o muy alcalinos. Dentro de los clones obtenidos en Riverside, junto con Toro Canyon, ha exhibido la mejor tolerancia a la salinidad.

Barr Duke. Corresponde a una selección bastante reciente de Duke 6. Se le considera con mayor tolerancia a *Phytophthora* que sus progenitores; incluso en investigaciones realizadas por la Dra. Arpaia en Riverside, se habría logrado identificar unas sustancias producidas por este palto que inhibirían el desarrollo de este hongo, llamadas fitoalexinas, lo que en cierto modo significaría que tendría un mecanismo de resistencia frente a la pudrición de raíces. Al parecer tendría, además, la cualidad de ser semienante; sin embargo, las características como productor de fruta aún están siendo investigadas en diferentes países.

D 9. Fue originado en Riverside, California, a través de irradiaciones de yemas de Duke. Es, al igual que el anterior, de bastante reciente introducción. Junto con Barr Duke, Thomas y Martín Grande, es uno de los de mayor tolerancia a pudriciones de raíces. Desgraciadamente, en ensayos realizados en Riverside la producción de Hass acumulada durante 7 años no ha sido la óptima y aún queda por debajo del tradicional Topa Topa, o de los clones Duke 7 y Borchard (Cuadro 1).

Martín Grande (G 755). Este palto fue recolectado en Guatemala en 1975 y corresponde a un híbrido natural entre *Persea americana* y *Persea schiedeana*. Este portainjerto presenta alta tolerancia a *Phytophthora* a través de un mecanismo con el cual retarda el desarrollo de las lesiones provocadas en las raíces por este hongo. Quizás éste sea uno de los más tolerantes junto con Barr Duke. Es algo más sensible a las bajas temperaturas que los de raza mexicana y bastante vigoroso, aunque parece adaptarse a una gama más amplia de suelos. Sin embargo, la variedad injertada sobre él presenta baja productividad. Actualmente existen tres líneas de Martín Grande, G 755A, G 755B y G 755C, siendo la C la más difundida. Desgraciadamente, en los últimos ensayos de productividad de un total de 7 años, quedan muy por debajo de Duke 7 o de portainjertos tradicionales (Cuadro 1).

G 6. Es de la raza mexicana, originario de Guatemala. Su tolerancia a *Phytophthora* es baja, menor incluso que Duke 7. También se ha mostrado con baja tolerancia a las sales. Todo ello lo ha llevado hoy día a ser cuestionado como posible portainjerto al igual que Martín Grande.

G 22. Corresponde a un híbrido de la raza guatemalteca. Actualmente también ha sido descartado por tener un comportamiento muy poco homogéneo en cuanto a tolerancia a la pudrición de raíces y producción.

Thomas. Es una selección de raza mexicana, originada en California y corresponde a un árbol de un huerto de Fuerte que sobrevivió en una zona de alta infestación de *Phytophthora*. Origina una planta de vigor medio, sin embargo no presenta una buena tolerancia a la salini-

dad, siendo su comportamiento similar a Martín Grande y Barr Duke en este aspecto. En cambio, es considerado de alta tolerancia a la pudrición de raíces. Aún no está claro cuál va a ser su eficiencia productiva, pero pareciera ser que tendría un buen futuro (Cuadro 1).

Toro Canyon. También pertenece a la raza mexicana y fue originado en California; al igual que Thomas, corresponde a un sobreviviente de una zona infectada con *Phytophthora* y tiene una tolerancia similar a Duke 7, considerada como intermedia a alta, sin embargo ha demostrado una muy buena tolerancia a niveles altos de Cl^- y Na^+ en el agua de riego (Cuadro 3). Pero posee baja tolerancia a suelos alcalinos y tiende a presentar deficiencias de hierro en esas condiciones. La variedad Hass injertada sobre él posee una productividad similar que sobre el tradicional Topa-Topa; sin embargo se ha mostrado con una alta eficiencia en relación a kilogramos de fruta producida por metro cúbico de canopia.

G 1033. Es de la raza guatemalteca, originado en Hawaii. Su comportamiento aún no es muy claro y por el momento la producción se ha mostrado errática y poco promisorio, y comparándolo con Thomas o Duke 7, estos últimos serían más indicados; pero, para afirmar esto se requiere de mayor investigación. Su tolerancia a *Phytophthora* es intermedia y, al igual que Toro Canyon, tiene poca tolerancia a suelos alcalinos, presentando deficiencias de hierro.

Borchard. Es de la raza mexicana, originado en California. Se ha mostrado como de muy buena productividad, siendo similar a Duke 7, pero más vigoroso; sin embargo, no presenta tolerancia a la pudrición de raíces. Aun así, de todos los portainjertos clonales de palto, por el

momento éste, junto con Duke 7, serían los más promisorios en cuanto a producción de fruta. Tampoco se ve afectado por altos niveles de salinidad y es tolerante a carbonatos de calcio en el suelo.

Parida. Es de la raza guatemalteca, originado en California, dando origen a

diferentes selecciones como P1, P3 y P6. Se ha mostrado con un buen comportamiento frente al problema de pudriciones de raíces; sin embargo, es muy susceptible a carbonatos de calcio en el suelo, donde manifiesta alta deficiencia de hierro. Por el momento, no se tienen suficientes antecedentes sobre su productividad.

Cuadro 1. Producción de frutos de palto, var. Hass, sobre diferentes portainjertos clonales (kg/árbol).

Portainjertos	Años						Total
	2	3	4	5	6	7	
Plantados 1986							
G 755A	0,3 b	1,5 c	2,8 d	30,6 b	17,5 ab	83,8 bc	136,7 c
G 755B	0,0 b	1,7 c	1,1 d	16,7 b	23,1 a	68,9 cd	111,7 cd
G 755C	0,0 b	0,8 c	0,9 d	24,6 b	5,6 bc	49,6 d	81,6 d
Duke 7	0,6 b	6,7 ab	29,7 a	66,5 a	11,8 abc	129,4 a	244,7 a
Borchard	0,4 b	3,8 bc	20,8 b	68,4 a	23,2 a	127,7 a	244,0 a
D 9	1,1 b	1,3 c	9,3 cd	57,9 a	10,0 abc	110,3 ab	190,4 b
Toro Canyon	3,8 a	2,9 c	17,0 bc	61,1 a	4,0 bc	115,1 a	204,0 ab
Topa Topa	0,2 b	7,5 a	17,7 bc	64,0 a	0,5 c	112,4 a	202,1 b
Plantados 1987							
Thomas	0,8	3,0	35,2 a	16,1 a	71,7 a	—	120,8 a
G 1033	0,2	4,1	19,3 b	17,1 a	58,4 b	—	98,7 b

Fuente: Arpaia *et al.* (1993).

Cuadro 2. Características de algunos portainjertos clonales de palto originados en California. 1 (Bajo) a 3 (Alto).

Portainjertos	Tolerancia a <i>P. cinnamomi</i>	Tolerancia a sales
Toro Canyon	2	3
Duke 7	2	2
Thomas	3	1
G 775	3	1
Barr Duke	3	1
Borchard	1	3
D9	3	2
Parida	2	1

Fuente: El Autor.

Cuadro 3. Producción de fruto de palto, var. Hass sobre distintos portainjertos clonales en condiciones de salinidad, en California.

Portainjertos	Apariencia 1 (Muy Bueno) a 5 (Muy Malo)	Producción de fruta (kg)
Parida	2,33	1,44
Toro Canyon	1,56	2,63
Thomas	2,00	1,72
Duke 7	1,83	2,23
G 775 B	2,28	1,46
Barr Duke	2,56	1,24

Fuente: Oster and Arpaia (1992).

Cuadro 4. Producción de frutos de palto var. Ettinger sobre dos portainjertos en dos huertos diferentes, en Israel.

	Portainjertos	Huertos	
		Ein-Ha'choresh	Hama'apil
Salinidad en el agua de riego (Cl ppm)	—	100	300
Producción acumulada en 9 años (kg/árbol)	VC 51 (híbrido antillano)	251	196
	VV 57 (mexicano)	225	106

Fuente: Ben-Ya'acov *et al.* (1992).

Una cantidad importante de otras selecciones está siendo probada en California, entre las cuales se puede mencionar: BL-122, que es una selección de Duke 7, CR-180, UCR 2011 (patentado), Dusa, Hibbard y Querétaro; pero la información acumulada hasta el momento es bastante escasa y no permite hacer un juicio sobre su comportamiento.

PORTAINJERTOS TOLERANTES A SALINIDAD

En Israel, el problema más importante en paltos es la salinidad en el riego y del suelo, así como la presencia de carbonatos de calcio. En las condiciones climáticas de ese país, prosperan bastante bien los de la raza Antillana y son a su vez los de mayor tolerancia a problemas de sales, pero en general el prerrequisito para estos paltos es de suelos con buena aireación y no calcáreos. Por lo tanto, gran parte de la investigación se ha centrado sobre esta raza. Varias de sus selecciones de semilla han tenido buen comportamiento, pero por lo general son sensibles a problemas de aireación en el suelo, como son Maoz, Tsri Fin 99, Degania 117 y Ashdot 17, siendo los dos primeros los más representativos. Todos ellos son tolerantes a sales.

VC 51. Probablemente sea un híbrido entre Antillano y Guatemalteco. Este portainjerto clonal es tolerante a la

salinidad, pero muy sensible a los carbonatos de calcio en el suelo. Tiene muy buena productividad y es considerado como uno de los de mayor futuro (Cuadro 4).

VC 65. También es portainjerto clonal de origen antillano, tolerante a salinidad y parcialmente a *Phytophthora*.

VC 68. Clonal de origen antillano, tolerante a sales pero no a carbonatos de calcio. Además es enanizante. Este portainjerto, al igual que VC 65, habría permitido reducir el añerismo en la variedad Fuerte.

VC 43. De origen antillano, este portainjerto clonal proviene de la línea Maoz y es muy enanizante, permitiendo mayor producción en Fuerte. Sin embargo, este mayor aumento de la producción está negativamente correlacionado con una defoliación al momento de la floración. Asimismo, la fruta es de menor tamaño. En condiciones de agua salina produce mejor que los antillanos de semilla y que los clones mexicanos.

VC 40. Clonal de origen mexicano; sin embargo, posee una menor tolerancia a las sales que los anteriores, por lo cual no es muy utilizado en Israel. Parcialmente tolerante a carbonatos de calcio.

VC 15. También es de origen mexicano, pero este clonal tiene una tolerancia intermedia a las sales que lo sitúa entre el VC 40 y los antillanos.

Velvick. Es de origen australiano y corresponde a un híbrido guatemalteco, con alguna tolerancia al problema de salinidad y *Phytophthora*. Al parecer, estas características se mantendrían al ser propagado por semilla, al igual que Maoz para el caso de suelos alcalinos.

En la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de

Chile se está actualmente trabajando sobre nuevos portainjertos tolerantes a sales. Las selecciones se han obtenido de paltos de la raza Mexicana y Guatemalteca, originando la serie UCH, de los cuales hasta el momento aparece como más promisorio el UCH3.

PORTAINJERTOS ENANIZANTES

Este es un tema aún poco investigado y queda mucho por hacer, como se mencionó anteriormente. Existen algunas selecciones israelíes de raza antillana. En México también se ha trabajado sobre este tema. Colin V-33 es un portainjerto de raza mexicana originado de la línea Colin, en 1957, a partir de la variedad Fuerte. Puede reducir el tamaño del árbol dependiendo de la variedad injertada en él entre un 32 a un 68% respecto de la misma variedad injertada en un portainjerto tradicional. Si no se desea un tamaño tan pequeño, se le puede utilizar como injerto puente, vale decir sobre el patrón tradicional y vigoroso se injerta Colin V-33 y luego sobre éste la variedad deseada, con lo cual se reduce su tamaño.

EFFECTOS DEL PORTAINJERTO SOBRE LA CALIDAD DE LA FRUTA

Tanto en cítricos como en frutales de hoja caduca, es sabido la influencia del patrón sobre las características de la fruta. Sin embargo, en portainjertos de palto la historia es corta; por lo tanto, poco se sabe aún en esta materia. En Chipre, trabajando con cuatro portainjertos diferentes, no obtuvieron diferencias en la calidad de la fruta en las variedades "Fuerte" y "Ettinger". Sin embargo, se menciona que palta producida sobre portainjertos mexicanos madura 2 a 3 semanas antes en el caso de "Fuerte" y 6 a 8 semanas antes en el caso de "Hass" con respecto a portainjertos guatemaltecos. En Israel, "Ettinger"

injertada sobre patrón mexicano era de menor calidad que sobre portainjerto guatemalteco (Nabal). En todo caso, no es de extrañarse que ello suceda dado que existen diferencias en la absorción de nutrientes según la raza y el tipo de suelo.

En Israel se demostró que, en condiciones locales, los portainjertos de raza Antillana tienen mejor comportamiento que los Mexicanos, en cuanto a dar producciones más homogéneas y árboles más enanos, como es el caso del patrón antillano "Shiller 10".

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arpaia, M.L.; Bender, G.S. and Witney, G.W. 1993. Avocado clonal rootstock production trial. Calif. Avocado Soc. Yearb. 77: 89-93.
- Ben-Ya'acov, A. 1995. A comparison between Mexican and West Indian rootstocks for Ettinger cultivar at Kvutzat Shiller, Israel. Calif. Avocado Soc. Yearb. 79: 165-170.
- Ben-Ya'acov, A.; Michelson, E.; Zilbertaine, M.; Barkan, Z. and Sela, I. 1992. Selection of clonal avocado rootstock in Israel for high productivity under different soil conditions. Proc. of Second World Avocado Congress, California, Vol. II: 521-526.
- Ben-Ya'acov, A. and Michelson, E. 1995. Avocado rootstocks. Horticultural Reviews 17: 381-429.
- Firth, D. and Allen, R.N. 1992. Preliminary assessment of G755c root rot resistant avocado rootstock on the Far North Coast of New South Wales, Australia. Calif. Avocado Soc. Yearb. 76: 155-157.
- Foguet, J.L. 1992. Portainjertos para paltos. Tucumán, Argentina. Avance Agroindustrial 48: 3-6.

- Gabor, B.K.; Guillemet, F.B. and Coffey, M.D. 1990. Comparison of field resistance to *Phytophthora cinnamomi* in twelve avocado rootstocks. HortScience 25(12): 1655-1656.
- Gaillard, J.P. 1987. L'avocatier, sa culture, ses produits. Techniques Agricoles et Productions Tropicales. Ed. Maisonneuve et Larose, Paris, Francia. 419 p.
- Gregoriou, C. 1992. Yield growth and fruit quality of "Fuerte" and "Ettinger" cultivars of avocado on four rootstocks in Cyprus. Calif. Avocado Soc. Yearb. 76: 159-164.
- Köhne, J.S. 1992. Field evaluation of "Hass" avocado grown on Duke 7, G6 and G755c rootstocks. Proc. of Second World Avocado Congress. California, Vol. I: 301-303.
- Oster, J.D. and Arpaia, M.L. 1992. "Hass" avocado response to salinity as influenced by rootstocks. Proc. of Second World Avocado Congress. California, Vol. I: 209-214.
- Ploetz, R.C., Ramos, J.C., Parrado, J.L., Schaffer, B. and Lara, S.P. 1989. Performance of clonal avocado rootstocks in date county. Proceeding of the Florida State Horticultural Society 102: 234-236.
- Rose, L. 1996. Seminal Seminars. The Avocado Quarterly N°39: 12 p.

NUEVAS TENDENCIAS EN EL ESTABLECIMIENTO DE HUERTOS

Ricardo Cautín M.
Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso

En la actualidad, dada la importancia que el cultivo del palto presenta en términos de su rentabilidad, se ha producido un fuerte incremento en las plantaciones en sectores en que climáticamente es posible hacerlo.

Dada las restricciones que presenta la especie y en especial la variedad Hass, que ha sido la más plantada en el último tiempo, este incremento se ha traducido en la utilización de sectores con capacidad de uso distinta a la que hoy en día se le está dando. Sin duda, el elemento más significativo en este cambio es la implementación de sistemas de riego mecanizados, las técnicas de fertigración y la característica del cultivo de ser bastante "sano" en términos de problemas fitopatológicos y de plagas.

Así, se han habilitado sectores considerados marginales para la explotación frutícola, como lo son las cajas de río, sectores con problemas de profundidad efectiva y de gran moda en este último tiempo, las plantaciones en altura en laderas de cerro con grandes pendientes pero con una excelente condición climática.

Todas estas situaciones obligan a llevar al cultivo en una línea de manejo con principios distintos a los considerados habituales, puesto que las necesidades respecto de las condiciones en que se llevan los huertos cambian. Un ejemplo de ello se puede observar en la mayor precocidad que se les exige a las plantaciones a través de las mayores densida-

des de plantación, considerando en este modelo la existencia de plantas supernumerarias, que tienen una vida útil de no más de cinco temporadas, ya que por emboscamiento del huerto es necesario eliminar.

Probablemente con el uso de patrones clonales en los que esté involucrado el control del vigor final que desarrollan las plantas, estos esquemas de mayor densidad puedan ser más duraderos en el tiempo.

Es importante considerar además que con la menor calidad de los suelos en los que se está plantando esta especie, el desarrollo puede ser menor. En esta idea, la fertilidad química de los suelos pasa a un segundo plano, ya que los sistemas de riego constituyen una herramienta fundamental para compensar deficiencias de constitución de nutrientes. La "fertilidad" física de los suelos aún constituye un tema importante para un adecuado desarrollo del cultivo, mas aún cuando se trata del palto, el cual es exigente en condiciones de aireación a nivel de sustrato.

Una práctica muy habitual para aumentar la profundidad efectiva o mejorar el movimiento de aire en el sustrato, lo constituye la implementación de camellones o lomos de plantación.

En las plantaciones hechas en lomas y cerros surge la necesidad de desarrollar arraigamientos superficiales dado la escasez de suelo en profundidad. Esta

misma condición es una limitante para el exagerado crecimiento de las plantas y con ello minimizar riesgos de pérdida de plantas en situaciones de temporal. El distanciamiento en el cerro dependerá de las características de la ladera en cuanto a su microrrelieve, ya que sólo en situaciones muy planas en pendiente será posible plantar en un marco regular.

En cuanto a la distancia de plantación, la tendencia es trabajar con distancias iniciales más cortas, con el consiguiente mayor número de árboles por hectárea, situación que significa precocidad de producción y la necesidad de ciertos manejos para controlar su desarrollo.

Dada la posibilidad que ofrece la poda de árboles para generar materiales vegetativos de calidad, que permitan un acelerado desarrollo del calibre de los frutos, se plantea el distanciamiento en rectángulo, de manera de intervenir con este manejo las calles o entrehileras, obteniéndose un doble beneficio al controlar el volumen de los árboles y la renovación constante de madera.

De acuerdo con estudios realizados en el extranjero y en ensayos realizados por la Universidad Católica de Valparaíso, la floración y cuaja de frutos está mejor influenciada cuando se polinizan las flores con material proveniente de otros cultivos asociados al huerto, de manera de

lograr un alto porcentaje de cruzamiento y con ello el vigor que significa tener embriones híbridos, contenidos en las semillas de los frutos en desarrollo. Por ello, en el planeamiento de un huerto se considera una cantidad de polinizantes dispuestos en forma supernumeraria o bien ocupando el lugar de una planta, en disposición de 6x4 ó 6x6, es decir, una planta del cultivar polinizante cada 6 hileras y dentro de esta cada 4 a 6 plantas.

En cuanto a la época de plantación, hoy en día, de acuerdo con el uso de riegos mecánicos con programación y ejecución automática, es posible salir de las épocas habituales, ya que puede manejarse perfectamente un estatus hídrico tal que la planta no sufra estrés alguno durante meses muy calurosos, como podría ser una plantación en verano.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Toro, M. 1995. Efecto del método de riego en la distribución espacial del sistema radical de paltos (*Persea americana* Mill.) cv. Hass en dos tipos de suelos. Tesis Ing. Agr., U. Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía, Quillota. 27 p.
- Gray, M. 1991. Avocado tree structuring. California Avocado Society. Yearbook 75: 51-56.

ALTERNATIVAS EN LA DISTANCIA DE PLANTACIÓN, RALEO DE ÁRBOLES Y PODA

Bruno Razeto M.
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

La distancia a la cual deben plantarse los árboles es una de las decisiones más importantes y, a la vez, difíciles. Ello, debido a que es imposible predecir el tamaño que alcanzarán los árboles en su fase de producción.

El tamaño que los árboles lograrán en su estado adulto depende de numerosos factores, entre los cuales se encuentran el clima, el suelo, la variedad, la precocidad que se desea en la producción y, el manejo del huerto. En un clima óptimo, suelo apropiado y buen manejo, los árboles crecerán más y más rápido que en condiciones menos ideales y, por lo tanto, el espaciamiento que debe otorgárseles es mayor.

La forma que se dará al árbol mediante prácticas de poda también puede influir, lo mismo que otras prácticas de manejo, como el sistema de riego, la aplicación de pesticidas, el manejo del suelo y la cosecha. Estos tres últimos van muy relacionados con el tamaño de la maquinaria disponible.

Aún más decisivo que lo anterior es el vigor y la forma del árbol que tiene cada variedad. Así, hay variedades cuyo árbol alcanza gran tamaño y además éste presenta una forma expansiva con ramas muy abiertas, como es el caso de Fuerte, donde la distancia de plantación debe ser bastante amplia. Por el contrario, hay variedades de árbol más compacto y crecimiento erguido, como Bacon, Edranol, Gwen,

Whitsell, Esther, que pueden plantarse a una distancia mucho menor. Y entre ambos extremos se encuentra toda una gama de variedades, entre las cuales está Hass.

La precocidad por unidad de superficie que se desea en la producción del huerto es otro factor importante a considerar. A menor distancia de plantación, mayor precocidad, pero al mismo tiempo, menor longevidad en los árboles y mayores dificultades en el manejo de los mismos cuando éstos comienzan a ocupar el reducido espacio que se les ha asignado. Con todo, en la actualidad, la tendencia es hacia la plantación en alta densidad, o al menos, a densidades mayores que las tradicionales. No obstante, la alta densidad es más adecuada para variedades de crecimiento compacto o erguido, las cuales, a la vez normalmente son precoces en producir. Hass no es particularmente compacta ni erguida, pero sí es precoz, por lo cual se prestaría para distancias de plantación intermedias.

Considerando estos antecedentes, la distancia de plantación siempre será una decisión aproximada y muy personal, que deberá asumir el productor en conjunto con un especialista. La importancia de esta decisión radica en el hecho que una distancia excesiva redundará en menores rendimientos, puesto que no se aprovechará totalmente el espacio disponible. Por el contrario, una distancia insuficiente, si bien puede determinar mayores rendimientos en los primeros años, rápidamente traerá

problemas de iluminación en los árboles, con baja en la producción y tamaño de la fruta, unida a mayores dificultades en el manejo de los árboles y en el paso de maquinaria. Será necesario incurrir en elevados gastos por poda reiterada o al arranque prematuro de un porcentaje de los árboles.

No obstante lo anterior, la tendencia actual es hacia la plantación a densidades mayores que las utilizadas tradicionalmente.

Las distancias de plantación, tradicionales para huertos de baja densidad, plantados en cuadrado, fluctúan entre 11 y 14 metros para variedades de árbol grande y expandido, 9 y 12 metros para variedades intermedias y 6 a 9 metros para aquellas menos vigorosas y expandidas. Bajo estos marcos de plantación, el huerto es lento en entrar en producción comercial, pero es longevo y los árboles no requerirán intervención de poda o raleo durante un largo tiempo y, tal vez, nunca en su vida productiva.

Las densidades mayores de plantación, que se están adoptando en los últimos tiempos, consideran la distribución de los árboles en rectángulo, es decir, con una menor distancia sobre la hilera que entre hileras. En variedades de vigor intermedio como Hass, es común la plantación a 8 x 5 ó 7 x 4,5 m. En variedades de árbol erecto y compacto se puede pensar en 6 x 4 ó 5,5 x 3,5 m. En la Figura 1 se presenta un esquema de plantación de alta densidad en rectángulo y una posible distribución de la variedad polinizante.

Se ha demostrado que la plantación en rectángulo es más eficiente en el aprovechamiento del espacio y de la radiación solar, con mayores rendimientos por unidad de superficie, o mejor aún por unidad de follaje (m^3 de follaje), la cual se calcula considerando la zona productiva de la copa, que corresponde aproximadamente a

un espesor de un metro de follaje en la periferia del árbol. El árbol grande, que se logra con baja densidad de plantación, presenta una mayor proporción de madera desnuda, improductiva, en el interior. Además este árbol es más difícil de cosechar y de tratar con pesticidas.

Sin embargo, las distancias citadas para alta densidad en rectángulo obligan a efectuar podas periódicas o incluso anuales, a partir del momento en que los árboles comienzan a sombrearse y competir por luz. Es conveniente también consignar que la experiencia existente en Chile con estas distancias es aún prematura. Por este motivo, en materia de alta densidad es conveniente ser conservador.

La plantación en alta densidad, aun a distancias menores que las descritas, sería menos riesgosa y problemática si se contara con portainjertos enanizantes. En tal sentido se está investigando en diferentes centros extranjeros y ya se informa de una selección obtenida en México, denominada Colin V-33, la cual tendría un importante efecto enanizante, ya sea utilizándolo simplemente como patrón, o bien, como injerto puente. El portainjerto D-9, tolerante a *Phytophthora cinnamomi*, también tendría cierto poder enanizante.

Una alternativa, es la plantación "semipermanente", vale decir, aquella realizada con un elevado número de árboles, el cual se va reduciendo mediante el arranque de determinado porcentaje a medida que ellos van creciendo y ocupando el espacio. Dentro de esta alternativa, una posibilidad bastante utilizada en California para la variedad Hass, es la plantación inicial a 6 x 6 m, con 277 árboles por hectárea (243 Hass y 34 polinizante) (Figura 2). Como polinizante de Hass, en este caso es preferible el empleo de variedades de árbol erecto como Edranol o Bacon, ambas del grupo B en cuanto a floración. El primer raleo o aclareo se realiza cuando los árboles comienzan a

tocarse, aproximadamente a los 8 años de plantados. Se quita un árbol de cada fila alternativamente, quedando 138 árboles/ha (104 Hass y 34 polinizante) (Figura 3).

Aproximadamente 4 años más tarde se hace el segundo raleo. Cada cuatro hileras se sacan todos los árboles en ambos sentidos, quedando 76 árboles (69 Hass y 17 polinizante), a la distancia definitiva de 12 x 12 m (Figura 4).

Estos sistemas de plantación semi-permanente, basan su éxito en el oportuno arranque de los árboles que se debe eliminar. Cuando se retrasa el aclareo (cosa muy frecuente) la producción decae fuertemente, debido a que los árboles dejan de fructificar en la parte baja e interior por falta de luz. En estas condiciones, aunque se proceda al aclareo, los árboles que quedan tardarán demasiado en recobrar niveles adecuados de producción. Por este motivo, en la actualidad más bien se está prefiriendo la plantación permanente, acompañada con la realización oportuna de poda.

Después de efectuar estos planteamientos, quizás sea interesante reproducir aquí la conclusión a que se llegó en una reunión de especialistas titulada "Distancia entre los árboles, o raleo de árboles, ¿qué es mejor?", celebrada en el Segundo Congreso Mundial de Paltos, que tuvo lugar en California en 1991:

"Ni la distancia por sí sola, ni el raleo de árboles solo, pueden ser considerados como la mejor práctica para maximizar y mantener el rendimiento de un huerto de paltos".

Los especialistas convinieron en que ambas prácticas deberían utilizarse integradamente. Agregaron que en la actualidad la mayoría de los huertos se plantan doble o cuádruplemente densos, con la consecuente necesidad de realizar raleo oportuno de árboles.

Terminaron señalando que el escenario ideal es "plantar tantos árboles como económicamente sea viable, utilizando variedades precoces y posteriormente raleo con coraje. La mayor densidad inicial de plantación que es económicamente viable es aquella que logra rendimientos suficientemente elevados como para obtener ganancias antes del primer raleo de árboles".

No obstante lo anterior, en el Tercer Congreso Mundial de Paltos, celebrado en Israel en 1995, predominó la posición de plantar relativamente denso a la distancia definitiva en rectángulo, para posteriormente intervenir oportunamente con reiteradas prácticas de poda.

Como se puede apreciar, persiste la duda en torno a esta importante cuestión. Lo que sí queda claro es que hoy no se recomiendan ya las elevadas distancias de plantación empleadas antaño.

Poda

Nos referiremos a la poda que es necesario realizar en árboles ya en producción, puesto que en el palto, normalmente no se efectúa poda de formación en árboles nuevos.

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

En ambos casos, no obstante, la poda debe ser suave y solamente dirigida hacia madera delgada. El corte de madera de varios años de edad, no sólo produce

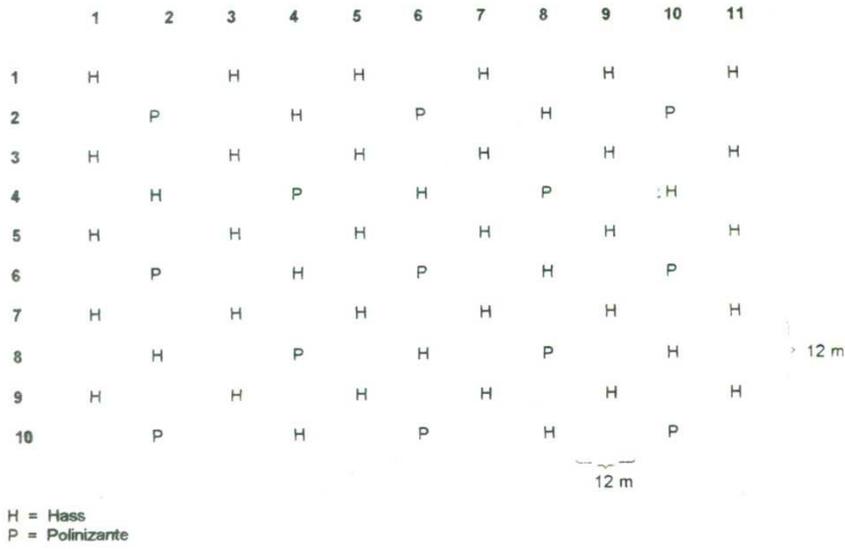


Figura 3. Plantación semipermanente después del primer raleo de árboles.

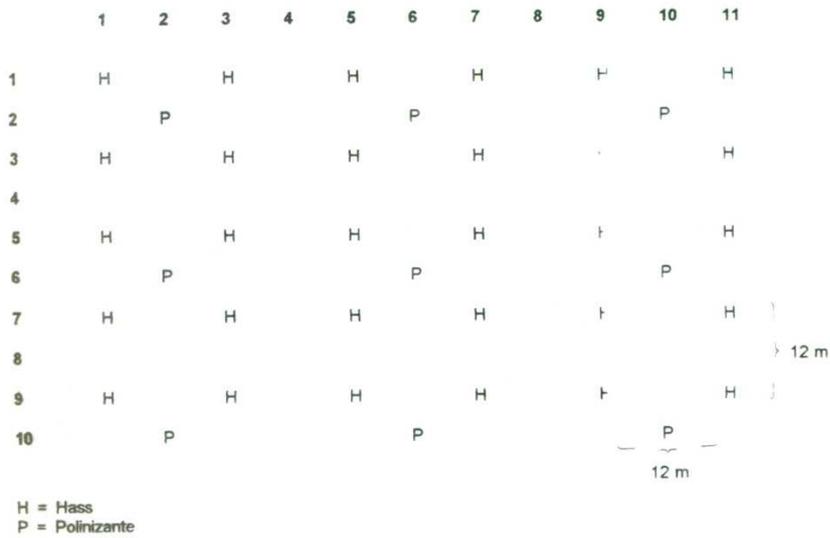


Figura 4. Plantación definitiva, después del segundo raleo de árboles.

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

Por eso se debe podar oportunamente, cuando recién comienza la competencia por luz entre los árboles. Esta poda puede realizarse anual o bianualmente. En general, no conviene podar a fines de verano u otoño, pues además de estar presente la fruta de la temporada, puede promoverse en ese momento una brotación desmedida, la cual sería muy susceptible a posibles heladas invernales.

En plantaciones realizadas en rectángulo, donde se persigue formar un seto continuo de follaje y frutos, en general la poda se efectúa recortando ramillas por ambos costados de la hilera. A veces, esta operación se hace alternadamente, podando un año un lado y el año siguiente el otro, con el fin de minimizar esta intervención que siempre reduce producción inmediata y reservas en el árbol. En todo caso, los costados del árbol deben estar algo oblicuos, quedando el árbol algo más ancho en su base.

En ocasiones, cuando los árboles han crecido demasiado en altura, la operación anterior puede ir acompañada de un rebaje del árbol. En general, se estima que, para un óptimo aprovechamiento de la luz, la altura de los árboles debería ser aproximadamente similar al doble de la distancia que queda entre el follaje de dos hileras vecinas, cuando la distancia de plantación elegida ha sido correcta.

Un recurso para el manejo del huerto en el caso de excesivo embosqueamiento, tanto en sistemas tradicionales de plantación en cuadrado, como a mayor densidad en rectángulo, se encuentra en la poda de renovación, que consiste en rebajar drásticamente los árboles a fines de invierno,

decapitando a nivel de las ramas madres, las cuales quedan de unos 60 a 80 cm de largo. Esta severa operación hace que yemas laterales de las ramas madres abran y den origen a brotes muy vigorosos, los cuales rápidamente se desarrollan con abundante follaje y madera de alto potencial productivo. De las ramas que se originan se seleccionan aquellas mejor ubicadas y, después de uno o dos años de crecimiento, si su vigor es excesivo, pueden anillarse (remoción de una franja circundante de corteza de uno a dos milímetros de ancho en verano), con el fin de inducir una entrada en producción más rápida.

Cabe señalar que este procedimiento de renovación, sólo es aplicable a árboles en buenas condiciones y con su raíz sana. Árboles débiles, envejecidos, o con problemas en su raíz, normalmente no tienen suficiente "fuerza" como para responder a tan drástica operación.

Como el árbol tratado deja de producir durante algunos años, muchas veces es preferible realizar esta intervención gradualmente en el huerto, por ejemplo, árbol por medio o hilera por medio. Dos o tres años después, si es necesario, se ejecutaría en los árboles restantes.

Cuando la variedad existente en el huerto está comercialmente obsoleta o es de baja producción, puede aprovecharse esta operación para cambiar de variedad, procediendo a injertar los brotes que aparecen después de la decapitación de las ramas. También se puede aprovechar la ocasión para introducir un porcentaje de variedad polinizante, si es necesario.

En árboles de gran tamaño, donde se hará difícil la cosecha y la producción decae por excesivo sombreado, también se puede recurrir a una poda de renovación gradual durante tres años. El primer año se cortan dos ramas madres: la más alta y la más lateral. Al segundo año se corta la siguiente más alta y la siguiente

más lateral. Lo mismo el tercer año. Debe cortarse las ramas desde su base o sobre una lateral, de modo de no dejar un tocón. Al cabo de tres años el árbol debería estar en equilibrio, produciendo normalmente, con frutos también en el interior.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarez de la Peña, F. 1981. El Aguacate. 3a. ed. Publicaciones de Extensión Agraria, Ministerio de Agricultura, España. 225 p.
- Calabrese, F. 1989. L'Avocado. Edizioni Agricole, Italia. 219 p.
- Francis, H.L. 1994. What to do with tall, crowding trees in orchards previously thinned. Calif. Avocado Soc. Yearb. 78: 147-153.
- Köhne, S. y G. Witney. 1992. Tree spacing or tree thinning - Which is best? Workshop 4. Proc. of Second World Avocado Congress. California, USA. p. 679.
- Razeto, B.; J. Longueira and T. Fichet. 1992. Close planting of avocado. Proc. of Second World Avocado Congress. California, USA. pp. 73-279.
- Sánchez-Colín S.; M. Rubí and E. de la Cruz. 1992. Selection of dwarf avocado trees within a population of seedlings of cv. Colín V-33. Proc. of Second World Avocado Congress. California, USA. pp. 527-530.

OPTIMIZACIÓN DEL RIEGO Y MANEJO DEL AGUA

Oscar Carrasco R.
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

El agua es uno de los factores de producción que más comúnmente se transforma en una limitante para el logro de altas productividades en la fruticultura moderna, tanto por déficit como por exceso.

Cabe mencionar que, de acuerdo con modelos de simulación elaborados por diversos grupos de investigadores, especialmente en la Universidad de California, se ha llegado a determinar que los rendimientos de los árboles frutales en general dependen de alrededor de 40 factores, tales como los climáticos, del suelo, genéticos, fisiológicos y de manejo agronómico. Muchos de estos factores no son controlables, especialmente aquellos asociados al clima. Por lo tanto, si una plantación se ubica en una zona climática inapropiada para los requerimientos de una especie, el potencial productivo se verá drásticamente limitado, comparado con una plantación bien ubicada climáticamente. Si se manejan de la misma forma, los costos por hectárea pueden llegar a ser similares, no así los costos por kilogramo de fruta producida.

Por lo tanto, de acuerdo con estos principios, los altos rendimientos sólo se lograrán si a nivel de los factores no controlables tenemos el menor número posible de limitaciones. En este caso, el manejo de los factores controlables tendrá el mayor impacto productivo. Entre los factores controlables tenemos:

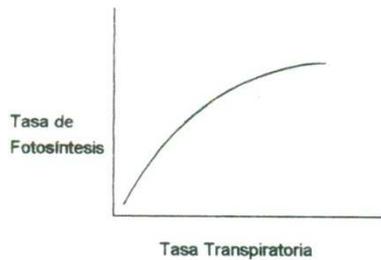
- Elección y preparación del suelo
- Calidad de la planta
- Nutrición
- Control de malezas, plagas y enfermedades
- Oportunidad de las labores
- Diseño y manejo del sistema de riego
- Densidad de plantación y manejo de follaje (podas), etc.

Tal como se aprecia, el riego es sólo uno de estos factores, pero con demasiada frecuencia está manejado de manera ineficiente, debido, entre otras razones, al desconocimiento del real efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos, en particular en el caso del palto, especie muy sensible tanto al déficit como al exceso de agua.

NECESIDADES DE AGUA DEL PALTO

Relación agua - productividad

La productividad de los cultivos está estrechamente ligada al potencial fotosintético. A su vez, la fotosíntesis se relaciona con la tasa transpiratoria del cultivo debido a que tanto el flujo de CO₂ como del vapor de agua se producen a través de los estomas. Sin embargo, esta relación no es lineal:



Por lo tanto, en términos prácticos, el cultivo aumenta su productividad en función de un mayor consumo de agua, pero llega un punto en que la planta continúa aumentando su transpiración sin aumentar su producción. En este caso, el consumo de agua juega un rol más bien como forma de enfriamiento del follaje en las horas de máxima demanda evaporativa de la atmósfera.

Este fenómeno fisiológico permite que dentro de ciertos rangos se pueda controlar el consumo de agua de los árboles con fines de ahorrar agua, energía, jornadas-hombre y fertilizantes.

Estado hídrico de la planta

El estado hídrico de una planta es el resultado del equilibrio entre la transpiración del follaje y la absorción por las raíces. Si la tasa transpiratoria es mayor que la tasa de absorción del agua por las raíces, se dice que la planta entra en un estado de déficit hídrico. Esta situación es normal que se produzca durante 1 ó 2 horas al día en la época de verano, debido a las altas temperaturas y bajas humedades relativas del aire, aunque el suelo se encuentre en óptimo estado de humedad.

Sin embargo, si el déficit se prolonga por varias horas al día y durante varios días, se producen efectos negativos en la planta, tales como disminución en la tasa de crecimiento de brotes, frutas y raíces,

marchitez progresiva del follaje y finalmente caída de hojas, todo lo cual tiene efectos severos sobre el rendimiento.

Por otra parte, si la tasa de aplicación de agua mediante riego supera a la tasa de absorción por las raíces, se produce exceso de agua en el suelo, pudiendo llegar a la saturación. Si esta situación se prolonga durante varios días, conduce a un déficit de oxígeno en el suelo, provocando asfixia radicular. En esta condición disminuye la tasa de absorción de agua y nutrientes por las raíces; también es transportado hacia el follaje un precursor del etileno, hormona relacionada con la senescencia de órganos, provocando cierre de estomas, detención del crecimiento de toda la planta, amarillez y marchitez del follaje, llegando finalmente a la caída de hojas y eventualmente la muerte de la planta.

El palto es una de las especies frutales más sensibles de la condición de falta de oxígeno en las raíces (hipoxia). En la literatura se señala que las raíces del palto requieren una concentración de oxígeno de entre un 10 y un 20% en la atmósfera del suelo y una de las más altas tasas de difusión de oxígeno conocidas entre los árboles frutales (más de $0,4 \mu\text{g O}_2/\text{cm}^2 \cdot \text{min.}$).

Estos antecedentes sin duda refuerzan el concepto de que el manejo del agua en los paltos es un factor clave en el logro de altos rendimientos, particularmente en el caso de suelos con alta retención de humedad y con problemas de drenaje. Esta situación se acentúa cuando se trabaja con sistemas de riego mal diseñados o mal operados.

Demanda de agua

Para estimar las necesidades de riego del cultivo es necesario previamente calcular la demanda de agua de las plantas, es decir, su tasa transpiratoria. A su vez, ésta depende de la demanda evapo-

rativa de la atmósfera y de la resistencia que opone la planta al flujo del agua a través de sus tejidos conductores desde el suelo hacia la atmósfera.

La demanda evaporativa de la atmósfera (Eto) se ha calculado tradicionalmente por medio de diversos modelos agroclimáticos. A nivel de campo, uno de los métodos más usados para el cálculo de la Eto es el de Evaporímetro de Bandeja clase "A".

Por otra parte, la resistencia de la planta se engloba en un coeficiente del cultivo, kc, de tal manera que la tasa transpiratoria del cultivo (Etc), se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$E_{Tc} = E_{To} \times k_c$$

En el caso de la Bandeja Clase "A", la ETo se obtiene a partir de los datos de evaporación de la bandeja (Eb) y del coeficiente de bandeja, kp, según la ecuación:

$$E_{To} = E_b \times k_p$$

De acuerdo con los resultados de investigaciones realizadas por diversas entidades en nuestro país, los valores de dichos coeficientes serían los siguientes:

kc = - Árboles 2-4 años = 0,2 - 0,4 (0,4 - 0,8 con malezas)
- Árboles adultos = 0,4 - 0,6 (0,6 - 0,85 con malezas)

Los valores máximos en cada caso se aplican a los meses de mayor tasa de crecimiento de brotes, es decir, octubre-noviembre y marzo-abril.

kp = 0,6 - 0,8 (promedio = 0,7).

Estos valores pueden variar según las condiciones locales de instalación de la bandeja.

Ejemplo de cálculo de tiempos de riego mediante sistemas de goteo y microaspersión:

- Cultivo = Paltos Hass Adultos, 5x5 m.
- Localidad = Petorca
- Mes = Noviembre
- ETo = $E_b \times k_p = 8 \text{ mm/día} \times 0,7 = 5,6 \text{ mm/día}$
- ETC = $E_{To} \times k_c = 5,6 \text{ mm/día} \times 0,6 = 3,36 \text{ mm/día}$

Riego por goteo

- Nº líneas = 2
- Nº goteros por planta = 10
- Caudal goteros = 4 L/hora
- Nº goteros por Hectárea = 4.000
- Precipitación del equipo = 1,6 mm/hora
- Eficiencia de riego = 85%

Riego por microaspersión

- Nº emisores por planta = 2
- Caudal emisores = 36 L/hora
- Nº emisores por hectárea = 800
- Precipitación del equipo = 2,9 mm/hora
- Eficiencia de riego = 75%

$$\text{Tiempo de riego} = \frac{E_{Tc}}{\text{Precipitación del equipo} \times \text{Eficiencia de riego}}$$

$$\text{Goteo} = \text{Tiempo} = \frac{3,36 \text{ mm/día}}{1,6 \text{ mm/hora} \times 0,85} = 2,5 \text{ horas/día}$$

$$\text{Microaspersión} = \text{Tiempo} = \frac{3,36 \text{ mm/día}}{2,9 \text{ mm/hora} \times 0,75} = 1,5 \text{ horas/día}$$

El tamaño de los sectores de riego depende del caudal instantáneo disponible. Mientras mayor sea dicho caudal, más grandes pueden ser los sectores de riego. También hay una relación con el número de horas de la jornada de riego que se haya determinado.

Por ejemplo, si el caudal disponible es de 40 L/seg, el tamaño de cada sector, considerando los cálculos anteriores como el período de máxima demanda del cultivo, sería para riego por microaspersión:

$$\text{- Tamaño del sector} = \frac{40 \text{ L/seg} \times 5.400 \text{ seg. (1,5 horas de riego)}}{43.500 \text{ L/ha (2,9 mm/hora} \times 1,5 \text{ horas)}} = 5 \text{ hectáreas}$$

$$\text{- N° de sectores jornadas} = \frac{12 \text{ horas}}{1,5 \text{ Horas}} = 8 \text{ sectores}$$

$$\text{- Total superficie a regar} = 8 \text{ sect.} \times 5 \text{ ha/sector} = 40 \text{ hectáreas (Jornada de 12 horas).}$$

Problemas de absorción de agua

El gran desarrollo de las tecnologías de aplicación de agua no han ido acompañadas del conocimiento de la respuesta de los árboles al manejo de estos sistemas de riego y de su adaptabilidad a diferentes condiciones de suelos y climas.

Esto se debe al gran desconocimiento de los sistemas radiculares de los frutales. Sin embargo, en los últimos 10 años ha habido un gran avance en el estudio de la dinámica de las raíces, en particular su respuesta a las temperaturas, concentración de oxígeno y minerales, resistencia mecánica del suelo y, características hidráulicas.

En este sentido, se ha llegado a determinar que la mayor resistencia a la absorción de agua por las plantas se encuentra en la interfase suelo-raíz. El agua forma un continuo a través del suelo, la raíz y la parte aérea de la planta. Por lo tanto, el flujo de agua no depende de las características físicas del suelo o de las raíces por separado, sino que de la interacción suelo-raíz, expresado como la superficie de contacto entre ambos cuerpos.

En la medida que un árbol presente un sistema radicular de gran expansión lateral y en profundidad, así como una alta densidad de raíces por volumen de suelo, asociadas a un suelo con un alto contenido de agua y una alta proporción de macroporos ocupados por aire, se darán las mejores condiciones para la absorción de agua, debido a que en esas circunstancias el continuo líquido enfrentará la menor resistencia hidráulica al flujo, especialmente en las horas de máxima demanda evaporativa de la atmósfera.

Por el contrario, si la planta tiene un sistema radicular de poca extensión lateral y en profundidad y baja densidad radicular, asociadas a un suelo compacto, de textura fina, con baja disponibilidad de oxígeno, se encontrará en las peores condiciones para absorber agua, dada la alta resistencia al flujo de agua que se produce por la baja superficie de contacto suelo-raíz, aun con altos contenidos de agua en el suelo.

En este sentido, los métodos para evaluar el contenido de agua del suelo como por ejemplo los tensiómetros, sólo están evaluando una parte del sistema. Las lecturas de estos aparatos u otros pueden perder absolutamente la validez de su interpretación si no conocemos dónde están las raíces y en qué condiciones de desarrollo se encuentran.

En este contexto adquiere relevancia el tema de la elección del sistema de riego para las condiciones de suelo que se dispone, así como la necesidad cada vez más evidente de realizar labores profundas de preparación de suelos, con el fin de asegurar una rápida expansión del sistema radicular en los 2 primeros años del cultivo y un drenaje óptimo del agua, todo esto asociado a la alta sensibilidad del palto y a la falta de oxígeno en las raíces.

SISTEMAS DE RIEGO

Basado en los antecedentes anteriores, cualquier sistema de riego que pueda asegurar la mantención de un determinado nivel de humedad en el suelo, en la mayor superficie posible y con una alta proporción de macroporos ocupados por aire, se adaptará bien a las necesidades del palto. Por lo tanto, la decisión acerca del sistema de riego depende más bien de criterios económicos y del nivel de tecnología que se quiera emplear.

Sistemas de riego recomendados para palto:

- Superficiales (tradicionales):
 - . Surcos
 - . Tazas
 - . Bordes
- Presurizados (mecanizados):
 - . Microaspersión
 - . Goteo

En relación con los sistemas mecanizados, existe en nuestro país una permanente pugna entre defensores de uno u otro sistema. La experiencia mundial y la recogida en los últimos 10 años en Chile, permite concluir que ambos sistemas tienen sus ventajas y desventajas, que se deben analizar en cada situación, particularmente la adaptabilidad a los diferentes tipos de suelo, clima y disponibilidad de agua. A continuación se resumen las características más relevantes de ambos sistemas:

RIEGO POR GOTEO: Variables de diseño

- Núm. líneas: 1-2 (Densidad plant., edad, tipo suelo)
- Núm. goteros: cada 0,5-1m sobre línea (Dens., edad, tipo de suelo)

- Goteros: ~ 4 L/hora: expandir bulbo (caudal > veloc. infiltrac.)
- Tasa de aplicación agua: 1-2 mm/hora
- Tipo gotero: topografía, calidad agua (on-in line)

Ventajas

- Alta eficiencia de la aplicación de agua: 80-90% (independiente del clima)
- Aplicación localizada de los fertilizantes
- Menor inversión inicial (matrices, mangueras, emisores)
- Menores caudales instantáneos (bombas, obras acum. agua)
- Control del crecimiento en variedades - portainjertos vigorosos, altas densidades
- Mejor relación nutricional N-Ca: se favorece la conservación de la fruta
- Mejor adaptación a climas áridos y semiáridos (raíces concentradas en bulbo)

Desventajas

- Bajo volumen de suelo mojado (disponibilidad agua y minerales)
- Menor volumen exploración de las raíces: debe ser $\geq 50\%$ volumen suelo
- Riesgo de afectar crecimiento de los brotes - frutos (tamaño árbol, calibres)
- Potencial desarrollo de problemas nutricionales por alta tasa de extracción de minerales con bajos volúmenes de suelo mojado (deficiencia y toxicidad)
- Riesgo de acidificación del bulbo por aplicación de $N-NH_4^+$ (lixiviación NO_3^-)
- Mayores riesgos de saturación en la zona de raíces
- No se adapta a suelos de texturas extremas: arenosa, arcillosa
- Taponamiento de emisores: sales, partículas, materia orgánica. Se acentúa a bajas presiones; difícil de visualizar; costo mantención: personal, limpieza, cambio de emisores; insumos: cloración, ácidos, solubilizar sales
- Menor aprovechamiento de la humedad disponible del suelo debido a mayores

tasas de extracción por volumen de suelo.

RIEGO MICROASPERSIÓN: Variables de diseño

- Núm. emisores: ~ 400-800/ hectárea (densidad plantación)
- Emisores: ~ 35-70 L/hora
- Tasa aplicación agua: 3-4 mm/hora
- Mojamiento: 90-100% de la superficie (traslapes)

Ventajas

- Alto volumen de suelo mojado
- Alto volumen de raíces: expansión lateral
- Posibilidades de aumentar HR y bajar T° del huerto
- Menor probabilidad de saturación
- Adaptación a todo tipo de suelos
- Menor taponamiento de emisores (fácil de visualizar)
- Incorporación de herbicidas residuales
- Mayor aprovechamiento del agua disponible en el suelo y menores riesgos de toxicidades por sales del suelo y del agua.

Desventajas

- Menor eficiencia de aplicación del agua: 60-80% (efectos del clima: deriva, evaporación. Muy baja en plantaciones nuevas: ~ 50%, tipo de difusor)
- Mayor inversión inicial (matrices, mangueras, emisores)
- Desarrollo de malezas
- Aplicación de fertilizantes menos localizada
- Daño potencial de emisores por labores (manuales o mecánicas)
- Problemas de desuniformidad por malezas, emisores de bajo caudal o mal mojamiento, bajo número de emisores (mal traslape)

- Pérdida de agua (energía) al regar en horas de mayor viento y temperatura deriva, evaporación del suelo y pasto (0,5-1 mm/hora)*
- Menor adaptación a climas áridos (baja eficiencia), salvo que se utilice como sistema de enfriamiento del huerto.

(*) ~ 2-4 mm/día)

MANEJO DE SISTEMAS DE RIEGO PRE-SURIZADOS

Frecuencia de riego

La frecuencia de riego está determinada por los siguientes factores:

- Capacidad de retención de agua del suelo (textura, profundidad)
- Drenaje
- Nivel de humedad que se desee mantener
- Capacidad de los equipos (precipitación)
- Caudales instantáneos disponibles.

El criterio básico para determinar la frecuencia es que el potencial del agua en el suelo (tensión de humedad) debe fluctuar entre 0 (cero) centibar (recién regado) y 25-30 centibares antes del riego, medidos a 30-40 cm de profundidad en la zona de mayor concentración de raíces.

Para la mayor parte de las condiciones de nuestro país, el riego debe aplicarse 1 de cada 2 ó 3 días con sistemas mecanizados en el período de máxima demanda. Naturalmente, hay casos en que es necesario regar diariamente (suelos muy livianos, poco profundos, pedregosos) o, por el contrario, una vez a la semana (suelos pesados, profundos, drenaje lento).

Es necesario recalcar la necesidad del palto de contar con un alto nivel de

oxígeno en el suelo para la actividad de las raíces, así como la alta sensibilidad de esta especie al ataque de *Phytophthora* en condiciones de suelo saturado.

Limitaciones: Salinidad de suelos y aguas

El palto es uno de los frutales más sensibles a los problemas de salinidad del suelo y del agua de riego, especialmente el portainjerto Mexícola, ampliamente usado en Chile.

A continuación se detallan los parámetros de sensibilidad a las sales descritos en la literatura y comprobados en nuestro país, expresados como los niveles tolerables por esta especie:

- Conductividad eléctrica del suelo = 0 - 2 mmhos/cm
- Conductividad eléctrica del agua = 0 - 1,5 mmhos/cm
- Cloro: - En el suelo: máx: 5 - 7 meq/L
- En el agua: máx: 3 - 5 meq/L
- Sodio: En el suelo: PSI: menos de 10%
- Boro: En el suelo: máx: 0,5 - 0,75 mg/L (ppm)

Las sales se acumulan en las hojas, produciendo amarillez (clorosis) y luego necrosis apical y marginal.

El sodio, además del efecto tóxico en las hojas, provoca problemas de baja velocidad de infiltración del agua en el suelo, por pérdida de la macroporosidad (dispersión de los agregados del suelo), lo que acentúa las condiciones de saturación y baja disponibilidad de oxígeno.

Taponamiento de emisores

Factores físicos :

- Arena
 - Limo
 - Arcilla
 - Materia orgánica
- } Filtraje

Factores químicos:

- Carbonatos de calcio y magnesio
 - Sulfato de calcio
 - Óxidos de Fe, Cu, Zn, Mn
- } Bajar pH (Ácidos)

Factores biológicos:

- Algas
 - Bacterias
 - Insectos
 - Otros organismos
- } Aplicar cloro u otros desinfectantes

CONCLUSIONES

El manejo del agua es clave en el éxito de las plantaciones, particularmente en plantaciones realizadas en suelos marginales con problemas de pendiente excesiva, texturas pesadas o con alta pedregosidad, dadas las características particulares del sistema radicular del palto.

Sin embargo, el agua es sólo parte de los 40 factores que determinan la productividad de un cultivo y, por lo tanto, su manejo debe estar integrado al sistema productivo, donde predominan los factores no controlables, tales como el clima.

Para una determinada condición climática, los rendimientos dependerán del manejo de los factores controlables, que en el caso del palto son claves, el agua, la nutrición, preparación del suelo, calidad de la planta, densidad de la plantación y sanidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, D. and C.M.S. Thomas. 1985. The influence of cultural methods on the water relations of fruit trees. *Acta Horticulturae* 171(1985): 371-382.
- Ayers, R.S. y D.W. Westcot. 1987. Estudio FAO Riego y Drenaje N°29. La calidad del agua en la agricultura. Roma. 174 p.
- Doorenbos, J. y W.O. Pruitt. 1986. Estudio FAO Riego y Drenaje N°24. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma. 194 p.
- Salgado, E. 1990. Manejo del Riego en Paltos. En: Curso Internacional Producción, Postcosecha y Comercialización de Paltos. UCV-FAO. Octubre 1990.
- Wallace, A. and G.A. Wallace. 1993. Limiting factors high yields and law of the maximum. *Horticultural Reviews* 15: 409-448.

REQUISITOS DEL SUELO Y SUSCEPTIBILIDAD A CLORUROS

Carlos Benavides Z.
Depto. de Ingeniería y Suelos
Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

En el país, en condiciones climáticamente aptas en relación con un cultivar dado, se pueden encontrar rangos amplios de calidades de suelo y de aguas de riego para el cultivo del palto, variando éstas desde situaciones muy restrictivas, técnicamente inviables o de alto costo de habilitación, hasta situaciones escasamente limitativas en donde solamente es necesario considerar prácticas de manejo corrientes.

El objetivo del presente artículo es revisar los principales criterios técnicos para la evaluación de sitios, que tienen relación con aspectos de suelos y aguas, e indicar, sobre la base de éstos, diversas opciones de habilitación y manejo para enfrentar escenarios de suelos y aguas poco favorables para el cultivo del palto. Especialmente en áreas: 1) donde la potencialidad del clima para el establecimiento de huertos industriales, la disponibilidad de recursos humanos, de infraestructura vial y de procesamiento, contribuyan decisivamente a hacer interesante un proyecto de plantación y, 2) donde sea necesario considerar un mejoramiento de las plantaciones existentes.

REQUERIMIENTOS EDÁFICOS DEL PALTO

El desarrollo óptimo de las especies frutales involucra requerimientos específicos de suelo.

En el Cuadro 1, se presentan los valores para los parámetros edáficos de adaptación del palto más importantes a controlar por: 1) inspección de los suelos en terreno y, 2) mediante análisis químico, a base de calicatas y muestras de suelos, respectivamente.

La información contenida en el Cuadro 1 requiere de ciertas precisiones a fin de hacerla útil:

a) La **profundidad efectiva** corresponde a la profundidad libre de impedimentos para el crecimiento de las raíces.

Los valores de profundidad efectiva indicados en el Cuadro 1 reflejan la experiencia nacional. Galán (1990) indica un mínimo de 80-100 cm de suelo bien estructurado sobre sustrato permeable.

Cuando la limitación no es el nivel freático, sino una estrata restrictiva que previene marcadamente o impide el desarrollo de la raíz, los valores indicados (Cuadro 1) consideran que la estrata restrictiva debe ser permeable al agua en suelos de topografía plana.

De lo contrario, si la estrata limitante de la profundidad efectiva en suelos planos es impermeable al agua, se interfiere el drenaje interno y la percolación profunda de los excesos de agua de lluvia y/o riego. Procesos que son especialmente importantes para evitar:

- 1) Acumulaciones de agua en la zona de raíces y asegurar una adecuada aireación del suelo y buen estado sanitario de las raíces, reduciéndose el riesgo de problemas de asfixia radical y de infección de raíces con *Phytophthora cinnamomi*.
- 2) Acumulaciones de sales solubles y iones tóxicos en la zona de raíces y asegurar un efectivo balance salino del suelo, reduciéndose el riesgo de problemas de estrés salino y toxicidades, los que se pueden presentar a mediano plazo, en áreas con potencial de salinización por riego.

En suelos inclinados (piedmonts), la permeabilidad del sustrato es menos crítica que la **profundidad** de éste, en la medida que aumenta la pendiente del terreno. En este caso, la eliminación de los excedentes de agua y de sales solubles de la zona de raíces está asegurada, en tanto existan vías para el desagüe del escurrimiento subsuperficial (drenaje). Conectado a lo anterior, en este tipo de suelos es de fundamental importancia el aspecto sanitario de las plantaciones, dado que un foco infeccioso de *Phytophthora cinnamomi* aguas arriba en una plantación puede fácilmente propagarse pendiente abajo, ya sea a través de los escurrimientos superficiales (derrames), o de los subsuperficiales de agua de drenaje.

b) Las **clases texturales** señaladas en el Cuadro 1 deben interpretarse como las dominantes en el perfil. En el caso de los límites de tolerancia (MG-F), es preferible variaciones hacia el rango de texturas moderadamente gruesas (MG, franco arenosa) a menos que la estructura y porosidad sean muy favorables en el caso que las texturas sean finas (F). Esto último debe ser cuidadosamente evaluado en terreno por un especialista.

Las propiedades de retención de agua y de permeabilidad del subsuelo

asociadas a las características texturales, modificadas por las condiciones estructurales y de porosidad, como también la permeabilidad del sustrato, son factores de primera importancia a considerar en relación con el riesgo de infección por *Phytophthora cinnamomi*, por cuanto el hongo requiere de condiciones húmedas para prosperar.

Las texturas finas, particularmente en el subsuelo, corrientemente tienden a generar ambientes húmedos, mal aireados y densos que el palto tolera mal.

En el caso de existir estratificación textural moderada en el perfil, deberá evaluarse la probabilidad de ocurrencia de estratos mal aireados y/o formación de niveles freáticos colgados, problema que no se corrige con subsolado. Al respecto, horizontes arcillosos en el subsuelo (normalmente a profundidades de 60-90 cm) restringen el movimiento descendente del agua, creando zonas saturadas o semi saturadas sobre ellos en el perfil.

De manera similar, los quiebres texturales abruptos representados por secuencias de estratos de materiales de textura más fina, sobre estratos constituidos por materiales de textura más gruesa, tienden a mantener niveles de humedad altos en el estrato superior y, en casos extremos, niveles freáticos colgados, a menos que mediante el manejo hídrico del suelo se aseguren niveles altos de humedad en el estrato subyacente (mayor conductividad hidráulica) en todo momento, con el fin de facilitar la descarga de agua en profundidad. Manejo que puede ser riesgoso desde el punto de vista aireación y sanitario en el caso de una especie sensible como el palto. Este tipo de comportamiento es el que frecuentemente ocurrirá en suelos aluviales, en la transición del subsuelo al sustrato pedregoso con matrices texturalmente gruesas en los cuales, además, la porosidad total del perfil se reduce en forma significativa al nivel de la transición.

Las consideraciones anteriores están señalando que la uniformidad textural del perfil es un aspecto importante, ya que simplifica el manejo del agua de riego, reduce riesgos fitosanitarios de raíces y de toxicidad por cloruros.

c) La **clase de drenaje** es un factor clave, pues el palto requiere suelos bien drenados (w5).

En la clase de drenaje w5 los excedentes de agua de riego o lluvia son efectivamente removidos del suelo, pero no en forma rápida. El drenaje interno y externo del suelo son óptimos. Según lo anterior, los suelos están libre de moteados debido a las condiciones de buena aireación, no existiendo períodos prolongados de humedad excesiva en el perfil. El nivel freático está ausente o se localiza profundamente (>150 cm).

En condiciones de buen drenaje no hay problemas de asfixia radical, no se desarrolla la infección fungosa del sistema radical inductora del síndrome denominado "tristeza del palto" y, se logra un adecuado balance salino en forma natural (lluvias invernales) y/o mediante manejo del riego (requerimientos de lavado).

d) La **reacción del suelo (pH)**, dentro de los límites indicados como óptimos (reacción neutra) en el Cuadro 1, se pueden descartar deficiencias de hierro, zinc (más frecuentes) y manganeso (ocasionales).

En situaciones de deficiencia (hambre oculta o con síntomas a la vista), se afecta el rendimiento y la calidad de la producción. Razeto (1991) señala la existencia de problemas de calibre en el caso de deficiencia acentuada de zinc en cv Hass.

El palto es sensible en suelos alcalinos, pH 7,5 - 8,3, a las deficiencias de hierro, existiendo diferencias entre patro-

nes. Los portainjertos de raza Guatemalteca son más susceptibles que los de raza Mexicana (Razeto, 1991).

La selección de suelos para paltos con pH no alcalino (pH < 7,5) cobra importancia en el caso del hierro por dos motivos: 1) evitar la necesidad de tratamientos correctivos a la larga poco eficientes y costosos (Valdés, 1984) y, 2) el análisis foliar es incapaz de detectar su deficiencia, de manera que el problema se reconoce tardíamente, cuando aparecen los síntomas.

e) La **relación de adsorción de sodio (SAR_e)**, determinada en el extracto de saturación de muestras de suelo, es una medida indirecta del porcentaje de saturación con sodio de la capacidad de intercambio catiónico del suelo (PSI).

En los suelos de reacción ligera a moderadamente alcalina (pH 7,4-8,4), los suelos no salinos (CE_e < 2 dS/m) y sin carbonato de calcio, ni yeso, contienen porcentajes crecientes de sodio intercambiable sin llegar a ser suelos sódicos. En estos suelos, cuando los valores de SAR_e son superiores a los indicados como tolerables por el palto (SAR_e > 6, Cuadro 1), existen niveles tóxicos de sodio en solución, que inducen quemaduras foliares en el palto debido a acumulación de sodio en las hojas.

En los suelos propiamente sódicos, condición que está definitivamente fuera del rango de adaptación del palto (pH > 8,5 y SAR_e > 10), se generan intensos problemas nutricionales, cuadros de toxicidad por exceso de sodio y problemas físicos en los suelos debido a la dispersión de los coloides (problemas de permeabilidad).

f) La presencia de contenidos altos de **carbonato de calcio** en la zona de raíces en los suelos, es un factor negativo para el cultivo del palto. En estas condiciones se

inducen problemas de carencias de hierro, zinc y manganeso.

Un problema común en ciertas zonas es la denominada "clorosis férrica inducida por cal", el cual es agravado en los suelos calcáreos por condiciones de humedad alta en el suelo (riego excesivo, encharcamiento de agua por microrelieve, drenaje interno restringido).

Frecuentemente, los suelos con carbonato de calcio en la Hoya del Maipo (Zona central) presentan valores de pH en un rango 7,9-8,2 asociados a contenidos de carbonato 8-10%. En estos casos la reacción al HCl 1/3 es violenta, siendo frecuente la existencia de patologías de carencia de hierro.

g) La evaluación del **contenido de cloruros** del suelo se realiza analizando el extracto de saturación de muestras de suelo. El palto es particularmente sensible a los excesos de este anión en el suelo.

El valor indicado en el Cuadro 1 corresponde al máximo tolerado por cultivos de raza Mexicana, según Berstein (1965). Este valor crítico cambia en relación con la tolerancia de los portainjertos disponibles.

h) El **nivel de salinidad (CEe)** del suelo se mide en términos de conductividad eléctrica del extracto de saturación (CEe) de muestras de suelo y se expresa en dS/m (equivalente a mmhos/cm).

De acuerdo con Ayers y Westcot (1976), los valores indicados en el Cuadro 1 se refieren al valor umbral (señalado como límite superior del rango óptimo) y el correspondiente a una reducción del 10% del rendimiento potencial (señalado como valor superior tolerado). Por calibración, estas cifras corresponden a valores promedio en la zona de raíces del árbol. Los datos se interpretan considerando que a partir del valor umbral, se produce una

disminución de 21% en la productividad potencial, por cada 1 dS/m de aumento sobre el valor umbral de la especie.

La acumulación de sales solubles actúa en forma aditiva al aumento de la tensión del agua en el suelo, reduciendo aún más la disponibilidad de agua para el árbol. El problema mayor es que, frecuentemente, asociado a niveles relativamente moderados de salinidad, existen niveles indeseables de cloruros.

CLASES DE APTITUD FRUTAL

Una primera aproximación en la evaluación de la aptitud de un suelo para el establecimiento de huertos de paltos, se puede obtener del análisis de la pauta para la clasificación de la aptitud frutal de un suelo de Valdés y Munita (1971), la que se indica en el Cuadro 2. Esta clasificación es empleada en el país en los estudios oficiales y privados de reconocimiento de suelos y normalmente las unidades cartográficas, a nivel de fases de series de suelos, están clasificadas pero según un criterio general de aptitud frutal.

Clases de aptitud de suelos para paltos

De acuerdo con los requerimientos específicos indicados en el Cuadro 1, e interpretando la pauta de Valdés y Munita (1971) (Cuadro 2), la aptitud de los suelos para paltos se puede definir del modo siguiente:

Suelos sin limitaciones. Un suelo sin limitaciones para paltos debe satisfacer los requerimientos de la Clase A (Cuadro 2), con la siguiente observación: a) el suelo no debe presentar moteados. Debe verificarse que la estructura y la porosidad son efectivamente favorables en todo el perfil.

Suelos con ligeras limitaciones. Un suelo con ligeras limitaciones para paltos

Cuadro 1. Requerimientos edáficos del palto.

Prof. efectiva (cm)		Textura (1)		Drenaje (2)		pH	
óptimo	tolerable	óptimo	tolerable	óptimo	tolerable	óptimo	tolerable
>120	>90	M - Mg	F	w5	w5	6,6 a 7,3	5,6 a 8,4

SARe (3)		Carbonato reacción		Cloruros (3) meq/l		CEe (3) dS/m	
óptimo	tolerable	óptimo	tolerable	tolerable		óptimo	tolerable
<2	<6	sin	ligera	<5		<1,3	<1,8

Fuente: Elaborado a partir de CIREN-CORFO (1982); Ayers y Westcot (1976); Berstein (1965); Galán (1990).

(1) M = Franco limosa, Franca, Franco arcillo arenosa, Franco arcillosa y Franco arcillo limosa. MG= Franco arenosa.

F = Arcillo limosa y Arcillosa.

(2) w5= bien drenado.

(3) Valores medidos en el extracto de saturación del suelo.

Cuadro 2. Clases de aptitud para frutales.

Requerimientos edáficos	Grado de limitaciones			
	1 Sin (A) ⁽¹⁾	2 Ligera(B)	3Moderada (C)	4 Severa (D)
Prof. del suelo (2) (cm)	>100	100-75	75-40	<40
Textura: (3)				
Superficial	aFf-FA	aFf-FA	af-A	cualquiera
Subsuelo	Fa-FA	Fa-FA	af-A	cualquiera
Clase de drenaje (4)	Bueno	Bueno-mod. bien drenado	Exces.-mod. bien drenado	imperfecto
Moteados (2)	Sin moteados débiles-finos escasos >100 cm profundidad	Sin moteados débiles, finos o medios, escasos >70 cm	Distintos, comunes, medios >70 cm profundidad	cualquiera
Permeabilidad (cm/h)	Moderada a rápida (2,0-12,5)	Moderada a Mod. Rápida (2,0-12,5)	Moderada a rápida (0,5-25)	Muy lenta a rápida (< 0,5->25)
Pendiente/erosión (5)	0-15 % sin	< 3% sin-ligera	<6% Moderada-sin	>6% Severa
Salinidad (dS/m)	<2	<4	<6	>8
Carbonatos (Hcl 1/3) reacción	muy ligera	ligera	fuerte	violenta

Fuente: Valdés y Munita (1971).

(1) Equivalente a Clasificación de Aptitud Frutal de Corfo.

(2) Esta es una norma tentativa. Debe confrontarse con las características de arraigamiento de cada especie, por ejemplo, para durazneros 75 cm de profundidad efectiva y sin otra limitante, sería Clase A (sin limitaciones).

(3) Cuando la estructura y porosidad son favorables, se recomienda subir en una clase la Aptitud del Suelo. A la inversa, cuando estos factores estén limitados se bajará la aptitud a la Clase siguiente. Para suelos estratificados, un quiebre abrupto de textura que provoque un nivel freático suspendido se tratará en igual forma.

(4) Según Soil Survey Manual (Handbook 18).

(5) No se consideran terrenos que se van a terracear o sistemas de riego especiales: goteo, aspersión, etc.

Esta pauta representa una guía para establecer la Aptitud de los Suelos para la implantación de frutales. En su elaboración no se han tomado en cuenta:

- Limitaciones climáticas
- Condiciones económicas o de mercado
- Disponibilidad, manejo y calidad del agua, y
- Fertilidad.

Debe sí abrirse un paréntesis para aquellas zonas de Chile donde el clima es más importante que el factor suelo (Quillota, La Cruz, Valles del Norte); para estos casos esta pauta debe ser considerada como referencial y a base de la experiencia frutícola de la zona, establecer una clasificación de suelos local.

debe satisfacer los requerimientos de la Clase B (Cuadro 2), con las siguientes observaciones: a) las texturas superficiales y del subsuelo deben variar desde medias a moderadamente gruesas, pudiendo seleccionarse perfiles con textura franco arcillosa en el subsuelo, en tanto la estructura y la porosidad sean favorables; b) el drenaje debe ser bueno; c) el suelo no debe presentar moteados; y, d) la salinidad debe ser $CEe < 2$ dS/m. Con estas características, el suelo se puede considerar con **ligeras limitaciones para paltos** por presentar una profundidad efectiva de 75 a 90 cm.

Suelos con moderadas limitaciones. Un suelo con moderadas limitaciones para paltos debe satisfacer los requerimientos de la Clase C (Cuadro 2), con las siguientes observaciones: a) las texturas superficiales y del subsuelo deben variar desde medias a gruesas; b) el drenaje debe ser bueno a excesivo; c) el suelo no debe presentar moteados; y, d) la salinidad debe ser $CEe < 2$ dS/m. Con estas características, el suelo se puede considerar con **moderadas limitaciones para paltos** por presentar una profundidad efectiva de 40 a 75 cm, texturas ocasionalmente gruesas, drenaje ocasionalmente excesivo y carbonatos sobre lo tolerable.

Suelos no aptos. Corresponde a los suelos clasificados con severas limitaciones (Clase D) en la pauta de Valdés y Munita (1971). En este caso, el tipo y grado de los factores limitantes se aleja en importante medida del mínimo edáfico requerido para paltos, señalado en el Cuadro 1 como "rango tolerable" y los suelos deben considerarse en su estado presente como no aptos.

Casos especiales y recomendaciones

Los suelos con moderadas limitaciones para paltos, planos o en pendiente,

especialmente en su expresión mínima, deberían manejarse con riego mecanizado y fertirrigación, debido a su menor capacidad de almacenamiento de agua aprovechable y eventualmente mayores problemas de fertilidad que la clase anterior. Ejemplos de éstos son los siguientes:

En áreas de clima propicio, suelos planos, relativamente delgados (50 cm de profundidad al sustrato), ocasionalmente pedregosos y sobre sustratos aluviales con volúmenes relativamente grandes de bolones y/o piedras y matriz permeable (sustratos enraizables), pueden ser plantados con variedades de desarrollo mediano en tanto el manejo hídrico y nutricional sea adecuado. En estos casos, la profundidad efectiva se considera estimativamente incrementada en proporción al espesor arraigable del sustrato, corregido por el contenido volumétrico de matriz de éste (1- porcentaje volumétrico de piedras).

Del mismo modo, laderas de cerros o piedmonts con suelos poco profundos en los que el palto suele desarrollarse bien pueden ser utilizados en tanto se considere riego mecanizado y las condiciones de permeabilidad del subsuelo sean adecuadas (ver profundidad efectiva). En estas localizaciones se agrega como ventaja la condición de "drenaje de aire frío del sitio" un factor importante en el caso de peligro de heladas por inversión térmica. Una consideración adicional en suelos en pendiente es la exposición de ésta. Siendo deseable en el país, la exposición norte o noroeste por ser más abrigadas en invierno.

Suelos con problemas de adaptación para paltos

Las clases de suelos descritas como aptas para el establecimiento de paltos, representan tipos de perfiles con requisitos de manejo considerados actualmente normales.

En general, a medida que se incrementa el tipo y grado de limitaciones físicas o químicas del suelo, los requerimientos de manejo para mantener condiciones favorables en la zona de raíces, se pueden elevar a un punto tal que no es posible asegurar su logro en la mayoría de los casos, transformándose éstos en problemas recurrentes de riego, nutrición y fitosanitarios, los cuales se traducen finalmente en resultados productivos deficientes (Benavides, 1991a). De hecho, ésta ha sido la situación resultante en muchos casos, debido a defectos en la evaluación inicial de la calidad de los suelos.

En este sentido, contar con pautas técnicas para calificar la aptitud específica de los suelos considerados en un proyecto frutícola determinado, tiene utilidad para "medir" el grado de desajuste existente, lo que a su vez permite establecer el tipo de tecnología de suelos necesaria para su mejoramiento y los costos correspondientes.

En la actualidad, la creciente presión económica está favoreciendo la implementación de medidas por las cuales, suelos marginales afectados por diversas limitaciones, puedan ser usados productivamente (Wooldridge y Harris, 1991). Tendencia que se observa en alza en el país.

En el Cuadro 3 se indican algunas restricciones iniciales del suelo para la implantación de especies frutales. La mayoría de las limitaciones señaladas pueden ser corregidas mediante diversos procedimientos de tecnología de suelos.

Tecnología de suelos

La inclusión de suelos con problemas de adaptación física o química como los señalados en el Cuadro 3, cuidadosamente diagnosticados mediante estudios de suelos detallados, contempla una serie de medidas de modificación, habilitación y

de manejo de suelos (Benavides, 1991a y b; Silva, 1996). Entre las de tipo físico se pueden mencionar las siguientes:

Modificación de perfiles de suelos.

Consiste en una alteración mecánica de una parte del perfil de suelo en profundidad (normalmente >30 cm), con el fin de eliminar o reducir factores limitantes de tipo físico y mejorar de manera más o menos permanente el comportamiento agronómico del suelo (Wildman *et al*, 1979; Eck y Unger, 1985).

La modificación de perfiles se considera una técnica orientada al tratamiento de subsuelos limitantes en relación con problemas de profundidad y drenaje interno, debido a: 1) existencia de panes (duripanes, claypan, fragipanes, etc); 2) compactación; y 3) estratificación.

Los equipos que pueden ser utilizados, profundidades máximas y condiciones óptimas de trabajo se indican en el Cuadro 4.

El trabajo realizable con subsoladores es esencialmente fracturar o agrietar los materiales, sin resultado de mezcla. El espaciamiento difiere según la clase de suelos y el objetivo perseguido (mejoramiento del drenaje interno o aumento de la profundidad efectiva).

En el caso de las retroexcavadoras, el trabajo consiste en la excavación de hoyos a las distancias de plantación consideradas. Las excavaciones pueden ser de 1 m²/hoyo a 3 m²/hoyo, dependiendo de los objetivos buscados (mejoramiento del drenaje interno o corrección de problemas físicos intensos, respectivamente). En el trabajo realizado por las retroexcavadoras, además de una acción de fractura, se agrega la de una mezcla completa de los materiales.

La efectividad comparativa de los equipos mencionados frente a los diferen

Cuadro 3. Restricciones físicas y químicas iniciales del suelo para el establecimiento de plantaciones frutales.

<p>1. FÍSICAS</p> <p>Impedimentos mecánicos a la penetración de raíces:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Densidad aparente alta (compactación) de algún horizonte o estrata. - Presencia de estratas cementadas (generalmente a nivel del subsuelo). - Desfavorable distribución del tamaño de poros. <p>Condiciones anaeróbicas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Nivel freático fluctuante o permanente o colgado. - Escasa porosidad media o gruesa. <p>Temperatura fría del subsuelo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - < 13° C una parte significativa del año. <p>Escaso volumen de almacenamiento de agua aprovechable:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Suelo muy delgado. - Texturas extremadamente arenosas. - Alto volumen de piedras en el perfil. - Muy bajo nivel de materia orgánica. <p>2. QUÍMICAS</p> <p>Salinidad excesiva:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exceso de sales solubles. <p>Problemas de toxicidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Exceso de cloruros. - Exceso de boro. <p>Exceso de sodio y sales alcalinas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - SARE excesivo. - Carbonato de sodio. <p>Deficiencias nutricionales.</p>

Fuente: Modificado de Silva (1996).

Cuadro 4. Equipos utilizados en modificación de perfiles.

Equipos	Profundidad máxima de trabajo (m)	Acción en el suelo	Condición óptima de trabajo
Subsolador	2,0	Fragmentación, sin mezcla	Suelo seco
Retroexcavadora	3,6	Mezcla casi completa	Suelo friable

Fuente: Benavides (1991) basándose en Eck y Unger (1985) y Wildman *et al* (1979).

tes tipos de problemas físicos se indica en el Cuadro 5.

Camellones. La construcción de camellones es una práctica que puede considerarse alternativa a la de modificación de perfiles, cuando el suelo presenta limitaciones por profundidad y nunca un sustituto total del drenaje artificial (Du Preez, 1985). Esto último es particularmente importante en el caso de paltos.

Consiste en el acopio de suelo superficial, obtenido desde el espacio destinado a las entrehileras, sobre la superficie del suelo de las futuras hileras, con el objetivo de crear un volumen adecuado de enraizamiento. Los camellones se construyen con altura variable, para incrementar artificialmente el espesor del suelo original, el cual presenta limitaciones por impedimentos físicos a escasa profundidad (suelos de baja permeabilidad, panes, sustrato altamente pedregoso, etc). El suelo utilizado en la construcción de los camellones debe ser de buena calidad y libre de arcilla del subsuelo.

Se pueden señalar varias ventajas de esta técnica (Coetzee, 1995): 1) incremento de la profundidad efectiva; 2) aumento de la temperatura de la zona de raíces; 3) mejoramiento del drenaje interno; 4) mejoramiento de la aireación; y 5) facilitar la incorporación de acondicionadores de suelos.

Entre las desventajas Coetzee (1995) menciona las siguientes: 1) desecamiento más rápido del suelo; 2) calentamiento exagerado del suelo; 3) control de malezas restringido al uso de herbicidas; 4) cosecha lenta; y 5) requerir exclusivamente sistemas de riego localizado. A las anteriores habría que agregar: 6) peligro de salinización por riego y 7) problemas de anclaje en el caso de camellones altos, plantados con variedades de gran tamaño en áreas ventosas.

Las dimensiones de los camellones son variables de acuerdo con las condiciones y objetivos. En líneas generales, éstos se construyen con alturas de 30 a 60 cm, 1,8 m de coronamiento (parte superior de la cima) y anchuras en la base desde 2,5 m a 3,5 m, moviendo el suelo en estado de consistencia friable y evitando la formación de estratas en su interior. En suelos planos de hasta 3% de pendiente, los camellones pueden construirse rectos y en suelos de >3% de pendiente, éstos deben hacerse en contorno, con una caída de 1-2% para desagüe (Coetzee, 1995).

Según investigaciones de Woolbridge y Harris (1991) en relación con el drenaje interno, el "efecto camellón" se reduce al aumentar el ancho de éstos y al disminuir su altura, pudiéndose generar en su interior importantes zonas saturadas de agua, en los meses más lluviosos del invierno, en suelos de baja permeabilidad. Según lo anterior, en el caso de paltos lo recomendable, por razones de seguridad, sería utilizar esta técnica para adaptar suelos con problemas de profundidad efectiva más que de drenaje o permeabilidad.

En relación con los problemas señalados en el Cuadro 3, las soluciones pueden ser las siguientes:

i) Impedimentos mecánicos a la penetración de raíces. Corresponde a un problema de escasa profundidad efectiva. La corrección puede implicar:

- Modificación del perfil: a) rotura de panes y mezcla de los materiales del perfil (retroexcavadoras) o, b) por fracturación de los impedimentos (subsoladores), según el caso tratado. Los equipos se indican en el Cuadro 4 y las técnicas en el Cuadro 5.

- Construcción de camellones.

ii) Condiciones anaeróbicas. Se distinguen tres casos:

a) Problema del mal drenaje con nivel freático estacionario o fluctuante. La corrección implica:

- Obras de drenaje artificial, las cuales permiten abatir y controlar el nivel freático. La solución del problema de drenaje requiere disponer de una vía de desagüe (boca de salida del sistema) y condiciones topográficas adecuadas, o alternativamente.

- Construcción de camellones, recomendable para paitos sólo en el caso de suelos poco profundos, moderadamente bien drenados.

b) Problema de permeabilidad (nivel freático colgado) asociado a estratificación acentuada del perfil. La corrección puede implicar:

- Modificación del Perfil, por mezcla de estratas (retroexcavadoras). Los equipos se indican en el Cuadro 4 y las técnicas en el Cuadro 5.

c) Problema de escaso desarrollo poroso. La corrección corresponde a subsolado. Los equipos se indican en el Cuadro 4 y las técnicas en el Cuadro 5.

iii) Subsuelo frío. Construcción de camellones.

iv) Escaso volumen de almacenamiento de agua aprovechable. Corresponde esencialmente a un problema de frecuencia de riego. La corrección puede implicar, dependiendo del caso:

- Riego mecanizado.
- Construcción de camellones, uso de enmiendas orgánicas y riego mecanizado.

v) Problemas químicos relacionados a exceso de solutos. Se distinguen los siguientes casos:

a) Salinidad excesiva (sales neutras fácilmente lixiviables y/o cloruros). La corrección generalmente implica:

- una combinación de drenaje artificial, lavado del suelo y fertilización después de la habilitación;

b) Peligro de salinización por riego en suelos bien drenados (salinidad y/o cloruros en el agua de riego):

- Manejo del problema en base a requerimientos de lavado.

c) sales difícilmente lixiviables (boro). La corrección puede requerir de drenaje artificial, un acidificante (ácido sulfúrico), lavado del suelo y fertilización después de la habilitación.

d) en el caso de exceso de sodio intercambiable y/o sales solubles alcalinas (carbonato de sodio). La corrección implica una combinación de drenaje artificial, yeso agrícola (enmienda química), lavado del suelo y fertilización después de la habilitación.

La factibilidad económica de los trabajos dependerá, obviamente, de la relación costo/beneficio del mejoramiento y de la rentabilidad del proyecto.

El programa de mejoramiento de suelos marginales deberá considerar:

1) Diagnóstico previo:

- de campo (descripción física y morfológica de los suelos a nivel de fases de series de suelos a base de estudios de suelos detallados, medición de propiedades).

- de laboratorio (análisis químicos y físicos a base de muestreos representativos),
- 2) Plan de mejoramiento:
- Tipo de trabajo de mejoramiento requerido.
 - Condiciones óptimas de trabajo.
 - Secuencia correcta de labores.
 - Insumos necesarios (fertilizantes, enmiendas químicas y físicas).
- 3) Normas precisas de manejo posteriores.

SUSCEPTIBILIDAD DEL PALTO A CLORUROS

El palto es una de las especies más sensibles a la salinidad. Como glicofita sensible, su sistema de adaptación a salinidad consiste básicamente en el mecanismo de absorción de sales, lo cual en principio facilitaría el ajuste osmótico de la planta, pero dado que los mecanismos de compartimentalización en estas especies están mal desarrollados, se originan problemas de toxicidad por iones y desequilibrios nutricionales (Läuchi y Epstein, 1984).

Diversas investigaciones (Bingham *et al.*, 1968; Downton, 1978; Oster y Arpaia, 1992) demuestran que plantas de paltos expuestas a medios salinizados (NaCl), exhiben una relativamente rápida absorción de cloruro, el cual se acumula en raíces, tallos y hojas.

Según Oster y Arpaia (1992), al variar la concentración de cloruro del sustrato, las concentraciones de cloruro a nivel de raíces se mantienen prácticamente constantes en valores que no superan el 1%; en cambio, tallos y especialmente las hojas incrementan su contenido en función de la concentración de cloruro del sustrato. Además, se ha observado que el cloruro se acumula principalmente en hojas maduras; en cambio, en tejido nuevo las concen-

traciones son inferiores en más de 10 veces.

La cinética de acumulación foliar de cloruro presenta un ritmo característico (Bingham *et al.*, 1968). Al respecto, se ha observado que la tasa de acumulación en las hojas, inicialmente rápida, aumenta con incrementos decrecientes hasta que la concentración foliar alcanza un valor característico (plateau), que es proporcional a la concentración de cloruro del sustrato. Si eventualmente aumenta la concentración de cloruro en el sustrato, se inicia un nuevo período de acumulación con un valor de plateau mayor que el anterior. Estos estudios han demostrado también que bastan del orden de 2-3 meses, para que las concentraciones de cloruro alcancen valores de concentración foliar suficientes para inducir síntomas visuales definidos, los cuales paulatinamente dañan parte importante de la superficie de las hojas afectadas.

Efectos fisiológicos y productivos de la toxicidad por cloruros

En condiciones de estrés por cloruros, la primera consecuencia de los daños foliares, es la pérdida de capacidad fotosintética, por necrosamiento y caída prematura de hojas maduras. Si el daño es severo, Bingham *et al.* (1968) indican que hay reducción de la capacidad de producción de fruta.

En el Cuadro 6 se presentan resultados experimentales de producción de plantas Hass sobre patrón de raza mexicana y su relación con concentración de cloruro del sustrato, análisis foliar y nivel de síntomas foliares. Las hojas analizadas corresponden al ciclo de crecimiento de primavera y fueron muestreadas en marzo.

Límites de tolerancia a cloruros

Galán (1990) indica que los patrones mexicanos toleran aguas de riego hasta 150 mg Cl/L (4 meq Cl/L) y los guatemaltecos hasta 250 mg Cl/L (7 meq Cl/L). Ayers y Westcot (1976) consideran que la concentración de solutos del extracto de saturación es 1,5 veces la del agua de riego, luego, el límite para los patrones mexicanos sería 6 meq Cl/L y para los guatemaltecos 10,5 meq Cl/L, en términos del extracto de saturación del suelo.

Bingham *et al.* (1968) estiman, a partir de los datos del Cuadro 6, que el daño en paltos Hass/mexicano se produce con concentraciones del sustrato de 15 meq Cl/L. Considerando que el extracto de saturación implica diluir x3 la solución suelo (en este caso representada por la concentración del sustrato), resulta que el valor de la concentración de cloruro equivalente al extracto de saturación sería 5 meq Cl/L. En el Cuadro 7 se resumen con fines de comparación los valores analizados.

Contenido de cloruros de las aguas de riego

En el Cuadro 8 se presenta la clasificación de FAO (Ayers y Westcot, 1976) para la evaluación de salinidad y contenidos de cloruros en aguas de riego. Los valores indicados para cloruros en la clase sin problemas están en el límite de tolerancia para los patrones de raza Mexicana (Cuadro 7). En relación con el mismo aspecto, la norma chilena para aguas de riego, está claramente excedida.

Según Vogel (1985), los contenidos de cloruros son bajos en las aguas de riego en Chile. En general, son inferiores a 1 meq/L (por ejemplo ríos Ligua, Petorca y Aconcagua), con excepción de los ríos Mapocho y Cachapoal con aproximadamente 1,25 meq/L y el río Maipo con 3,7

meq/L, nivel que está prácticamente en el límite sobre el cual comienzan los problemas de toxicidad en la raza Mexicana (Cuadro 7). No obstante, los contenidos de cloruros indicados para la totalidad de los sistemas se clasificarían como adecuados.

Estos antecedentes, de carácter muy general, indican que los problemas de toxicidad en gran parte de la zona productora (V Región) no deberían ser intensos, debido a los bajos contenidos de cloruros del agua de riego.

Datos de González (1984) muestran que considerando la totalidad del sistema tributario del río Aconcagua, los contenidos de cloruros solubles no exceden de 1 meq/L en períodos normales de dotación de agua, dato que concuerda con los informados por Vogel (1985). Sin embargo, Razeto (1976) informa a base de una prospección en 16 plantaciones de palto en la zona de Quillota, que un 95% de los huertos presentó plantas con ápices necróticos, pero que sólo en el 18% de los casos los daños eran severos, estableciéndose una correlación entre síntomas y contenido de cloruros en las aguas de riego, lo cual indicaría la existencia de sectores con aguas con cloruros excesivos, pero también es probable la ocurrencia de inadecuadas prácticas de manejo de suelos y aguas.

González (1984) indica que a medida que el río Aconcagua avanza por el valle, como resultado del aporte de aguas contaminadas, se produce un deterioro relativo de sus propiedades químicas. Estos aportes, en condiciones de abundante dotación de agua, son normalmente diluidos y su impacto es mínimo. No ha ocurrido lo mismo en condiciones de caudales escasos, en los cuales la carga química se ha concentrado. En este caso es esperable, que las aguas del tramo inferior del río puedan presentar ligeros riesgos de salinización de suelos o de efectos sobre los cultivos.

Cuadro 5. Comparación de la efectividad de dos métodos de modificación de perfiles.

Problemas	Subsolador	Retroexcavadora
Duripanes	Si la penetración es 100% y el espaciado es adecuado, el mejoramiento es permanente	Resultado óptimo, especialmente si el drenaje interno es el objetivo. Mezcla casi completa.
Claypan y horizontes arcillosos de permeabilidad lenta	Si no hay suficiente penetración ni fractura, el resultado es transitorio. Debe trabajarse en seco.	Resultado óptimo, especialmente si el drenaje interno es el objetivo. Mezcla casi completa.
Compactación artificial excesiva	Efectiva, pero puede dejar bloques compactos a la densidad aparente original	Resultado óptimo, especialmente si el drenaje interno es el objetivo. Mezcla casi completa.
Estratificación	Inefectivo, se produce resellamiento. No hay mezcla	Resultado óptimo, especialmente si el drenaje interno es el objetivo. Mezcla casi completa.
Fragipanes	Fracturación parcial	Resultado óptimo, especialmente si el drenaje interno es el objetivo. Mezcla casi completa.

Fuente: Benavides (1991), basándose en Eck y Unger (1985).

Cuadro 6. Toxicidad por cloruros y producción en cv Hass.

Concentración sustratos meq Cl/L	Concentración foliar % Cl	Daño foliar	Producción paltas lb/árbol
0	0,01	ninguno	65
5	0,20	ninguno	28
10	0,48	ligero	35
15	0,80	definido	30
20	1,51	severo	16

Fuente: Bingham *et al* (1968).

Cuadro 7. Comparación de límites de tolerancia a cloruros en paltos, según diversos autores. Valores expresados en meq Cl/L.

Autores	Raza Mexicana		Raza Guatemalteca	
	Agua riego	ext. sat.	Agua riego	ext. sat.
Galán (1990)	4	6	7	10,5
Bingham <i>et al</i> (1961)	3	5	---	---
Berstein (1965)	3	5	---	---

Fuente: Original en base a las referencias.

Cuadro 8. Calidad del agua de riego según Ayers y Westcot (1976).

	grado de problemas		
	sin	en aumento	severo
Salinidad (dS/m)	< 0,75	0,75 - 3,0	> 3,0
Cloruros (meq/l)	< 4	4 - 10	> 10

Distinto es el caso del valle del Maipo, por cuanto las aguas del río, como se indicó anteriormente, están en el límite mismo de tolerancia de los patrones de la raza Mexicana, de manera que cualquier defecto en el manejo del riego y limitaciones en el drenaje interno de los suelos, determinará fallas en el balance salino y procesos de acumulación de cloruros que se traducirán en cuadros tóxicos más o menos intensos.

Resulta evidente que en el caso del valle del Maipo, los huertos deben proyectarse utilizando la mayor cantidad de tecnología disponible para compensar diversas limitaciones zonales: cloruros, carbonatos, estratificación textural, subsuelos densos en los piedmonts, incluso problemas de mal drenaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayers, R. and Westcot, D. 1976. Water quality for agriculture. FAO N°29. 97p.
- Benavides, C. 1991a. Modificación de perfiles de suelo. En: Manejo de Suelos en Huertos Frutales. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N°35. Departamento Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 349 p.
- Benavides, C. 1991b. Aplicación de enmiendas químicas. En: Manejo de Suelos en Huertos Frutales. Publicaciones Misceláneas Agrícolas N°35. Departamento Ingeniería y Suelos. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad de Chile. 349 p.
- Bernstein, L. 1965. Salt tolerance of fruit-crops. Agric. Res. Serv. USDA. Bull. 292. 8 p.
- Bingham, F. ; Fenn, L. and Oertli, J. 1968. A sandculture study of chloride toxicity to mature avocado trees. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 32: 249-252.
- Coetzee, J.K.G. 1995. Ridging soils for new citrus plantings. Citrus Journal Outspan International 5 (3): 22-24.
- Chile. Corporación de Fomento de la Producción. Instituto de Recursos Naturales. 1982. Manual de frutales y viñas. CIREN N°29. 69 p.
- Downton, W. 1978. Growth and flowering in salt-stressed avocado trees. Aust. J. Agric. Res. 29:523-534
- Du Preez, M. 1985. Ridging of orchard soil. Deciduous Fruit Growers 35(1): 22-31.
- Eck, H. and Unger, P. 1985. Soil profile modification for increasing crop production. Advances in Soil Science 1:65-199.
- Galán, V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos. Ediciones Mundi-Prensa. 133 p.
- González, S. 1984. Caracterización química del río Aconcagua. Agric. Tec. 44 (3):229-235.
- Läuchi, A. and Epstein, E. 1984. Mechanisms of salt tolerance in plants. California Agriculture 38 (10):18-20.
- Oster, J. and Arpaia, M. 1992. Hass avocado response to salinity as influenced by clonal rootstocks. Proc. of Second World Avocado Congress. pp 209-214.
- Razeto, B. 1991. La nutrición mineral de los frutales. Deficiencias y excesos. SQMC. 105 p.
- Razeto, P. 1976. Estudio de la toxicidad de cloruros y sodio en *palto* (*Persea americana*, Miller) de la provincia de Quillota. Tesis Ing. Agr. Universidad Católica de Valparaíso, Fac. de Agronomía. 80 p.

Silva, H. 1996. Requerimientos de suelo y calidad de agua para la plantación de cítricos. En: Avances en citricultura. Nuevas variedades, portainjertos y establecimiento de huertos. Departamento de Fruticultura y Enología. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. 113 p.

Valdés, A. y Munita, J. 1971. Clases de aptitud para frutales. Depto. Agrología. MINAGRI. 3p.

Valdés, A. 1984. Fertilización del palto. Aconex 7 (mayo-Agosto): 40-42.

Vogel, O. 1985. Composición química de las aguas de riego de los ríos en Chile. Conferencia. Simiente. 55 (1-2):83-85

Wildman, W.; Meyer, J. and Neja, R. 1979. Managing and modifying problem soils. Leflet 2791. University of California. 16 p.

Wooldridge, J. y Harris, R. 1991. Observations on orchard ridge systems. Deciduous Fruit Growers 41(1): 23-28.

ZONIFICACIÓN Y SU IMPACTO EN LA MADUREZ DEL FRUTO¹

Thomas Fichet L.
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

Uno de los criterios más importantes para desarrollar con éxito el cultivo del palto, es el de asegurar una fruta de óptima calidad al consumidor. Para ello, se conjugan varios factores diferentes como son: una buena adaptación de la variedad a las condiciones locales, técnicas culturales, madurez del fruto a la cosecha, técnicas de cosecha, manejo de postcosecha, etc.

Se considera una palta madura, una vez que ha alcanzado en el árbol un estado tal de madurez que, después de cosechada pueda madurar en buenas condiciones, guardando sus características organolépticas propias de buen sabor.

No debemos olvidar que la palta, a diferencia de la mayoría de los frutos, no alcanza su climacterio mientras esté unida al árbol, aun después de varios meses de haber obtenido su total desarrollo, como es el caso de las variedades Fuerte y Hass.

Entre las características especiales de esta fruta, está el contener un alto porcentaje de aceite en la pulpa, el cual va en aumento a medida que el fruto se desarrolla. Asimismo, estos aceites en su mayoría pertenecen al grupo de ácidos grasos insaturados, vale decir, de muy buena digestibilidad; incluso dentro de sus componentes se encuentra el ácido linoleico, que no es sintetizado por el organismo humano

(Cuadro 1). También es una fuente de hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales, por ejemplo, junto con el plátano es la fruta fresca con más alto contenido de potasio (entre 0,3 a 0,5 g/100 g de pulpa).

El contenido de aceite se debe a la presencia de los ácidos grasos que se ubican entre las vacuolas del endo y mesocarpio. Al ir aumentando de volumen provocan el desplazamiento del agua de las células. Ello permitió en 1930, determinar que existía una relación inversa entre el contenido de aceite y de agua en la palta y ambos podían ser utilizados como criterio de madurez, con lo cual en California, "The Avocado Standardization Bill" determinó que sus productores debían cosechar su fruta con un porcentaje de aceite igual o superior al 8%. Sin embargo, a fines de la década de 1950 y principio de la década de 1970, varios autores han confirmado que el contenido de aceite en palta varía según la variedad, el clima, manejo cultural y que no se puede utilizar en forma general para todos los países, como se puede hacer para los cítricos con la relación sólidos solubles/acidez. Así es como actualmente cada país tiene su estándar mínimo de aceite para cada variedad (Cuadro 2).

¹ Investigación financiada por el Proyecto FONDEF AI-12.

Cuadro 1. Composición de ácidos grasos en las variedades Fuerte y Hass (%).

Ácidos grasos	Fuerte	Hass
Ác. grasos insaturados		
Oleico	75,1	78,4
Linoleico	8,6	7,2
Palmitoleico	3,5	4,0
Linolénico	0,4	0,2
Subtotal	87,7	89,8
Ác. grasos saturados		
Palmitico	12,3	10,1
Esteárico	0,0	0,1
Subtotal	12,3	10,2
TOTAL	100%	100%

Fuente: Mazziak, 1965.

Cuadro 2. Contenido mínimo de aceite para cosecha, en las variedades Hass y Fuerte, en diferentes países.

País	Hass (%)	Fuerte (%)
California	8	8
Israel	9	8
Australia	10	15
Sudáfrica	8	12
Nueva Zelanda	9	13

Fuente: Gaillard, 1987.

Incluso, en algunos países se ha visto que existe una variación en la maduración según la zona donde se cultive palto (Figura 1).

Sin embargo, en Chile aún se ha trabajado bastante poco sobre la evolución de estos parámetros. En los primeros estudios se ha encontrado una estrecha relación entre contenido de humedad y aceite en las principales variedades de palto cultivadas en la Zona Central, cuyos datos se entregan a continuación.

ZUTANO

Para esta variedad, los muestreos se iniciaron en mayo de 1993 y finalizaron en

agosto del mismo año. Se escogieron dos localidades, Cabildo y Quillota. Para este mismo período, esta variedad presentó valores más altos de humedad que Fuerte para las mismas zonas y su contenido de aceite fue bastante bajo (cuadros 3 y 6).

Esta relación en el tiempo entre estas dos variables, permitiría para ese año establecer una ecuación de tipo lineal, por lo tanto sería bastante fácil poder conocer el porcentaje de aceite que tenga la palta, conociendo solamente el contenido de humedad. Este puede ser determinado a través de la siguiente forma: se toma una muestra compuesta de pulpa de varios frutos y se procede a secar en un horno microondas hasta peso constante, con ello se conocerá el contenido de agua que tenga la muestra, luego, este número en la ecuación nos dará el porcentaje de aceite.

Cabildo:

$$\% \text{ aceite} = 75,05 - (0,85 \times \% \text{ humedad})$$

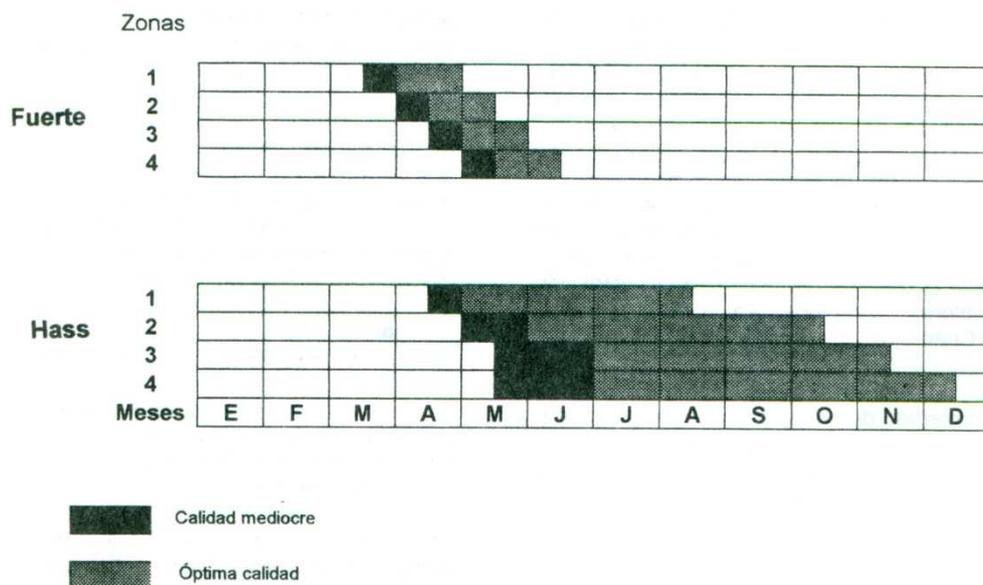
Quillota:

$$\% \text{ aceite} = 78,58 - (0,89 \times \% \text{ humedad})$$

Sin embargo, en otros estudios realizados en la zona de Quillota, se determinó la siguiente ecuación para esta variedad: $\% \text{ aceite} = 58,494 - (0,599 \times \% \text{ humedad})$. Esta recta presenta una pendiente menor, lo cual se puede deber a muchos factores, tales como: edad del árbol, distancia de plantación, clima, riego, fertilización, etc.

Cuadro 3. Variación en el contenido de aceite y humedad en el tiempo, en la variedad Zutano en Cabildo y Quillota en 1993.

Fechas de muestreo	Cabildo		Quillota	
	Aceite (%)	Humedad (%)	Aceite (%)	Humedad (%)
15/5	3,49	84,75	4,59	83,84
30/5	3,80	84,15	4,67	83,30
15/6	4,03	83,76	5,04	82,66
30/6	4,89	82,08	5,88	81,90
15/7	5,67	81,96	5,76	81,45
30/7	7,13	80,42	6,62	81,02
15/8	7,68	79,84	9,34	78,93



Zonas:

- 1 = Atherton, Tablelands (alt. 600 msnm)
- 2 = Coastal North and South Moreton (alt. 50 msnm)
- 3 = Blackall Range (alt. 500 msnm)
- 4 = Mt. Tamborine (alt. 600 msnm)

Figura 1. Períodos de cosecha de palta Hass y Fuerte en diferentes zonas en Australia (Gaillard, 1987).

BACON

Para esta variedad, los muestreos se iniciaron en julio de 1993 y finalizaron en noviembre del mismo año. Se escogieron cuatro localidades: Cabildo, Quillota, Melipilla y Peumo. Las edades de los huertos fueron 6; 6; 7 y 5 años, respectivamente.

Cada localidad presentó curvas características, debido a que existió diferencias entre las tasas de incremento de aceite como en las tasas de disminución del contenido de humedad, y entre los valores obtenidos en cada muestreo (Cuadro 4).

Con estos datos se puede estimar el contenido de aceite en cualquier momento dentro del período de muestreo, con los siguientes modelos lineales; mediciones fuera de este período podrían inducir a errores.

Cabildo:	% aceite = 149,88 - (1,82 x % humedad)
Quillota:	% aceite = 218,75 - (2,73 x % humedad)
Melipilla:	% aceite = 233,76 - (2,90 x % humedad)
Peumo:	% aceite = 207,95 - (2,57 x % humedad)

Al observar la variación entre el contenido de aceite y humedad, se puede apreciar que no existe, en nuestras condiciones, una constante, vale decir, que la sumatoria del porcentaje de aceite más el porcentaje de humedad daría un número que sería constante. En el Cuadro 4, esta constante es muy variable a través del tiempo, por lo cual no se puede establecer esa variable en Chile; lo mismo sucede para las otras variedades de palta estudiadas.

EDRANOL

Para esta variedad se eligió un huerto de 12 años de edad ubicado en

Cabildo. Los muestreos se realizaron desde julio a noviembre de 1993. Edranol obtuvo valores iniciales de aceite más altos que Bacon, pero hacia el final del muestreo éstos mantuvieron un rango similar a la variedad anterior (Cuadro 5).

Basándose en los datos obtenidos, se realizó una correlación entre el porcentaje de aceite y el porcentaje de humedad, mediante una regresión simple de tipo lineal. Este modelo matemático permite relacionar directamente el contenido de aceite a partir del de humedad:

Cabildo:

$$\% \text{ aceite} = 330,74 - (4,03 \times \% \text{ humedad})$$

En ensayos realizados en esta misma variedad en Quillota, se obtuvo una ecuación diferente: % aceite = 53,25 - (0,56 x % humedad).

La variación se debería a diversos factores, tales como: clima, edad de los árboles, manejo, fertilización, etc. Pero, por sobre todo, el factor aparentemente más determinante en la variación entre estas ecuaciones es la temperatura acumulada durante el crecimiento de la fruta.

FUERTE

En esta variedad se eligieron tres huertos en: Cabildo, Quillota y Melipilla, cuyas edades fueron de 10, 10 y 9 años, respectivamente. Los muestreos se iniciaron en mayo y finalizaron en agosto de 1993. En general, se puede observar que entre fines de junio y principios de julio se produce un aumento fuerte en el contenido de aceite para esta variedad y en ese año (Cuadro 6).

Siendo el grado de asociación entre las variables aceite y humedad muy alto, también el modelo lineal es el que mejor representa esta acumulación:

Cabildo:
 $\% \text{ aceite} = 49,07 - (0,52 \times \% \text{ humedad})$
 Quillota:
 $\% \text{ aceite} = 77,25 - (0,90 \times \% \text{ humedad})$
 Melipilla:
 $\% \text{ aceite} = 54,05 - (0,59 \times \% \text{ humedad})$

Estudios similares para la localidad de Quillota dieron diferentes ecuaciones en el mismo huerto:

1984:
 $\% \text{ aceite} = 84,51 - (0,91 \times \% \text{ humedad})$
 1994:
 $\% \text{ aceite} = 92,34 - (1,05 \times \% \text{ humedad})$

lo cual confirmaría la gran variabilidad que existe de un año a otro, sobre todo por la influencia del clima.

HASS

Por ser esta variedad la más importante tanto a nivel mundial como nacional, más del 66% de la superficie total de palto en Chile está plantada con Hass, se estudiaron diferentes variables en seis localidades distintas en 1994: La Serena, Cabil-do, La Cruz, Naltagua, Alto Jahuel y Peumo. Los muestreos se hicieron desde mayo 1994 a enero 1995.

Se buscó relacionar distintos parámetros de los cuales sólo se presentarán los que tuvieron un alto nivel de correlación.

Porcentaje de aceite en función del peso de la semilla

A fines de 1970 se descubrió que existiría una relación entre el contenido de aceite y el peso de la semilla. Esto fue comprobado durante este ensayo, en cinco de las seis localidades. Sólo Cabil-do presentó una baja relación entre estas dos variables, donde los datos fueron muy heterogéneos (Figura 2). En general, la tendencia es que a mayor tamaño de la semi-

lla, mayor es el contenido de aceite. Ello puede ser confirmado si se piensa que cuando existe una alta competencia al interior del árbol, la prioridad de productos elaborados en la fotosíntesis es el siguiente: semilla > pulpa > brotes nuevos > hojas > cambio > raíces > reservas. Esto confirmaría el alto poder de atracción de la semilla y, por lo tanto, a mayor tamaño, mayor concentración de ácidos grasos. Al mismo tiempo, también se comprobó que existiría una relación entre tamaño de la palta y porcentaje de aceite a través del tiempo, vale decir, un fruto más grande tendría mayor contenido graso que un fruto pequeño, si ambos quedan en el árbol hasta marzo (Figura 3). En cierta medida esto también habría sido comprobado por otros autores, quienes plantean que los frutos que provienen de las últimas flores en cuajar, poseen menor contenido de aceite.

Porcentaje de aceite en función del tiempo y de la temperatura acumulada

En general, existe una relación entre los días grados (temperatura acumulada) en base a 10°C y la acumulación de aceite. Las zonas con mayor temperatura acumulada presentan una mayor velocidad de incremento de aceite reflejado en la pendiente de la recta de acumulación (caso de Peumo). Incluso en la localidad de Alto Jahuel no se presenta acumulación de temperatura en los cinco primeros muestreos y, al mismo tiempo, se puede observar (figuras 4; 5 y 6) que prácticamente hay una leve acumulación de aceite durante esas fechas. Esto se podría explicar quizás porque tendría una alta influencia la temperatura máxima. sin embargo, a partir de principios de agosto empieza a existir mayor temperatura, lo cual se refleja en un mayor contenido lipídico de los frutos.

Para el caso de Naltagua, existe una acumulación de aceite más baja; esto se debería a un problema de toxicidad en las

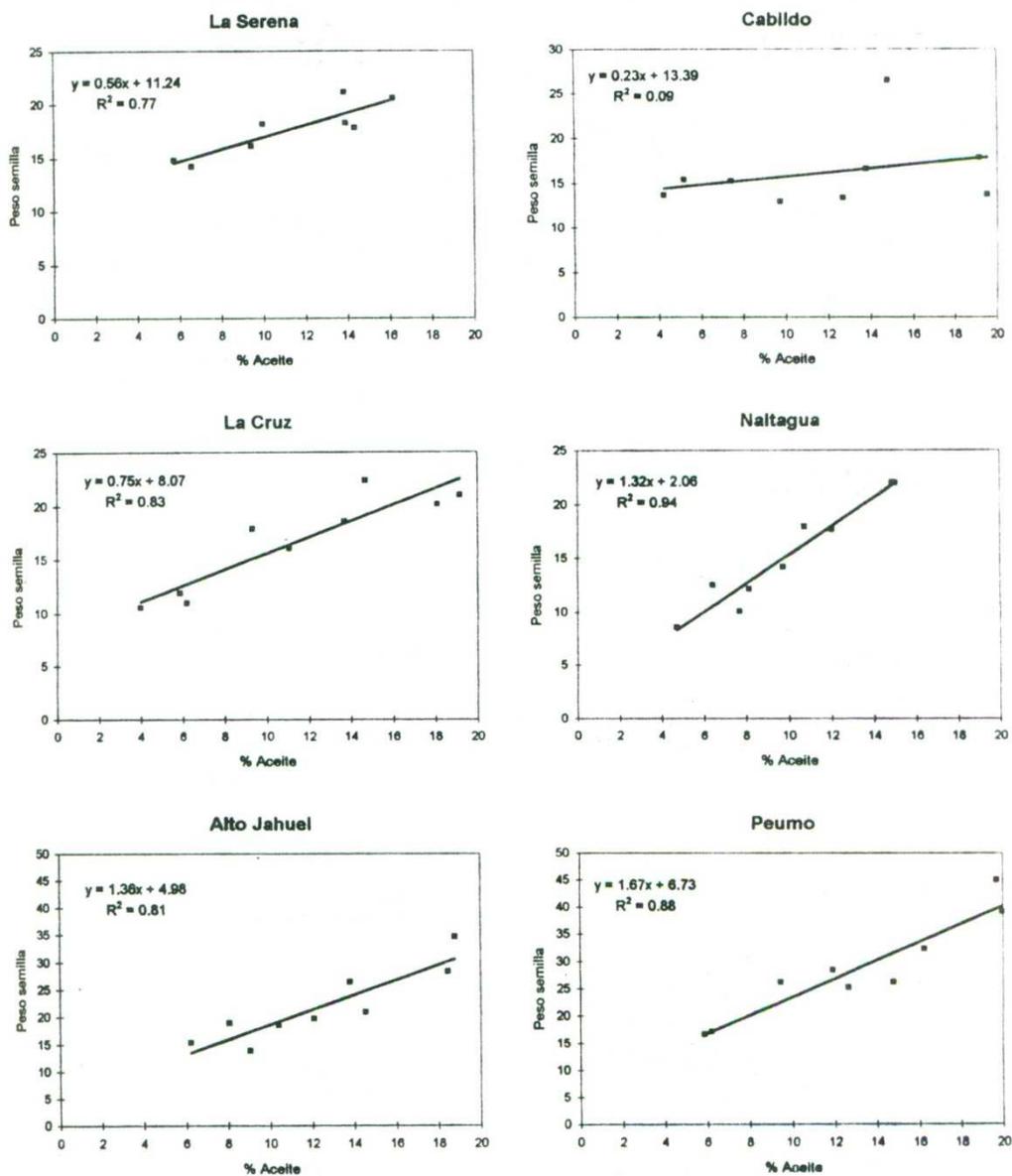


Figura 2. Peso de la semilla (gr) en función del porcentaje de aceite en frutos de palto Hass, cosechados desde mayo a diciembre de 1994, en seis localidades.

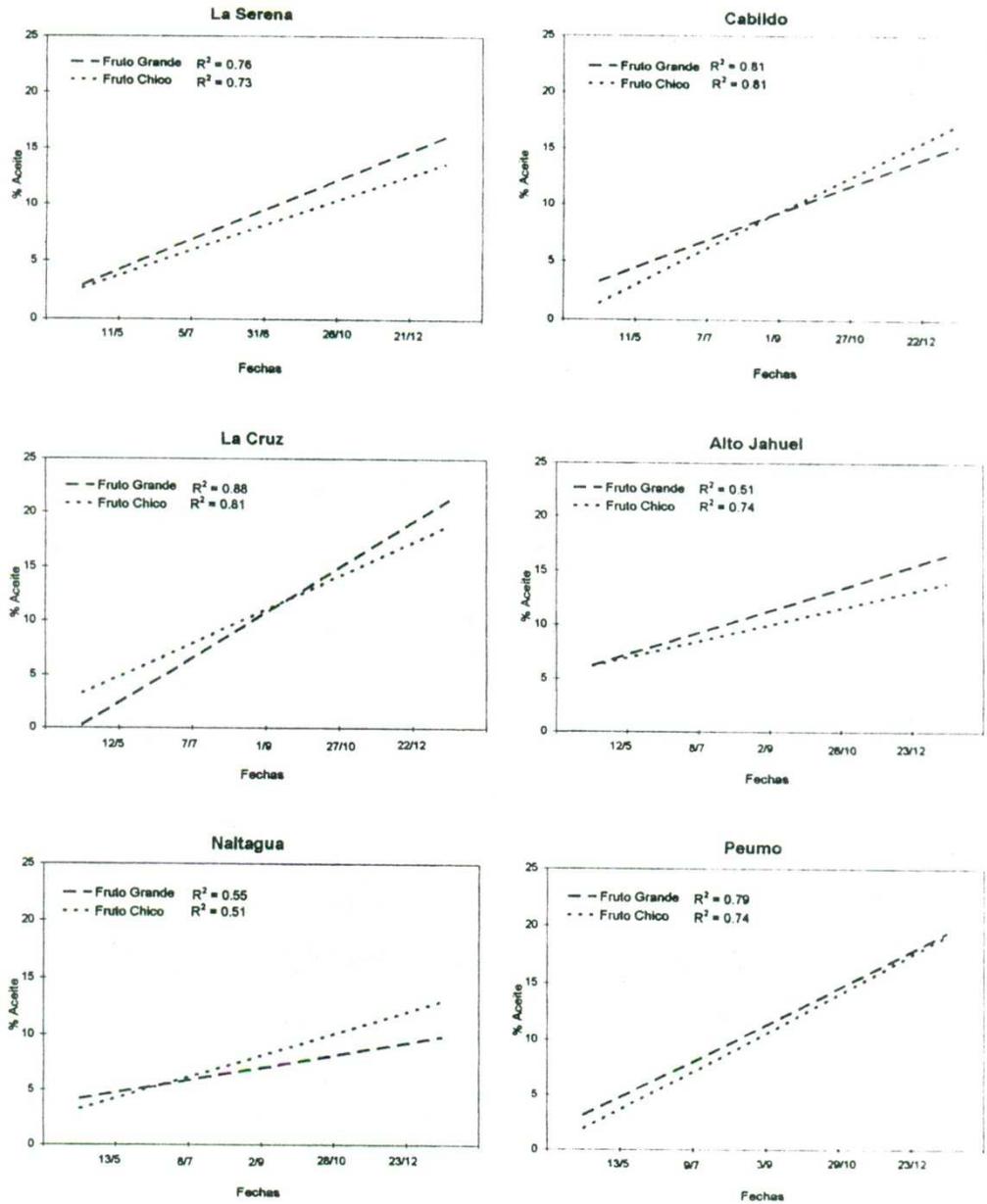


Figura 3. Acumulación de aceite en el tiempo, relacionado con el tamaño del fruto de palto Hass, en seis localidades.

Nº	Fecha	Sumatoria DGº
1	14/06/94	1226,81
2	22/06/94	1244,26
3	21/07/94	1270,96
4	3/08/94	1304,11
5	17/08/94	1331,01
6	15/09/94	1405,31
7	28/09/94	1456,86
8	13/10/94	1526,21
9	10/11/94	1639,61
10	22/11/94	1697,06
11	7/12/94	1781,91
12	4/01/95	1984,91
13	20/01/95	2109,16

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

Nº	Fecha	Sumatoria DGº
1	8/06/94	1391,80
2	23/06/94	1406,60
3	20/07/94	1426,90
4	4/08/94	1438,40
5	18/08/94	1449,20
6	16/09/94	1533,70
7	29/09/94	1597,80
8	14/10/94	1682,70
9	11/11/94	1825,20
10	22/11/94	1905,50
11	9/12/94	2045,90
12	5/01/95	2307,60
13	23/01/95	2483,60

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

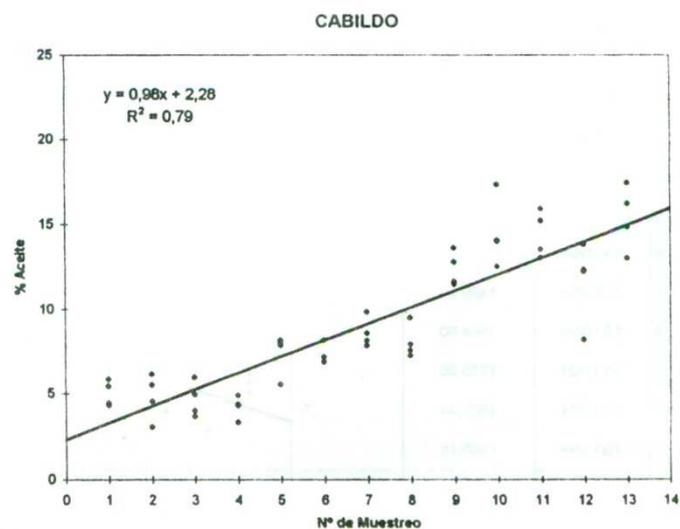
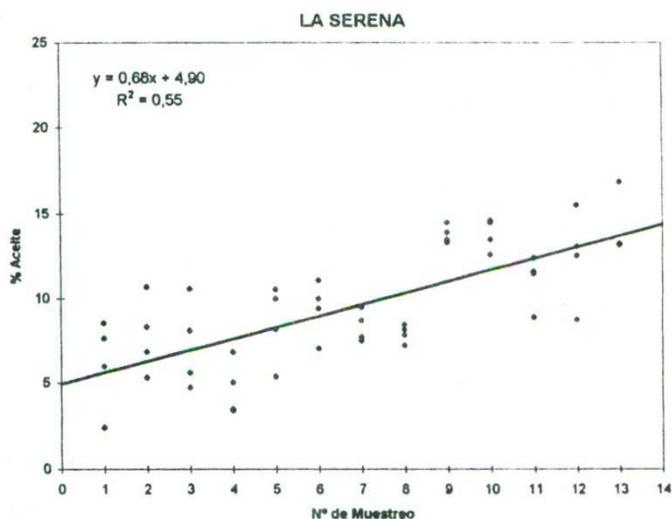
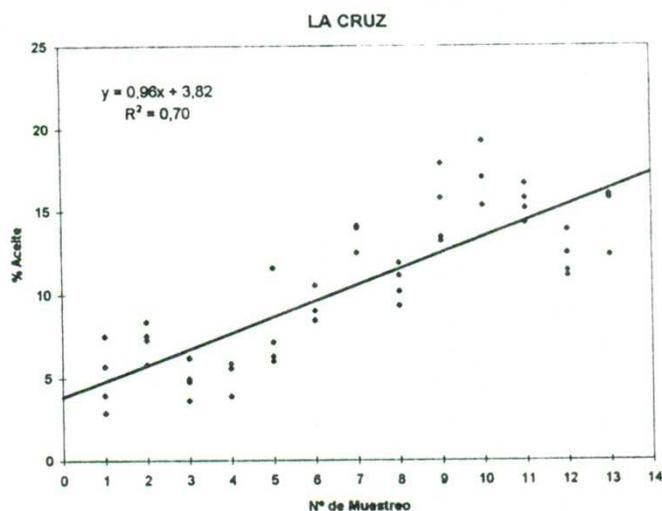


Figura 4. Contenido de aceite en función de la fecha de muestreo y días-grados para frutos de la variedad Hass, junio de 1994 a enero de 1995, en las localidades de La Serena y Cabildo.

Nº	Fecha	Sumatoria DG*
1	8/06/94	1340,00
2	23/06/94	1359,80
3	20/07/94	1379,20
4	4/08/94	1389,30
5	18/08/94	1396,60
6	16/09/94	1468,90
7	29/09/94	1518,40
8	14/10/94	1598,60
9	11/11/94	1731,10
10	22/11/94	1813,10
11	9/12/94	1950,20
12	5/01/95	2197,20
13	23/01/95	2363,40

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile



Nº	Fecha	Sumatoria D*
1	9/06/94	1412,20
2	24/06/94	1412,20
3	23/07/94	1412,20
4	5/08/94	1412,20
5	19/08/94	1412,20
6	16/09/94	1449,16
7	30/09/94	1489,20
8	15/10/94	1554,60
9	14/11/94	1735,80
10	23/11/94	1807,44
11	10/12/94	1966,16
12	6/01/95	2248,04
13	24/01/95	2444,78

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

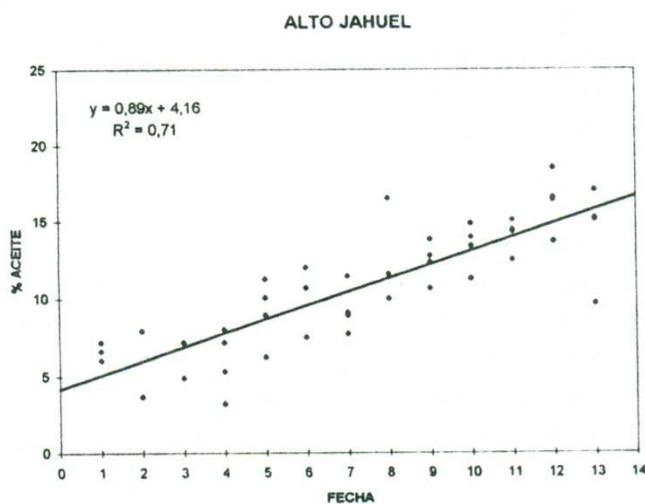


Figura 5. Contenido de aceite en función de la fecha de muestreo y días grados para frutos de la variedad Hass, junio de 1994 a enero de 1995, en las localidades de La Cruz y Alto Jahuel.

N°	Fecha	Sumatoria DG*
1	10/06/94	1371,20
2	24/06/94	1376,15
3	22/07/94	1382,55
4	5/08/94	1385,35
5	19/08/94	1389,20
6	16/09/94	1430,40
7	30/09/94	1482,35
8	15/10/94	1545,85
9	12/11/94	1686,80
10	24/11/94	1783,00
11	10/12/94	1913,90
12	6/01/95	2186,50
13	24/01/95	2381,90

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

N°	Fecha	Sumatoria DG*
1	10/06/94	1387,50
2	24/06/94	1398,60
3	22/07/94	1411,70
4	6/08/94	1416,60
5	19/08/94	1418,70
6	16/09/94	1463,40
7	1/10/94	1521,00
8	15/10/94	1600,50
9	12/11/94	1771,80
10	24/11/94	1873,40
11	10/12/94	2016,20
12	6/01/95	2298,90
13	24/01/95	2505,50

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile

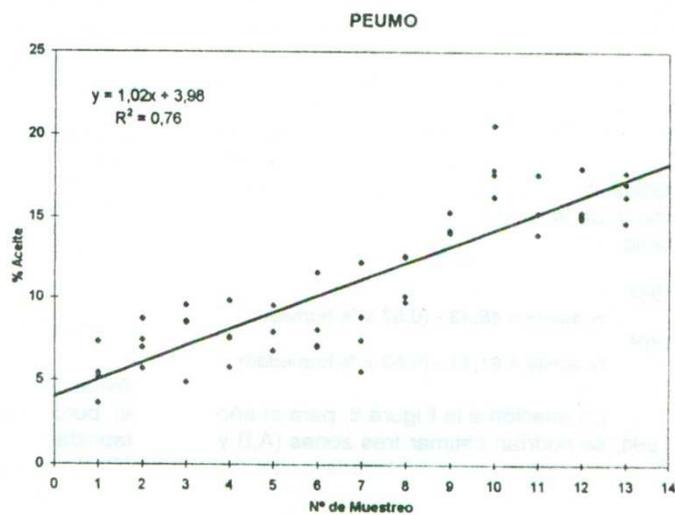
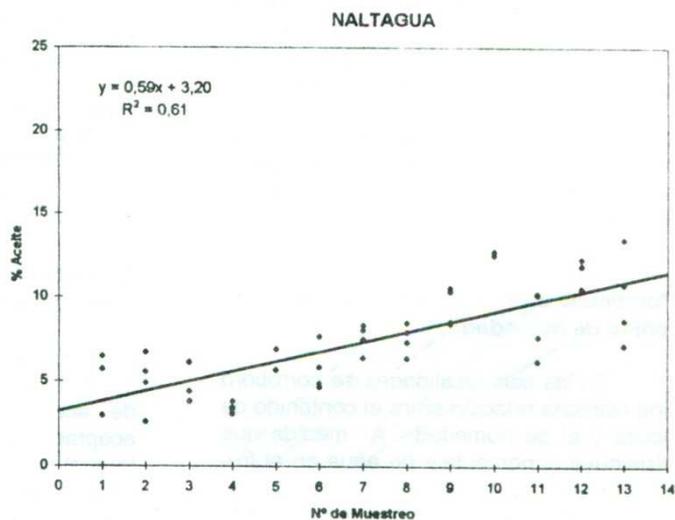


Figura 6. Contenido de aceite en función de la fecha de muestreo y días grados para frutos de la variedad Hass, junio de 1994 a enero de 1995, en las localidades de Naltagua y Peumo.

hojas por sales, lo cual provocó una menor capacidad fotosintética de la hoja y por lo tanto menor cantidad de hidratos de carbono hacia el fruto; ello provocaría una acumulación mucho más lenta de lípidos.

En el caso de La Serena, que es un clima más fresco, se aprecia un incremento más lento en el porcentaje de aceite (Figura 7).

Porcentaje de aceite en función del contenido de humedad

En las seis localidades se corroboró una estrecha relación entre el contenido de aceite y el de humedad. A medida que disminuye el porcentaje de agua en el fruto, aumenta la concentración de lípidos. Sin embargo, esta relación es bastante variable según la localidad (Figura 8) e incluso variable de un año a otro, como ha sido ya demostrado anteriormente para otras variedades. En el caso de Hass ocurre lo mismo. Ello, en gran medida se debería al factor clima, dado que muchos ensayos se han realizado en el mismo huerto y con el mismo manejo, sólo han variado los años, como es el caso de estudios efectuados por la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso.

1984: % aceite = 48,43 - (0,52 x % humedad)

1994: % aceite = 61,11 - (0,63 x % humedad)

En relación a la Figura 8, para el año 1994, se podrían estimar tres zonas (A, B y C) muy similares en cuanto a la acumulación de aceite, dado que en las seis localidades existe similitud entre algunas de ellas.

Zona A
La Serena: % aceite = 58,21 - (0,62 x % humedad)
Cabildo: % aceite = 58,24 - (0,64 x % humedad)

Zona B
La Cruz: % aceite = 72,64 - (0,82 x % humedad)

Alto Jahuel: % aceite = 71,42 - (0,82 x % humedad)

Zona C
Naltagua: % aceite = 66,68 - (0,75 x % humedad)

Peumo: % aceite = 68,96 - (0,78 x % humedad)

Relación entre el contenido de aceite y aceptabilidad

En general, existiría una tendencia a ser semi-aceptable un fruto con un 7 a 9% de aceite; sin embargo, es realmente aceptado con un mínimo de 10% de aceite, lo cual confirma otras investigaciones realizadas en nuestro país. En cuanto a la variedad Hass, debiera ser cosechada con alrededor de un 11%. Según estos antecedentes y basándose en la acumulación de aceite en función del tiempo (figuras 4 y 5), para el año 1994, el mínimo de 10% de aceite se lograría en los diferentes huertos en estudio en el siguiente período:

La Serena	: Principios de noviembre
Cabildo	: Medios de octubre
La Cruz	: Medios de septiembre
Alto Jahuel	: Fines de septiembre
Naltagua	: Principios de noviembre
Peumo	: Medios de septiembre

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Astudillo, J. 1995. Variación estacional en el porcentaje de aceite, humedad, aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cv. Fuerte y Zutano. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 60 p.

Belmar, F. 1996. Variación estacional de la concentración de aceite y humedad de la pulpa y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cv. Bacon y Edranol. Tesis

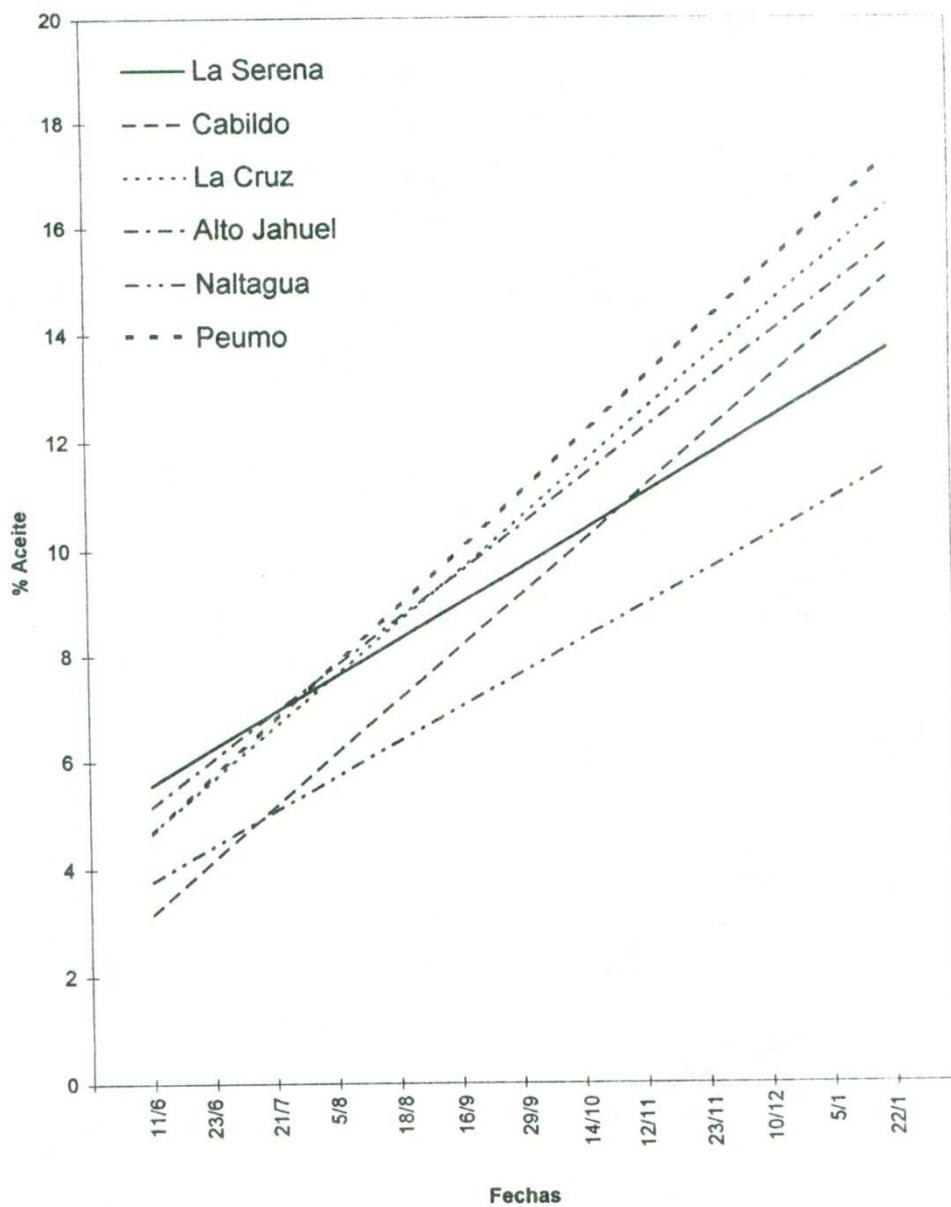


Figura 7. Concentración de aceite para palta Hass en función de la fecha de muestreo, en seis localidades, desde junio de 1994 a enero de 1995.

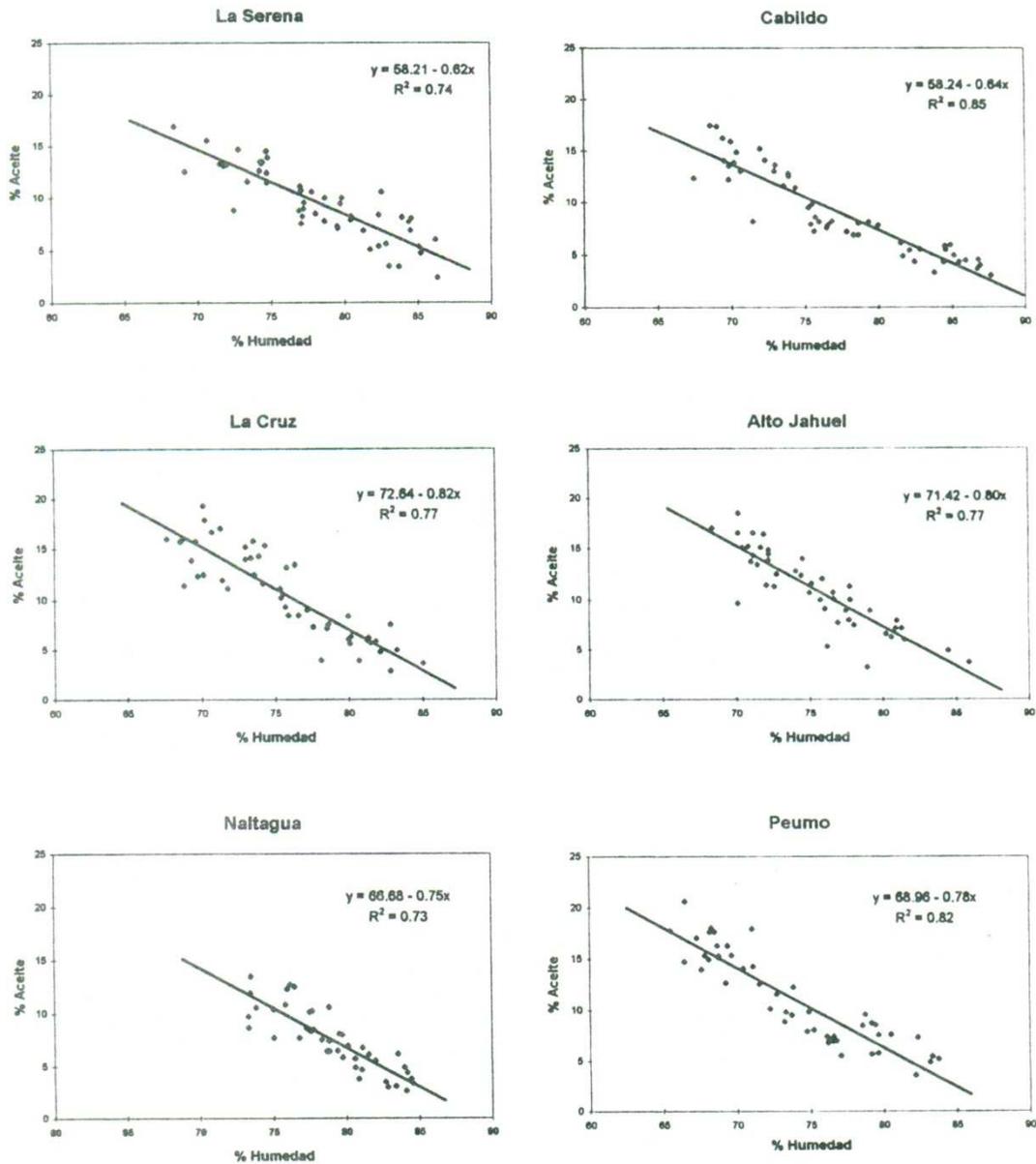


Figura 8. Concentración de aceite en palta Hass en función del contenido de humedad, evaluado en seis localidades, desde junio de 1994 a enero de 1995.

- Ing. Agr., U. de Chile, Fac. Cs. Agr. y For. Santiago. 59 p.
- Bergh, B. 1992. The avocado and human nutrition. I. Some human health aspects of the avocado. California, Proc. of Second World Avocado Congress I: 25-35.
- Calabrese, F. 1992. El aguacate. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 249 p.
- Caro, N. 1996. Estudios de índices de madurez en frutos de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass en distintas localidades de Chile. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. Cs. Agr. y For., Santiago. (en prensa).
- Foguet, J.L.; Vinciguerra, H.F. y Blanco, A.S. 1994. La palta Hass en Tucumán. Revista Avance Agroindustrial, Tucumán, Argentina, N°56: 9-11.
- Gaillard, J.P. 1987. L'avocatier, sa culture, ses produits. Techniques Agricoles et Production Tropicales. Maisonneuve et Larose Editions. Francia. 419 p.
- Galan-Sauco, V. 1990. Los frutales tropicales en los subtrópicos I. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. pp. 25-58.
- Hatton, T.; Erickson, L. and Popenoe, J. 1957. Effects of fruits position and weight on percentage of oil in "Lula" avocado in Florida. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. Vol 69: 217-220.
- López, J.D. 1996. Aceptabilidad y calidad de fruto de palto (*Persea americana* Mill) var. Hass respecto de su concentración de aceite y de humedad en distintas localidades de Chile. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. Cs. Agr. y For., Santiago (en prensa).
- Martínez de Urquidí, F. 1996. Variación estacional en el contenido de aceite, contenido de humedad, tamaño y palatabilidad, en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cv. Negra de la Cruz, Bacon, Zutano, Fuerte, Edranol y Hass. Tesis Ing. Agr., U. Católica de Valparaíso. Escuela de Agronomía, Quillota. 83 p.
- Masziak, P. 1965. Fruits, 20(5): 49.
- Ramila, C. 1994. Variación estacional en el porcentaje de aceite y de humedad, relacionado con la aceptabilidad y calidad en frutos de palto (*Persea americana* Mill) cv. Hass y Gwen. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. Cs. Agr. y For., Santiago. 61 p.
- Saavedra, S. 1995. Evolución de parámetros físico-químicos y sensoriales en paltos cultivares Hass, Gwen y Whitsell. Tesis Ing. Agr., U. Católica de Valparaíso, Fac de Agronomía. Quillota. 47 p.

NUEVAS OPCIONES EN EL MANEJO DE FRUTA DESPUÉS DE COSECHA

Horst Berger S.
Depto. de Producción Agrícola
Universidad de Chile

INTRODUCCIÓN

La palta presenta ciertas características que la hacen algo diferente a los demás frutos. La curva de crecimiento es sigmoídea, con una rápida división celular en los primeros estados. Esta no cesa como en otras especies, sino que continúa mientras permanece la fruta en el árbol; por lo que el tamaño de las paltas se debe principalmente al número de células más que al tamaño de ellas.

El fruto corresponde a una baya con una semilla, varía de tamaño y forma según el cv. Generalmente es piriforme pero puede ser redondo u ovalado. Es una buena fuente de niacina y tiamina y, junto con las aceitunas poseen el contenido más alto de proteínas y grasa entre todas las frutas.

Esta fruta presenta un alto contenido de aceite en la pulpa, desde un 4 a un 25% del peso fresco, dependiendo de la variedad o cultivar. Al comienzo del período de desarrollo el contenido de aceite es bajo: 1 a 2%. Aumenta lentamente a medida que se desarrolla el fruto; cerca de la época de cosecha lo hace con mayor rapidez y es tanto más alto mientras mayor sea el tiempo que la fruta permanece en el árbol. Se ha comprobado que el contenido de aceite en una misma variedad difiere de una localidad a otra.

Una de las características más sobresalientes de la palta corresponde al hecho que no se ablanda en el árbol. Así, a lo largo de los meses de cosecha, los

valores de resistencia a la presión difieren en ocasiones en menos de 1 lb. Esta ausencia de ablandamiento se debería a la existencia de inhibidores que estarían permanentemente presentes en el árbol; la naturaleza de esos inhibidores aún es desconocida.

Totalmente distinto es el caso de la fruta una vez cosechada, porque ahí recién comienza un rápido ablandamiento motivado por su alta tasa respiratoria; ello la hace muy perecible.

Este rápido incremento en la respiración asociado con la maduración en frutos ya cosechados, se conoce como alza climacterica y, las paltas no son comestibles antes que experimenten el climacterio. El proceso de ablandamiento está asociado a incrementos en la actividad de enzimas hidrolíticas como poligalacturonasa y celulasa. El etileno juega un rol muy importante en la maduración de los frutos climactericos, al establecerse en concentraciones fisiológicamente activas en los espacios intercelulares del fruto en forma natural. Este fenómeno precede al alza respiratoria o puede ser inducido por una fuente exógena de etileno, que provoque el comienzo del climacterio en fruta "inmadura". Inmadura entre comillas porque fruta que no tiene un mínimo de madurez en el árbol, esto es, aquella que no tiene las enzimas de la maduración, aún con etileno y temperatura, no madurará. En diversos estudios en paltas, se ha observado que los "peak" de respiración y producción de etileno, coinciden.

La tasa respiratoria y de producción de etileno son relativamente altas: medida a 20°C presenta en el estado preclimactérico 40 mg CO₂/Kg-h y en el "peak", 170 mg CO₂/Kg-h; en cuanto a etileno, 90 ul C₂H₄/Kg-h.

FACTORES DE PRECOSECHA QUE AFECTAN LA CALIDAD

Son muchos los factores de pre-cosecha que provocan un comportamiento diferente en postcosecha.

La nutrición y el riego son factores muy importantes que deben ser consideradas, ya que afectan la calidad postcosecha y maduración de los frutos.

El calcio influye en la susceptibilidad a desórdenes fisiológicos y en la maduración de muchos frutos. Así, paltas con altas concentraciones de calcio maduran más lentamente; también se ha visto que disminuyen los desórdenes fisiológicos inducidos por frío.

Al retrasarse la época de cosecha, la concentración de calcio en las paltas disminuye, lo que sumado a la disminución en el contenido de humedad, tendría un efecto en la estabilidad de las membranas y podría explicar por qué la fruta sería más sensible a los desórdenes fisiológicos en cosechas tardías. Por lo tanto, los factores que afectan la absorción, movimiento y depositación de calcio en precosecha son importantes para determinar la calidad en postcosecha de la palta.

Déficit hídricos en precosecha influirían en pardeamiento; y, oscilaciones en el abastecimiento de agua influye en partiduras en precosecha.

En Sudáfrica se ha visto que las temperaturas del huerto interactúan con la madurez del fruto en el árbol en la respuesta a las bajas temperaturas de almacenaje,

sugiriendo que ocurre una aclimatación a las bajas temperaturas previo a la cosecha.

FACTORES DE POSTCOSECHA

Temperatura

Las temperaturas que deberían usarse para prolongar la vida en almacenaje de la fruta están limitadas al daño por frío. Por esto se han empleado medios adicionales de disminución de la tasa respiratoria para retrasar la maduración. Entre estas medidas, se encuentran la atmósfera controlada y los absorbentes de etileno.

Cuando la fruta es expuesta a temperaturas extremas, ya sean altas o bajas, la maduración se puede afectar debido a alteraciones en las reacciones bioquímicas normales.

En el caso de temperaturas muy bajas se detectan síntomas de daño por frío, entre los cuales se destacan: las dificultades para la maduración, los daños severos en la epidermis manifestados por manchas oscuras y, la apariencia translúcida y/o pardeada de la pulpa.

El daño por frío no es aparente durante el almacenaje refrigerado, sino que aparece cuando la fruta se retira del frío para comercializarla. No es sólo la baja temperatura lo que determina la magnitud del daño, sino también el tiempo que ha permanecido a bajas temperaturas. La temperatura a la que aparecen daños por frío depende del cultivar y de la duración del almacenaje.

A modo de ejemplo, los cv Hass y Fuerte tienen, en general, un límite inferior de 6°C para su almacenaje, siendo este límite 2 °C para el cv Bacon.

Temperaturas altas, en cambio, aceleran el proceso de maduración y facilitan el desarrollo de hongos, los cuales

encuentran en la palta un excelente sustrato para su desarrollo.

Humedad relativa

Este factor es muy importante, ya que la deshidratación puede ser el problema más serio de algunos productos hortofrutícolas; la palta no está ajena a ello. Esto se debe a que la humedad relativa de la generalidad de las cámaras frigoríficas es demasiado baja para un almacenaje prolongado. La mayoría de las frutas tienen una presión de vapor de agua equivalente a un 99% de humedad relativa; por lo tanto, si en la cámara existe una menor presión de vapor de agua, se traducirá en una pérdida de agua por parte del fruto.

Algunos ensayos en frutos de palta han utilizado humedades relativas que fluctúan entre 90 y 95%, permitiendo que el fruto presente una deshidratación muy leve sin afectar su valor comercial.

Composición atmosférica

La maduración o senescencia de los frutos climactericos, en general se retrasa manteniendo bajos los niveles de etileno en las cámaras de almacenamiento. Los absorbentes de etileno más comunes son fabricados a base de permanganato de K y son productos pasivos, es decir, requieren del movimiento del aire para que el etileno pueda ser absorbido y oxidado.

Existen también equipos catalíticos y destructores de etileno que incluyen una circulación del aire de las cámaras para eliminar etileno, siendo por tanto más eficientes y proporcionan más homogeneidad a la maduración de las paltas.

Las atmósferas modificada y controlada consisten en la alteración de la atmósfera que rodea al fruto con respecto a la composición natural del aire (78,08%

Nitrógeno, 20,95% Oxígeno, 0,03% Anhídrido carbónico). La atmósfera modificada usualmente involucra la reducción en las concentraciones de oxígeno y el aumento en las de anhídrido carbónico. Las atmósferas modificada y controlada difieren sólo en el grado de control, donde la atmósfera controlada es más exacta.

Para el caso de períodos prolongados de almacenaje, la atmósfera controlada permitiría conservar los frutos de palta en condiciones óptimas. Son varias las concentraciones de O₂ y CO₂ que han sido utilizadas por diferentes investigadores, pero aparentemente los niveles más adecuados serían 3-5% de O₂ y 5-10% de CO₂ a 7°C, obteniéndose un buen almacenaje entre 4 y 6 semanas, según la variedad.

El almacenaje bajo atmósfera controlada con concentraciones de gases de 5 y 3% de oxígeno y, 5 y 10% de anhídrido carbónico en cv Fuerte y, 2 y 5% de oxígeno y 5% de anhídrido carbónico en Hass y Gwen, con temperaturas de guarda de 6 °C, permitió obtener óptimos resultados, ofreciendo una amplia seguridad de alcanzar mercados que requieran 35 días de almacenaje o de transporte. Estas condiciones, son dependientes de las fechas de cosecha utilizadas cuando se desea, asegurando además una comercialización adecuada durante 5 días.

En estudios realizados en Chile, utilizando atmósfera controlada, la pérdida de fruta por pudriciones resulta muy baja, inferior a 2% en el cv Hass y a 5% en el cv Fuerte. En todos los casos, la infección empieza por el sector proximal de los frutos en el lugar de inserción del pedicelo. El agente causal en ambas variedades resultó ser, principalmente, un hongo del género *Botrytis*.

Algunas ventajas de la atmósfera controlada pueden ser:

- Retardar la senescencia y la maduración.
- Reducir la sensibilidad de la pulpa a la acción del etileno.
- Disminuir la incidencia y severidad de ciertos desórdenes fisiológicos, como los inducidos por exceso de frío en paltas.

En la mayoría de los casos, la diferencia entre la obtención de algún beneficio o algún daño ante combinaciones de gases, es relativamente pequeña.

Entre las desventajas están:

- El retardo de la maduración de la fruta durante un tiempo muy prolongado, puede disminuir el sabor después de remover la atmósfera controlada y madurar.
- Ante bajas concentraciones de oxígeno, la fruta puede sufrir pérdida de sabor y olor, como resultado de una respiración anaeróbica.
- Una palta dañada fisiológicamente, por una muy baja concentración de oxígeno o por una muy alta concentración de dióxido de carbono, puede hacer aumentar su susceptibilidad a la proliferación de hongos.

DESÓRDENES FISIOLÓGICOS

Las principales alteraciones fisiológicas en palta almacenada descritas en la literatura son:

Pardeamiento externo

Es el síntoma más claramente asociado al daño por frío en los cultivares que en estado de madurez normal poseen piel de color verde. Se producen manchas oscuras en la piel, irregulares y claramente

delimitadas, presentando una depresión de la piel en el límite entre la zona afectada y la sana, que aparecen a los pocos días de estar sometida la fruta a temperaturas muy bajas. El síntoma está limitado a la piel y no penetra a la pulpa.

El desorden se manifiesta de preferencia en la zona distal del fruto, proyectándose en un estado más avanzado hacia la zona peduncular.

Las investigaciones realizadas en Chile con el cv Fuerte indican un aumento de intensidad del problema al retrasarse la época de cosecha. Por el contrario, en Sudáfrica se presenta una marcada disminución del problema de pardeamiento externo al avanzar la estación de cosecha.

Pardeamiento de pulpa

Este desorden se denomina también pardeamiento interno. Se puede originar como respuesta a una baja temperatura de almacenaje o como reacción a una situación de ventilación restringida.

Los síntomas varían desde una coloración difusa pardo grisácea o parda en la porción distal del fruto, pasando a un oscurecimiento del mesocarpio, comprometiendo casi toda la pulpa en casos severos.

El pardeamiento del mesocarpio es esencialmente un desorden asociado al almacenaje refrigerado. El problema aumenta en fruta almacenada a temperaturas bajas para paltas al retrasarse la época de cosecha, pudiendo presentarse en cosechas tardías en fruta madura muy pronto después de cosechada.

Las investigaciones realizadas en Chile indican que a medida que avanza la madurez de cosecha, la incidencia del pardeamiento de pulpa aumenta; lo mismo ocurre con otros tipos de desórdenes, los cuales en muchos casos se ven enmasca-

rados por la severidad del pardeamiento. Este desorden se presenta fundamentalmente en palta cv Fuerte.

En Sudáfrica han encontrado en los frutos del cv Fuerte que el tejido dañado por pardeamiento de pulpa pierde la capacidad de madurar; además si el problema es serio, posee olor desagradable y textura gomosa. Este desorden generalmente sólo se encuentra en frutos que han sido almacenados durante un período considerable. Aparentemente se trataría de un desorden fisiológico asociado a frutos inmaduros.

Manchas de la pulpa

Este desorden ha recibido varias denominaciones: manchas grises, manchas pardas, moteado extendido de la pulpa o moteado pardo, correspondiendo muchas veces a distintos desórdenes que aparecen simultáneamente.

Después de aproximadamente 30 días de almacenaje refrigerado, las paltas del cv Fuerte desarrollan manchas en la pulpa que se presentan como pardeamiento alrededor de los haces vasculares. En la zona amarilla de la pulpa se presentan como manchas claramente delimitadas, de color pardo o gris claro a pardo oscuro; a veces su presencia puede visualizarse en forma inmediata al ser cortada, aumentando la intensidad del pardeamiento con el tiempo de exposición del aire. Estas manchas son visibles, algunas veces, ya cuando se corta el fruto, pero usualmente se desarrollan sólo después que el fruto cortado ha sido expuesto al aire.

En estudios realizados en Chile con el cv Fuerte, se encontró que en la mayoría de ellos, la intensidad de las manchas aumenta al progresar la fecha de cosecha igual que el pardeamiento de la pulpa

En el cv Fuerte las manchas de la pulpa pueden ser el desorden más limitan-

te de la calidad. El cultivar Hass, en cambio, raramente presenta este desorden y aún menos el cultivar Gwen.

Pardeamiento vascular

Se describe también como pardeamiento y obscurecimiento de fibras. Los haces vasculares cambian su color verde claro amarillento a pardo claro o negro. Los primeros síntomas generalmente aparecen en la porción distal del fruto como un punteado, pudiendo extenderse a lo largo de la pulpa en casos severos. El síntoma es visible cuando la fruta es cortada, pero después se hace más pronunciado.

En el cv Fuerte el pardeamiento vascular se acentúa en las cosechas tardías, aumentando el problema a medida que la fruta permanece más tiempo en almacenaje.

En Sudáfrica se ha observado que al avanzar la época de cosecha de la palta, el pardeamiento vascular aumenta, ya sea que la fruta hubiese sido almacenada en frío o no, por lo que no sería un desorden fisiológico asociado al almacenaje refrigerado.

De acuerdo con lo observado en algunos estudios, el pardeamiento vascular no constituye un problema grave para el cv Fuerte en Chile. Este desorden es muy notorio en cultivares de la raza Mexicana, donde es conocido con el nombre de pardeamiento de fibra.

En los cultivares de esta raza, el cambio de color es específicamente en el tejido vascular, observándose como líneas negras a lo largo del corte longitudinal del fruto.

LITERATURA CITADA

- Barrientos V., 1993. Efecto de distintas concentraciones de gases (CO_2 y O_2) en la conservación de palta cv Fuerte. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 74 p.
- Berger, H.; J. Luza y L. Peralta. 1978. Almacenaje de palta "Fuerte y "Hass". Proceeding Tropical Region A.S.H.S. 22:30-39.
- Berger, H.; C. Auda y E. González. 1982. Almacenamiento de paltas (*Persea americana*, Mill) cv Fuerte y Hass en atmósfera controlada, modificada y refrigeración común. Simiente 52:55-60.
- Berger, H. y L. Galletti. 1987. Maduración de paltas y su conservación en almacenaje refrigerado. Aconex 16:5-7.
- Biale, B. y R. Young. 1971. The avocado pear. In: The Biochemistry of Fruits and their Products. A.C. Hulme, Vol. 2. 782p.
- Carrillo, C. 1991. Almacenaje en frutos de palto (*Persea americana*, Mill) cv Fuerte en atmósfera controlada. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 84p.
- Camponovo, F. 1996. Efecto del almacenamiento en Atmósfera Controlada sobre la calidad y composición de azúcares de frutos de palto (*Persea americana*, Mill) cv. Gwen. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 140p.
- Fernández, D y C. Ruíz. 1983. Maduración programada de palta, (Frutos de *Persea americana* Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr. U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 106 p.
- Figueroa, J. 1994. Atmósfera Controlada en frutos de palto (*Persea americana*, Mill) cv. Hass. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 77 p.
- Kader, A.A. 1992. Modified atmospheres during transport and storage, Chapter 11, 85-92. In: Kader, A:A: (Ed.). Postharvest technology of horticultural crops. Second edition University of California. Publ. 3311, California, EE.UU. 296 p.
- Lizana, L.A.; M. Salas y H. Berger. 1992. The influence of harvest maturity, type of packing and temperatures on avocado quality. Proc. of Second World Avocado Congress, California. Vol. II: 435-442.
- Lizana, L.A.; T. Fichet, G. Videla, H. Berger y L. Galletti. 1993. Almacenamiento de Aguacates (paltas) cv. Gwen en Atmósfera controlada. Proc. Interamer. Soc. Hort., 37:79-84.
- Luza, J.; A. Lizana y H. Berger. 1979. Almacenaje en fruto de palto (*Persea americana*, Mill) cvs. Negra de la Cruz, Ampolleta grande y Fuerte. Simiente 49 (3-4): 42-47.
- Peralta, L. 1977. Ensayos preliminares en almacenaje de palta Fuerte (*Persea americana*, Mill). Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Agronomía. 89 p.

POSIBILIDADES ACTUALES Y A FUTURO DEL MERCADO NACIONAL DE LA PALTA

Gastón Bruna D.
Depto. de Desarrollo Rural
Universidad de Chile

CARACTERÍSTICAS DE LA OFERTA DE PALTA AL MERCADO

Varietades. De acuerdo con la información del Catastro Frutícola -CIREN-CORFO, en 1994 se produjo alrededor de 24 tipos o variedades de paltas en la Región Metropolitana, de acuerdo con la siguiente estructura de superficie, agrupadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Estructura varietal de la superficie de paltas en la Región Metropolitana.

Varietad	Superficie (ha)	Porcentaje
Hass	1.456	51,9
Fuerte	347	12,4
Bacon	224	8,0
Edranol	125	4,5
Negra de la Cruz	284	10,1
Resto	367	13,1 (Nº de tipos 19)
Total	2.803	100,0

Fuente: CIREN/CORFO (1994).

Es decir, mientras cinco variedades de paltas concentran el 87% de la superficie plantada, las 19 restantes cubren sólo el 13% de la superficie.

Antes del comentario final, observando la situación en la V Región, se tiene el escenario que se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Estructura varietal de la superficie de paltas en la V Región.

Varietad	Superficie (ha)	Porcentaje
Hass	4.053	70,0
Fuerte	746	13,0
Bacon	235	4,0
Edranol	218	4,0
Negra de la Cruz	195	3,0
Resto	326	6,0 (Nº de tipos 35)
Total	5.773	100,0

Fuente: CIREN/CORFO (1995).

Con un total de 40 tipos de paltas en esta Región, las cinco principales cubren el 94% de la superficie y todas las otras sólo el 6% de la superficie.

Tanto en la Región Metropolitana, como en la V Región se aprecia, desde un punto de vista exclusivamente comercial, una excesiva diversificación de tipos o variedades de paltas.

No parece claro que una diversificación tan alta se asocie a un proceso de diferenciación comercial efectiva, ante los consumidores. Pareciera más lógico, desde un enfoque de mercado, caracterizar las variedades o tipos, identificando los atributos de valor para los consumidores, internos y externos al país y, seleccionar un conjunto más reducido de variedades, localizándolas adecuadamente frente al mercado.

Lo anterior es especialmente relevante si se considera que, desde un punto de vista de interés comercial, ya se desta-

ca o se registra un número más restringido de tipos de paltas que las que aparecen en los datos de superficie, de CIREN/CORFO.

Observando las transacciones de paltas en los mercados mayoristas de Santiago y su estructura varietal, se aprecia en síntesis, que hay cinco variedades -Hass, Fuerte, Negra de La Cruz, Bacon y Edranol- que cubren el 80% del volumen transado en mercados mayoristas en 1995.

Al relacionar la superficie plantada en la Región Metropolitana más la de la V Región, con la estructura de variedades transadas a nivel mayorista en Santiago, resulta lo que se expone en el Cuadro 3

Cuadro 3. Relación entre la superficie plantada en la R. Metropolitana y V Región y las transacciones mayoristas de paltas.

Variedad	Superficie plantada (R. Metrop. más V Región) (ha.)	%	Transacciones mayoristas (Cajas 17 kg.)	%
Hass	5.509	64,2	461.324	42,7
Fuerte	1.093	12,7	173.087	16,0
Bacon	459	5,5	116.917	10,8
N. de la Cruz	479	5,6	82.721	7,7
Edranol	343	4,0	24.419	2,3
Resto	694	8,0	220.817	20,5
Total	8.577	100,0	1.079.285	100,0

Fuente CIREN/CORFO, ODEPA (1996).

Esta relación sirve para situar la posición de mercado de las variedades. Indudablemente, el número de tipos o variedades de paltas excede cualquier intento de segmentación del mercado.

CANALES DE COMERCIALIZACIÓN DE LA PALTA

De modo creciente, la palta se transa tanto mediante comerciantes mayoristas, instalados en la Feria Mapocho y Lo Valledor, como directamente a cadenas de supermercados.

Considerando la cosecha estimada para 1995 en 66.000 ton, éstas se distribuyen de la siguiente forma:

Producción	Merma	Exportación	Consumo aparente
66.000 ton	1.980 ton	11.911 ton	52.109 ton

Teniendo en consideración que en 1995 se registraron 18.347,8 toneladas en transacciones en mercados mayoristas, de acuerdo con antecedentes de ODEPA, esta cifra corresponde al 35,2% del total disponible en el país; por lo tanto, mediante otros canales comerciales, se transó casi el 65%.

Considerando el período 1984/85 a 1990/91, estas cifras difieren, ya que en esos años sólo un 28,6% se vendía mediante mayoristas, en promedio anual, pasando por otros canales comerciales el 71,4%. En todo caso, las cifras varían marcadamente entre los años.

ESCENARIO DE PRECIOS DE PALTAS

Observando históricamente el nivel de precios de las paltas, se obtiene la siguiente serie (Cuadro 4):

Cuadro 4. Niveles e índices de precios de paltas al por mayor.

	Año	Precio	Índice
Precio promedio (\$ sep. 1996/kg.)	1985/89 =	367,7 =	100,0
	1990	492,2	133,9
	1991	485,8	132,1
	1992	473,3	128,7
	1993	436,5	118,7
	1994	461,0	125,4
	1995	435,0	118,3
Hasta Sep.	1996	527,7	143,5

Fuente: ODEPA (1996).

Si bien en el período se observa una cierta variabilidad en el nivel de precios, a partir de 1990 se mantiene en un nivel

relativamente alto, en relación con 1985/89.

El año 1995 marca la cifra más baja en el nivel de precios analizados, elevándose en todo caso en casi 19% por encima de la base. El año 1996, aunque no ha concluido, faltando el último trimestre, presenta el más alto nivel de precios; casi 44% superior a 1985/89.

En todo caso, al analizar la flexibilidad, la relación entre el precio en función del volumen transado, el coeficiente de flexibilidad obtenido, fue de - 0,53, es decir, al aumentar los volúmenes transados en 1%, los precios para todas las variedades de paltas bajarían en 0,53.

Observando las variedades, inicialmente Hass, los precios en general se incrementan con tasa anual que se estimó en 6,2%; la variedad Fuerte, también presenta precios con tendencia positiva, aunque a una tasa levemente inferior, 4,6%; la variedad Bacon mantiene bastante estabilizados sus niveles de precios, en términos reales, aunque con fluctuaciones marcadas.

Considerando siempre las transacciones mayoristas y ahora estacionalmente, se aprecia períodos bien marcados, dentro del año, considerando el conjunto de variedades.

En 1995 se registraron transacciones por 1.079.285 cajas de paltas incluyendo todas las variedades.

El flujo estacional de los volúmenes transados fue el siguiente (Cuadro 5):

Cuadro 5. Estacionalidad de las transacciones de paltas.

Mes	Volumen total (cajas)	Índice (x = 100)
Enero	38.634	41,7
Febrero	25.402	28,2
Marzo	73.179	81,4
Abril	98.893	110,0
Mayo	118.871	132,0
Junio	87.276	97,0
Julio	128.839	143,0
Agosto	159.910	178,0
Septiembre	81.595	90,7
Octubre	147.487	164,0
Noviembre	84.217	93,6
Diciembre	34.977	38,9
Total	1.079.285	= 100,0

Fuente: ODEPA (1996).

Antes de comentar las cifras, hay que tener presente que el flujo de cosecha de paltas, en las variedades relevantes, es el siguiente:

Octubre	- Mayo	Hass
Abril	- Julio	Chilenas
Julio	- Noviembre	Fuerte
Agosto	- Diciembre	Otras californianas

Es decir, los "peak" de paltas en el mercado mayorista, abril-agosto, se explican por la presencia de Hass, Fuerte y Chilenas, especialmente.

Las variedades presentan índices de estacionalidad extremos; en el caso de Hass, la fluctuación del índice estacional de volumen va de un máximo de 196,33 hasta un mínimo de 3,75. Esta variedad se ofrece todo el año.

Como resultado de lo anterior los precios al por mayor, también varían sensiblemente dentro del año, fluctuando entre 123,7 y 58,7; considerando la variedad Fuerte, también se aprecia una alta estacionalidad en los volúmenes transados, desde un índice de 215,0 hasta 0,61.

También, los precios fluctúan notoriamente, desde un índice de 136,7 hasta un nivel de 79,2.

La variedad Bacon es altamente variable en los volúmenes transados al por mayor; desde 232,6 hasta un mínimo de 0,51. Como resultado, los precios también fluctúan estacionalmente, con índices que van de 142,1 a 70,6.

CALIDAD DE PALTAS

En las paltas, se utiliza un método de clasificación comercial, por uso y costumbre, que los comerciantes mayoristas manejan con los productores y en la venta.

En general, se distinguen las calidades Extra, Especial, Primera, Segunda, Tercera y Cuarta.

En general y en caso de la variedad Hass, la calidad Primera representa la mayor proporción, alrededor del 60% del total transado al por mayor; la calidad Segunda ocupa cerca del 35%.

En el caso de Fuerte, la calidad Primera ocupa más del 60% y la Segunda, cerca del 35%.

En la variedad Bacon, la calidad Primera representa alrededor del 85%.

Situando el análisis en la calidad Primera en Hass y Fuerte, los niveles de precios relativos, para 1996 son de la siguiente magnitud (Cuadro 6):

Cuadro 6. Precios por kg al por mayor de paltas var. Hass y Fuerte, calidad Primera.

Periodo	Hass	Fuerte
Abril (1 - 4)	974,4	805,1
Junio (24 - 28)	491,5	482,1
Julio (8 - 13)	542,4	529,6
Sept. (16 - 21)	476,1	529,1

Fuente: ODEPA (1996).

Está claro que, en general, la variedad Hass se transa a mayor precio que la

Fuerte. De cuatro observaciones anotadas, en tres de ellas ocurre eso.

CONSUMO DE PALTAS EN CHILE

La disponibilidad o consumo aparente de paltas en Chile ha mantenido una tendencia sostenida de crecimiento, por encima de la correspondiente a la población.

De acuerdo con la serie del Cuadro 7, se aprecia un marcado aumento en la disponibilidad de paltas por habitante en Chile, a pesar del aumento de las exportaciones y del incremento del nivel de precios.

Cuadro 7. Disponibilidad per cápita de paltas en Chile.

Año	(kg x hbte)	=	Índice
1985/89	2,28		100,0
1990	1,90		83,3
1991	1,70		74,6
1992	2,20		96,5
1993	2,60		114,0
1994	2,80		112,8
1995	3,70		162,3

Fuente: INE, ODEPA, Banco Central de Chile.

Se observa un aumento sostenido en la disponibilidad o consumo aparente de las paltas en Chile, a partir de 1992, llegándose a un "peak" de incremento de 62,3% en 1995, con relación con el período 1985/89, tomado como base.

Observando esta tendencia de la oferta a los consumidores chilenos, creciente, es razonable pensar en una evolución inversa del nivel de precios.

Así, los precios al consumidor publicados por ODEPA, presentan la siguiente tendencia (Cuadro 8):

Cuadro 8. Tendencia del precio al consumidor para palta (\$ de septiembre de 1996).

Año	Índice
1985/89	100,0
1990	140,0
1991	134,0
1992	133,0
1993	118,0
1994	112,0
1995	102,0
Hasta Sep. 1996	122,0

Fuente: ODEPA (1996).

Se aprecia pues un deterioro sostenido en el nivel de precios, a partir de 1991, para llegar al valor más bajo en 1995 con un nivel prácticamente similar al de 1985/90, en términos reales.

Sin embargo, aunque las cifras de 1996 aún están incompletas (disponibles sólo hasta septiembre), se aprecia un augurio de precios más altos.

En síntesis, el mercado interno de la palta es complejo y sólo se logra un buen desempeño comercial mediante un monitoreo permanente y la búsqueda de elementos de diferenciación comercial en la palta, que privilegien a mercados insatisfechos y retiren del mercado excedentes que están gravitando negativamente en el precio.

Además, los coeficientes elasticidad demanda-ingreso para las variedades Hass y Fuerte, superiores a 1,0 y la evolución creciente del nivel de ingresos en el país en los últimos años, han hecho posible, por una parte, una expansión del consumo per cápita y por otra una mantención del nivel de precios de las paltas.

Esto se debe a la incorporación de una masa de consumidores al mercado que, con sus mayores ingresos han incorporado la palta a su dieta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anativia, G. 1995. Situación actual y perspectivas de las exportaciones de paltas de Chile. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For. Santiago. 120 p.
- Chile. Corporación de Fomento a la Producción (CORFO)/Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN). 1994 y 1995. Catastros Frutícolas.
- Covarrubias, E. 1996. La palta, evaluación como producto fresco e industrializable. Tesis Ing. Agr., Pont. Universidad Católica de Chile, Fac. de Agronomía, Santiago. 45 p.
- Esparza, A. 1993. La palta: una opción de exportación a EE.UU. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For., Santiago. 243 p.
- ODEPA. 1996. Boletín Semanal de Frutas y Hortalizas.
- ODEPA. 1996 (octubre). Precios al Consumidor.
- ODEPA. 1996. Precios al por mayor.
- Ureta, A. y Vicuña, N. 1985. Simulación de exportación de paltas (*Persea americana* Mill) y su efecto en el mercado interno. Tesis Ing. Agr., U. de Chile, Fac. de Cs. Agr. y For., Santiago. 88 p.

ESTRATEGIAS DE DESARROLLO PARA EL MERCADO DE EXPORTACIÓN

Ricardo Ariztía De C.
Presidente de FEDEFRUTA

CHILE, se ha caracterizado en el ámbito frutícola por su agresiva estrategia comercializadora, donde generalmente hemos tomado las decisiones de producir alguna especie o variedad, considerando factores climáticos favorables y precios interesantes, sin entrar en mayor análisis respecto de mercados y sus proyecciones en el mediano plazo.

Esta estrategia que, presentada así parece de poco sentido comercial, es la que indudablemente ha llevado a la fruticultura al liderazgo que hoy día tiene. Sin embargo, también debemos reconocer errores que nos han costado enormes pérdidas, como puede ser el ajuste que se ha debido hacer, por ejemplo, en kiwis, peras rojas y peras asiáticas.

La producción de paltas no está ausente de este procedimiento. Al observar las curvas de aumento de casi mil hectáreas anuales plantadas en los últimos años, llegando hoy a 13.500 hectáreas, vemos que se requiere preparar y detectar nuevos mercados donde comercializar.

Este importante desarrollo que ha tenido el cultivo de la palta, básicamente se debe a la demanda de esta especie en algunos países del mundo, como también a la aplicación de nuevas tecnologías de producción que han facilitado las plantaciones en lugares más protegidos de inconvenientes climáticos.

Los productores de paltas, en general, se encuentran separados del universo

de productores de fruta fresca de exportación y por lo tanto también del proceso de comercialización tradicional de entrega en consignación a empresas exportadoras, sin tener participación alguna en la toma de decisiones para lograr buenos resultados.

Esta característica, dada además por el hecho de ser una fruta fuera de temporada de verano, ubicada en zonas diferentes, incentivó el interés de algunos productores y de FEDEFRUTA, para buscar una forma diferente de comercialización, en la que se pueda dar más participación a los propietarios de la fruta, es decir, a los productores y, aprovechar la experiencia de empresas exportadoras especializadas en esta especie.

De esta forma nació el "Comité de Paltas", organismo integrado por productores y exportadores, cuya base principal es establecer un sistema moderno, confiable para todos y, entregar al mercado mundial un producto de calidad consistente, prestigiado y con el apoyo correspondiente en promoción.

Opera desde hace cuatro años, con mucho éxito y, lo más importante, con la confianza necesaria de parte de los productores y de empresas exportadoras, que han entendido que este debe ser un negocio para ambos sectores, abierto y transparente.

A través del análisis de los objetivos de este Comité, detallaré las estrategias y proyecciones para la producción de paltas.

Determinación de volúmenes de cosecha mediante un catastro anual privado

Este catastro se realiza anualmente en forma voluntaria, con el cual se dispone de cifras necesarias para programar el proceso de exportación. Este catastro está constantemente en ajuste, dependiendo de los riesgos propios del cultivo como son heladas u otros inconvenientes.

Coordinación de las fechas de embarque y frecuencias

De acuerdo con los análisis de precios, proyecciones de producción de los países competidores y las disponibilidades de las empresas de transporte marítimo, se acuerda la forma de operar.

Determinación de calibres, tipos de envase, normas de calidad y madurez mínima de cosecha

Para este fin se contrata anualmente una entidad privada que certifica y controla el cumplimiento de los acuerdos adoptados. Esta entidad es financiada por el Comité y entrega los resultados semanalmente con el fin de corregir cualquier anomalía que pudiera perjudicar el proceso general.

La mayor preocupación de los productores se relaciona con la madurez mínima de cosecha, que es fundamental para mantener el prestigio y calidad de la fruta, especialmente cuando se llega al mercado de California.

Establecer las estrategias de promoción, sus costos y financiamiento

Esta estrategia, varía de año en año, dependiendo de los precios esperados y de los mercados que sea necesario apoyar.

Para este fin, es interesante analizar un cuadro que indica consumo de paltas por habitante de un grupo de países donde podemos apreciar las enormes diferencias en los hábitos de alimentación, como también las posibilidades y expectativas de desarrollo de esta especie.

Cuadro 1. Consumo anual per cápita de paltas, según país.

Pais	Kilogramo por habit.	Población (Mill.habit.)	Consumo (tons)
México	8,0	88,2	705.600
California*	6,0	28,0	168.000
Israel	3,7	5,1	18.870
Chile	3,2	13,8	44.160
Francia	2,0	57,2	114.400
EE.UU	1,0	255,2	255.200
Alemania	0,5	80,3	40.150
España	0,4	39,1	15.640
Japón	0,1	124,5	12.450
Argentina	0,1	33,1	3.310

Fuente: FEDEFruta

* Estado de California en EE.UU.

De este cuadro se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- Hay marcadas diferencias de hábitos de consumo en países incluso de cierta similitud de costumbres alimentarias.
- Ejemplo de esto es el caso de Argentina, justamente donde el Comité ha decidido invertir en la apertura de ese mercado, para lo cual en Buenos Aires se ha entrado al segundo año de realización de una campaña de promoción, financiada por productores y el Fondo de Promoción Agropecuario de PRO-CHILE, con un costo hasta ahora de US\$ 317.000.

- Es interesante analizar el caso del Estado de California cuyo consumo es seis veces superior a los Estados Unidos en conjunto y, por lo tanto pareciera que el posible ingreso de palta de México a los Estados del este de EE.UU, no debería afectar los precios si se hace una buena estrategia de marketing.
- Cualquiera de los países indicados con consumos menores a 1 kg tienen posibilidades para Chile, exceptuando quizás Japón y el mercado asiático en general, donde no solamente poseen hábitos diferentes, sino que también distancias de transporte que actualmente al menos, ponen en riesgo la condición de llegada a ese mercado por vía marítima.

Mantener apoyo de promoción a la comercialización en el mercado local

Si analizamos las producciones de las cinco últimas temporadas, vemos que es indispensable preocuparse también del mercado interno, para lo cual, dependiendo de los resultados del catastro, se toma la decisión de efectuar campañas de promoción.

Cuadro 2. producción de paltas Hass en Chile (tons)

Destino	1992	1993	1994	1995	1996
Consumo local	13.958	20.960	13.043	15.595	15.500
Exportación	16.037	5.271	18.557	12.093	17.362
TOTAL	29.996	26.231	31.600	27.688	32.862

Fuente: Comité de Palta, FEDEFRUTA.

Estar atentos a diversos aspectos comerciales y barreras para-arancelarias o fitosanitarias que puedan disponer de terminados países.

Como ejemplo de este punto, se debe destacar que para ingresar a EE.UU se debe cancelar la cantidad de US\$ 1,50 por caja, que es un impuesto determinado únicamente para las paltas chilenas y que no corresponde a arancel.

Acordar la cuota anual de operación del Comité

Hasta ahora el Comité ha podido financiar toda su actividad a través de una cuota de US\$ 0,01 (un centavo) por kilo exportado, cuyo pago lo efectúa prácticamente el 95% de la fruta exportada.

CONCLUSIONES

En mi doble condición de productor de paltas y presidente de los productores de fruta, debo emitir una opinión muy fundamentada y consecuente con mi actividad.

1. Como primera conclusión he tratado de demostrar que el mercado se podría calificar de ilimitado en el sentido de consumo. Sin embargo es casi desconocido el producto en países tan importantes como Alemania, Argentina, Japón, etc.
2. Este desconocimiento del producto, demuestra que no es suficiente saber producir, si no que hay que preparar los futuros mercados con anticipación para lo cual los productores deben estar dispuestos a financiar estos proyectos y asumir el riesgo de un eventual rechazo por parte de los consumidores.

Tal como indiqué anteriormente, es el caso argentino, donde se han hecho campañas en Buenos Aires de:

- Visita a Chile de editores de revistas especializadas

- Entrega de más de 35.000 recetarios en supermercados
- Lanzamiento de la palta en la Embajada de Chile en Argentina con más de 200 asistentes, relacionados con alimentación, restaurantes y revistas femeninas.
- Degustación en cadenas de supermercados.
- Distribución en los restaurantes más importantes de recetas y platos especiales, para lo cual se bonifica el precio de la palta en un 50%.
- Colocación de un autoadhesivo en cada palta que dice "Hass - CHILE".

3. En la medida de que este Comité perdure en el tiempo y los productores y exportadores tengan la responsabilidad y madurez para mantenerse unidos y se mejore constantemente la estrategia actual, el objetivo seguirá siendo la conquista de nuevos mercados.
4. El aumento de superficie y producción, todos sabemos que es limitado especialmente por calidad y disponibilidad de agua y heladas, con los riesgos y pérdidas que ya todos conocemos.

Por lo tanto, muchas hectáreas de paltos no logran llegar al estado adulto. A esto se agrega el costo de las nuevas tecnologías, lo cual hace que la expansión de este sector no puede ser a la velocidad que lo pueden hacer productores de otras especies como manzanos o uva de mesa, que fácilmente pueden saturar los mercados.

5. Es necesario no perder la preocupación por el permanente desarrollo del mercado interno, ya que de alguna manera coopera al aumento de consumo, no

sólo local si no que también, a través del turismo.

6. Se requiere mantener cierta relación con los países competidores nuestros con varios fines, entre ellos:

- establecer ciertas normas que mantengan el prestigio del producto;
- defensa de barreras para-arancelarias;
- eventuales promociones en conjunto, como podría ser con Sudáfrica u otro país con el cual pudiéramos abastecer un mercado los doce meses del año.

Para esto es interesante saber quiénes son los mayores exportadores y su consumo interno, independiente de la producción propia, como se explica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Consumo y exportación de paltas. Promedio de las tres últimas temporadas para todas las variedades.

País	Consumo	Exportación	Lugar
México	717.333	16.300	Cuarto
EE.UU	227.000	12.800	Sexto
Chile	38.237	14.800	Quinto
Israel	19.500	33.500	Primero
España	18.600	28.300	Segundo
Sudáfrica	12.300	28.200	Tercero

Fuente: Elaborado por FEDEFRUTA sobre la base de información de World Horticultural Trade.

7. México, nuestro gran competidor con superficies superiores a 85.000 hectáreas en la variedad Hass, siempre requerirá de tratamientos químicos por problemas fitosanitarios, debido a su alta humedad ambiente, situación que en Chile no sucede y por lo tanto las expectativas de ir hacia una fruta orgánica, tiene claras ventajas que se deben desarrollar. Pareciera que aún no es necesario, pero me parece que es

algo en que debemos trabajar seriamente.

8. Respecto de proyecciones de precios, soy muy cauteloso. Si ningún país productor fuera afectado por fenómenos climáticos como los vividos hasta ahora, obviamente los precios serían mucho menores. Por lo tanto, no puedo dejar pasar esta oportunidad para recordar que no debemos descuidar el tema de la eficiencia productiva de tal manera de bajar constantemente los costos de producción, con el fin de estar preparados para los años de abundancia y malos precios.

En resumen, soy optimista en la mayoría de las actividades que se manejan coordinadamente, en que todos participamos, preparamos a los consumidores en forma previa, dejamos de lado el individualismo propio del productor agrícola y se disminuyen las desmedidas ambiciones y poca consistencia del sector exportador.

Hoy día en un mercado libre y globalizado, la formación de un Comité como es el de los productores y exportadores de paltas, es la herramienta básica para tener éxito y, justamente este es uno de los pocos rubros de exportación que se está manejando en forma eficiente. Ojalá sirva de estímulo para otras actividades frutícolas.

COSTOS Y SU IMPORTANCIA EN EL CULTIVO DEL PALTO

Jorge Escobar L.
Facultad de Agronomía
Universidad Católica de Valparaíso

Los costos de plantación y producción en cualquier especie frutal han cobrado una gran importancia desde el punto de vista de la rentabilidad, dado que cada día los márgenes de utilidad se tornan más estrechos. El conocer previamente los montos de la inversión a realizar, así como los costos de operación, permitirá visualizar la envergadura del proyecto a realizar, o del negocio en el cual nos encontramos insertos.

Para realizar el presente análisis de costos y tomando en cuenta la existencia de condiciones particulares, ha sido necesario fijar ciertos criterios generales, los cuales permitirán comparar el análisis con la situación específica de cada uno de los agricultores.

1. Superficie. Pese a considerarse como unidad económica una superficie de 8 hectáreas, el presente estudio se ha evaluado tomando como unidad una superficie plantada equivalente a 20 hectáreas, lo que correspondería a una superficie total de 22 hectáreas.

2. Variedad. La variedad seleccionada ha sido Hass, por presentar las mejores condiciones de demanda, tanto para el mercado interno como el de exportación.

3. Distancia de Plantación. Se ha preferido, de entre todas las alternativas, la distancia de 6 x 6 metros, con una densidad de 278 árboles/ha, debido a que ésta es la distancia de plantación tradicionalmente más utilizada.

4. Suelo. El valor del suelo no se ha considerado como un ítem dentro de los costos en el estudio de inversión, pues normalmente, después de la plantación, alcanza un valor que largamente puede superar el de compra. También se ha pensado así debido al valor inmobiliario, más que agrícola, que alcanzan muchas propiedades en zonas climáticamente atractivas, o por su ubicación de cercanía a la ciudad, pero insertadas en un ambiente rural.

Tampoco se ha considerado dentro del estudio, los costos inherentes a la compra de la propiedad, vale decir, gastos notariales, de abogado, escrituras, inscripción en conservador y otros.

5. Personal. Se considera que desde el momento de la compra de la propiedad hasta la plantación transcurrirán aproximadamente 8 a 12 meses, tiempo en el cual se mantendrá como permanente un administrador y 2 trabajadores. Por este motivo, este ítem se considerará dentro del costo de inversión.

La mayoría de los trabajos en esta etapa se realizarán en forma de "tratos", disminuyendo el costo fijo por mano de obra.

6. Etapa de plena producción. Los ítem desglosados como costos de producción se consideran a partir del octavo año en adelante, momento en que el rendimiento se estabilizaría en 12.000 kg/ha.

7. Intereses y depreciaciones. Dentro de los costos de mantención se ha

incluido los intereses por el capital de operación y las depreciaciones, pues pese a que normalmente no son considerados por el agricultor, al hacer un análisis de costos, es necesario tenerlos en cuenta como valor alternativo del dinero y para el momento de reponer inventarios que van cumpliendo su vida útil.

8. Servicio a la deuda. No se ha considerado el costo de intereses ni amortizaciones de capital para el caso en que éste provenga, parcial o totalmente, de un crédito. Es necesario tener en cuenta que si así fuera el caso, será necesario considerarlo dentro de los costos fijos hasta que el capital es amortizado totalmente.

9. Tasa de cambio. Los valores que pudieron haber sido cotizados en dólares norteamericanos, han sido transformados a pesos, a una tasa de cambio de \$ 412, al día 10 de octubre de 1996.

ANÁLISIS DE LOS COSTOS

1. Costos de inversión

El total de los costos de inversión asciende a \$ 107.224.480 para las 20 ha plantadas y donde la mayor incidencia está dada por el **sistema de riego tecnificado (microaspersión)** con un 29%. Este ítem debe tratar de ser disminuido optando al subsidio ofrecido a través de la ley de fomento al riego y drenaje, presentando un buen proyecto. También es factible reducir este costo a través de la metodología "hágalo usted mismo" empleada por algunas empresas de riego, sin que ello implique una complicación y un costo final superior al de trabajo vendido. No sería una buena estrategia el reducir este costo afectando la calidad del diseño, materiales o vida útil del sistema.

La **implementación** también tiene una alta incidencia (21%), debido a que se

ha incluido dentro de este ítem algunos elementos que pudieran considerarse prescindibles, pero que se ha observado son muy importantes en ayudar a hacer eficiente el uso del recurso humano, a través de una rápida y fluida comunicación (radiotransmisores) y de mecanización que facilite la cosecha (portabins, tractoelevador). Así, también el eficiente uso del agua con una correcta determinación de los tiempos y frecuencia de riego, con la ayuda de una estación meteorológica y baterías de tensiómetros, permitirán reducir el consumo de energía eléctrica.

Los costos de **plantación** tienen una influencia del 14% en el total, siendo el valor de las plantas el más importante en este ítem (9,8%). Sin embargo, no es fácil disminuir este porcentaje, debido a que el objetivo final de la inversión es precisamente "una buena plantación" y ésta se logra con plantas de buena calidad y realizando esta labor en la mejor manera posible.

Es necesario destacar que los costos de inversión se consideran hasta la obtención de la primera cosecha comercial, la cual, de acuerdo con esta evaluación, se logrará al final del segundo año. Es por ello que en el punto 1.3 se han valorado los **costos de mantención para el primer y segundo año**, influyendo en el total de la inversión en un 21%.

2. Costos de mantención (huerto adulto)

De acuerdo con los antecedentes presentados, el total de los costos de mantención asciende a \$ 24.239.312 para las 20 hectáreas consideradas, dando un costo por hectárea igual a \$ 1.211.966.

Se puede inferir que la mayor incidencia en los costos totales de mantención está dada por la **mano de obra** (incluyendo leyes sociales y participacio-

nes) con un 30% y, dentro de ésta, la permanente incide o participa en un 88,6%. Los costos de la mano de obra continuarán en un constante aumento y seguirán siendo, al igual que en la mayoría de los países competidores, uno de los principales factores de costo.

La cosecha representa el 56% de las jornadas hábiles de trabajo por hectárea, considerando que un trabajador puede atender 5 hectáreas en una superficie plana. Para disminuir su influencia en los costos, es necesario optimizar el uso de este recurso, mediante la mecanización (carros portabins, cosechadoras de altura); el diseño de los huertos de manera de facilitar el desplazamiento de los trabajadores y de los equipos (mayor cantidad de caminos y de mejor calidad); y, manteniendo árboles de un tamaño que facilite las operaciones de cosecha. (poda, reguladores de crecimiento).

En segundo lugar, los **insumos** tienen una influencia del 17,5% en los costos totales, siendo los fertilizantes el ítem de mayor importancia, con un 61,4% de participación en los costos de insumos. Este es un factor que creemos no disminuirá, sino que por el contrario, puede aumentar, debido a las carencias nutricionales detectadas en ciertas zonas (Zinc, Boro, Fierro), a la necesidad de acidificar aguas para aumentar la disponibilidad de nutrientes y mejorar posibles problemas de cuaja y también a la necesidad de disminuir el tamaño de los árboles con el uso de reguladores de crecimiento.

Un factor importante dentro de los costos es **electricidad** (carga fija más consumo) el cual influye en un 4,1% del total de los costos. Para muchos puede tener una mayor incidencia, puesto que su valor está dado principalmente por el tipo de tarifa contratada. Este es un factor que debe ser revisado y analizado por el agricultor, tomando una correcta asesoría, para obtener un cargo fijo bajo y que el

costo variable sea realmente en forma directa al consumo.

Llama la atención la baja incidencia que existe hasta ahora del ítem **agua**, el cual sólo representa el 2% de los costos totales. Si comparamos este costo con el de algunas zonas de California, EE.UU, donde alcanza al 26% del total, llegando hasta un 48% en el condado de San Diego, el actual costo de agua en Chile puede considerarse hasta irrelevante. Sin embargo, a futuro la situación se observa distinta debido a las drásticas consecuencias de la sequía y al aumento de las zonas desérticas, que estarían obligando a realizar obras mayores de riego, aumentando su costo.

Mucha importancia debe darse a los costos fijos, pues el presente análisis indica que estos estarían influyendo en un 59% en el total de los costos de mantención. Es posible mencionar algunos factores que podrían influir en la disminución de ellos:

- Aumento en la productividad
- Aumento en la superficie cultivada por el mismo agricultor
- Disminución directa de los costos fijos.

Comentarios

- Se observa una alta incidencia de los costos fijos en los costos totales de mantención para un huerto de paltos.
- La mano de obra, dentro de los costos fijos y totales, es la que mayor influencia presenta.
- La cosecha demanda el mayor porcentaje en el uso de mano de obra.
- La tendencia es que este ítem siga aumentando en términos de su valor. Sin embargo, su incidencia puede reducirse mediante la mecanización de algunas

labores como cosecha, mejorando la infraestructura de caminos y accesos en el huerto, disminuyendo el tamaño de los árboles y, aumentando la eficiencia general de los recursos a través de una planificación ordenada de las labores.

interno como de exportación para la palta Hass, de las últimas 10 temporadas. A partir de esto se obtienen los promedios netos, libres a productor, con los cuales se contrasta el análisis de costos (Cuadros 2 y 3).

SITUACION DE PRODUCCIONES Y PRECIOS

1. Producciones

De acuerdo con los diferentes rendimientos obtenidos con las últimas técnicas de manejo, se ha realizado la siguiente estimación de producción, considerándose como un nivel de rendimiento exigente, pero que es obtenible con los niveles de inversión y manejos técnicos de avanzada (Cuadro 1).

2. Destino de la Producción

Si bien los calibres de los árboles jóvenes son siempre mayores que los de árboles en plena producción y por ello los porcentajes de exportación son más altos, se ha sido cauto y el análisis se hará considerando que sólo el 50% de la producción será destinada a la exportación y el restante al mercado interno, durante la edad madura del huerto.

3. Niveles de Precios

A continuación se entregan los valores de precios de venta tanto para mercado

VALOR DE LA PRODUCCIÓN

De acuerdo con los antecedentes de producciones y precios y, considerando que las producciones se repartirán en partes iguales tanto para exportación y mercado interno, se obtiene un valor por producción de:

Exportación:	6.000 kg	Valor \$ 445 =	\$ 2.670.000
Mercado			
Interno:	6.000 kg	Valor \$ 267 =	\$ 1.602.000
Total			\$ 4.272.000

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allende, S. 1995. Evaluación técnico-económica del palto, variedad Hass. Tesis Ing. Agr., Fac. de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago. 80 p.

Anatavia, I. 1995. Situación actual y perspectivas de las exportaciones de palta de Chile. Tesis Ing. Agr. Fac. de Cs. Agr. y For., Universidad de Chile, Santiago. 120 p.

ODEPA. 1996. Departamento de Información Agraria. Chile.

Cuadro 1. Estimación de productividad de palto Hass.

RENDIMIENTO/ AÑOS	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
kg/planta		0	3	7	12	18	25	32	36	44	44
kg/ha		0	830	1.950	3.300	5.000	6.950	8.900	11.120	12.000	12.000

Fuente: El autor.

Cuadro 2. Precios de exportación de paltas Hass (US\$/kg). Temporadas 1985-1994.

VALOR/AÑO	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Prom.
Valor FOB	1,44	0,75	0,69	1,05	1,49	1,15	2,21	1,60	1,70	2,59	1,20
Retorno productor	1,08	0,56	0,51	0,79	1,12	0,86	1,66	1,20	1,28	1,94	0,90

Fuente: ODEPA

Retorno Productor: 25% de FOB.

Cuadro 3. Precios de mercado interno de paltas Hass (\$/kg). Temporadas 1985-1994.

VALOR/AÑO	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Prom.
Valor mayorista	382,6	326,2	271,5	292,6	368,8	420,6	449,7	443,9	432,5	398,9	421,2
Retorno productor	267,8	228,3	190,0	204,8	258,2	294,4	314,8	310,7	302,8	279,2	294,8

Fuente: ODEPA.

Retorno Productor: 30% de FOB.

Cuadro 4. Costos de inversión.

1.- INVERSIONES**1.1.- Puesta en marcha:**

A) Administración (período de habilitación del predio-8 meses):		
Administrador (Tec. agrícola o trab. especializado)	\$ 200.000	\$ 1.600.000
Dos trabajadores no calificados	\$ 105.000	\$ 1.680.000
Ing. Agrónomo		\$ 500.000
Contador		\$ 100.000
B) Topografía:		
Levantamiento general	\$ 15.864	\$ 317.280
Estacas	\$ 6.000	\$ 120.000
C) Habilitación del campo y preparación de suelo:		
Cercos (2000 m)	\$ 110.000	\$ 2.200.000
Cercos vivos (<i>Acacia capensis</i>)		\$ 600.000
Preparación de suelo (Subsolado, Aradura, Rastraje)	\$ 70.000	\$ 1.400.000
Alomados	\$ 100.000	\$ 2.000.000
Análisis de suelo y agua		\$ 50.000
D) Construcciones:		
Casa de Administrador		\$ 2.500.000
Casa de Encargado		\$ 1.500.000
Bodega		\$ 980.000
E) Implementación:		
Tendido eléctrico (1 Km)		\$ 6.000.000
Tendido		\$ 1.200.000
Transformador		\$ 800.000
Empalmes		\$ 5.500.000
Tractor		\$ 3.500.000
Vehículo		\$ 1.500.000
Tracto- elevador		\$ 1.200.000
Romana (1500 Kg)		\$ 700.000
Equipo de radio transmisor		\$ 500.000
Carro portabins		\$ 500.000
Herramientas y Equipos		\$ 250.000
Equipamiento de oficina		\$ 240.000
Fax		\$ 180.000
Línea telefónica		\$ 200.000
Estación Meteorológica		\$ 28.000.000
F) Sistema de riego presurizado (microaspersión):		
Equipo instalado (US\$ 3.400 con ayudantes)	\$ 1.400.000	\$ 1.500.000
Obras civiles (materiales y mano de obra)		\$ 1.200.000
Hechura y tapado de zanjas		\$ 400.000
Estación de tensiómetros		\$ 400.000
G) Fletes de materiales y plantas de cercos:		
		\$ 400.000

COSTO PUESTA EN MARCHA \$ 3.451.864 \$ 69.037.280

(continúa)

(continuación Cuadro 4).

1.2.- <u>Plantación:</u>		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNID.	VALOR HA.	VALOR 20 HA.
Estacado topográfico				\$ 20.000	\$	400.000
Hoyadura	278		\$ 50	\$ 13.900	\$	278.000
Plantas	278		\$ 1.900	\$ 528.000	\$	10.564.000
Tutores	278		\$ 320	\$ 88.960	\$	1.779.000
Fertilizantes	110	Kg	\$ 182	\$ 20.000	\$	400.000
Protección contra roedores	278		\$ 100	\$ 27.800	\$	556.000
Amarras	2	Kg	\$ 2.000	\$ 4.000	\$	80.000
Plantación	278		\$ 100	\$ 27.800	\$	556.000
Fletes					\$	700.000
COSTOS DE PLANTACION				\$ 765.660	\$	15.313.200

1.3.- <u>Costos de mantención:</u>				\$ 538.550	\$	10.771.000
Año 1				\$ 605.250	\$	12.105.000
Año 2						
COSTOS MANTENCION				\$ 1.143.800	\$	22.876.000
VALOR TOTAL DE LA INVERSION				\$5.381.324	\$	107.224.480

2.- COSTOS DE MANTENCION (Huerto Adulto, Total 20 Ha.)

2.1 - <u>Costos Fijos:</u>					\$ 4.944.000
Mano de obra permanente (1+3)					\$ 1.236.000
Leyes sociales					\$ 1.500.000
Interés por capital de operación					\$ 3.618.512
Amortizaciones					\$ 500.000
Mantención de equipos y vehículos					\$ 550.000
Contribuciones			\$ 25.000	\$	484.000
Acciones de agua			\$ 22.000	\$	
Asistencia profesional					\$ 276.000
Ing. Agrónomo					\$ 528.000
Contador					\$ 300.000
Reposición de herramientas					\$ 120.000
Cuotas de Federación de Productores					\$ 100.000
Mantención de cuenta corriente					\$ 72.000
Cuotas de Asociación de Productores					\$ 60.000
Suscripción de revistas técnicas					\$ 40.000
Análisis foliares					
COSTOS FIJOS				\$ 716.426	\$ 14.328.512
2.2 - <u>Costos variables:</u>					\$ 4.240.800
Insumos				\$ 212.040	\$ 1.920.000
Arriendo de abejas				\$ 96.000	

(continúa)

(continuación cuadro 4)

Consumo eléctrico (Energía y Potencia)	\$ 50.400	\$ 1.008.000
Mano de obra esporádica	\$ 42.000	\$ 840.000
Fletes	\$ 20.000	\$ 400.000
Combustible	\$ 20.000	\$ 400.000
Participaciones (8% de las ventas brutas)		\$ 350.000
Arriendo de equipos (pulverizaciones)	\$ 12.000	\$ 240.000
Consumo telefónico		\$ 132.000
Otros (4%)		\$ 380.000
COSTOS VARIABLES	\$ 495.540	\$ 9.910.800
VALOR TOTAL DE MANTENCION	\$ 1.211.966	\$ 24.239.312

Cuadro 5. Desglose de los costos de insumos.

Item	Lt/ha	Unidad	Valor/ha	Valor 20 h
FERTILIZANTES				
Urea	500	\$ 150	\$ 75.000	\$ 1.500.000
Acido Bórico	80	\$ 365	\$ 29.200	\$ 584.000
Quelato de Zinc	4	\$ 6.500	\$ 26.000	\$ 520.000
HERBICIDAS				
Glifosato	3	\$ 3.420	\$ 10.260	\$ 205.000
Aminotriazol	2	\$ 5.000	\$ 10.000	\$ 200.000
Simazina 90%	3.5	\$ 2.700	\$ 9.450	\$ 189.000
INSECTICIDAS				
Aceite Emulsible	12	\$ 450	\$ 5.400	\$ 108.000
Azufre	4	\$ 520	\$ 2.080	\$ 41.600
Lorsban 4E	3	\$ 5.250	\$ 15.750	\$ 315.000
FUNGICIDAS				
Acido Fosforoso	1	\$ 3.000	\$ 3.000	\$ 60.000
Hidróxido de Potasio	1	\$ 600	\$ 600	\$ 12.000
OTROS				
Acido Nitríco	10	\$ 417	\$ 4.170	\$ 83.400
Hipoclorito de Sodio	18	\$ 160	\$ 2.880	\$ 57.600
Adherentes y Humectantes	1	\$ 3.250	\$ 3.250	\$ 65.000
Zunchos, Alambres y Puntales			\$ 15.000	\$ 300.000
TOTAL DE INSUMOS		\$ 212.040	\$ 4.240.800	

OTRAS PUBLICACIONES DE ESTA SERIE

- PRIMERA REUNIÓN DE ESPECIALISTAS EN SUELO VOLCÁNICO. N°14, 1982.
- SEGUNDA REUNIÓN DE ESPECIALISTAS EN SUELO VOLCÁNICO. N°15, 1982.
- CONTROL DE BOTRITIS EN SO₂ EN POSTCOSECHA EN UVA DE MESA DE EXPORTACIÓN Y RESIDUOS DE PESTICIDAS. N°15-A, 1982.
- IV SEMINARIO NACIONAL DE LEGUMINOSAS DE GRANO. N°16, 1986.
- CULTIVO DE PERAS ROJAS Y ASIÁTICAS. N°17, 1987.
- I SEMINARIO NACIONAL DE MANEJO DE GRANOS ALMACENADOS. N°18, 1987.
- TÉCNICAS Y EQUIPOS PARA LA APLICACIÓN EFICIENTE DE PESTICIDAS. N°19, 1987.
- FRUTALES NO TRADICIONALES: KAKI, FEIJOA, NÍSPERO, ZARZAPARRILLA. N°20, 1988.
- PERSPECTIVAS Y REQUISITOS PARA LA EXPORTACIÓN DE FRUTAS AL JAPÓN. N°21, 1988.
- PRODUCCIÓN Y PERSPECTIVAS DEL CULTIVO DE LA FRAMBUESA. N°22, 1988.
- ENSAYOS SUPERVISADOS SOBRE DEGRADACIÓN Y LÍMITES MÁXIMOS DE RESIDUOS DE PESTICIDAS EN FRUTAS Y HORTALIZAS DE EXPORTACIÓN. N°24, 1988.
- BASES ECOLÓGICAS PARA EL DESARROLLO RURAL INTEGRADO Y LA LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN EN ZONAS ÁRIDAS Y SEMIÁRIDAS DE AFRICA. N°25, 1989.
- USO DE LA COMPUTACIÓN EN LA AGRICULTURA. N°26, 1989.

- LA AGROINDUSTRIA DE UVA DE MESA: CONTRIBUCIONES RECIENTES. N°27, 1989.
- TECNOLOGÍAS DE APOYO A LA EXPORTACIÓN DE FRUTAS Y HORTALIZAS EN CHILE. N°29, 1990.
- MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN FRUTALES Y UVA DE MESA. N°30, 1989.
- EL COLOR EN ALIMENTOS: MEDIDAS INSTRUMENTALES. N°31, 1989.
- CONTROL MICROBIOLÓGICO DE ALIMENTOS: TÉCNICAS ACTUALIZADAS Y MÉTODOS ACELERADOS. N°32, 1990.
- ASPECTOS TÉCNICOS Y COMERCIALES DE LA PRODUCCIÓN PECUARIA Y DE CULTIVOS EN CHILE. N°33, 1990.
- TÉCNICAS Y EQUIPOS PARA EL CONTROL QUÍMICO DE PLAGAS. N°34, 1991.
- MANEJO DE SUELOS EN HUERTOS FRUTALES. N°35, 1991.
- RESIDUOS DE PESTICIDAS EN FRUTAS Y HORTALIZAS DE EXPORTACIÓN. N°36, 1991.
- AVANCE EN EL CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES EN FRUTALES. N°37, 1991.
- SUELOS: UNA VISIÓN ACTUALIZADA DEL RECURSO. N°38, 1992.
- PRODUCCIÓN Y PERSPECTIVAS DE NUEVOS CULTIVARES DE MANZANO. N°39, 1992.
- LA ECONOMÍA COMO COMPLEMENTO DE LA MODERNIDAD AGRONÓMICA. N°40, 1995.
- SANIDAD VEGETAL EN FRUTALES Y VIDES. N°41. 1995.
- IV SIMPOSIO INTERNACIONAL DE MANEJO, CALIDAD Y FISIOLOGÍA POSTCOSECHA DE FRUTAS. N°42, 1996.

- MANEJO DE UVA DE MESA PARA EXPORTACIÓN. Nº43. 1996.
- EL CULTIVO DE LA FRUTILLA. Nº44. 1996.

