

Palto y cítricos: Generalidades del cultivo

F. Gardiazabal

Paltos

La industria de la palta en Chile ha mostrado una dinámica y crecimiento en los últimos años que la ha llevado a convertirse en el segundo frutal con mayor superficie plantada después de Uva de Mesa y en exportaciones la palta corresponde al cuarto producto en importancia nacional en volumen y al tercero en valor. Es importante el entender las características de esta industria y los factores que la afectan para entender su potencial y necesidades en el largo plazo. Un factor clave para el desarrollo del largo plazo de nuestra industria es el contar con investigación y experiencias que se basen en las condiciones de cultivo de cada una de las diferentes zonas de cultivo y que estén enfocadas a resolver las limitantes particulares que tiene este cultivo en nuestro país.

Superficie

La superficie total del país ha subido más del 130% en la última década, de 17.047 ha informadas según el Censo del año 1997 ha pasado a 39.303 ha en el Censo del año 2007 (Cuadro 1-1), ocupando nuestro país el segundo lugar a nivel mundial en la superficie de paltos del tipo “californiano” (razas guatemaltecas e híbridos), después de México y desplazando a Estados Unidos al tercer lugar. Este fuerte crecimiento se debió principalmente a la rentabilidad del cultivo, debido a los buenos precios tanto en la exportación como del mercado interno, y a sus bajos costos de producción. Sin embargo, este auspicioso panorama ha cambiado en los últimos dos años por la gran oferta nacional y a nivel mundial, problemas climáticos (heladas y sequía), alzas en los costos de producción (mano de obra, electricidad, fertilizantes y combustibles) y a una fuerte reevaluación del peso.



F. Gardiazabal

Figura 1-1

Plantación de paltos a muy alta densidad (3 x 3 m) en ladera en la Región de Valparaíso.

Las Regiones de Coquimbo, Valparaíso y el Área Metropolitana abarcan el 91% de las plantaciones del país. Es interesante hacer notar que la Región de Valparaíso reúne más del 56% de las plantaciones nacionales, destacándose dentro de esta Región las superficies de los valles regados por el río Aconcagua (Los Andes, San Felipe y Quillota) que alcanzan a las 12.861 ha, seguido de las plantaciones de los valles regados por los ríos Petorca y Ligua con 8.347 ha (Figura 1-1).

Descripción General de Zonas de Producción

Las condiciones climáticas varían mucho en las distintas zonas de producción de paltos y se pueden clasificar como se muestra en el Cuadro 1-2.

Cuadro 1-1

Superficie de paltos en las distintas regiones de Chile.

Región	En formación	En producción	Total (ha)	Porcentaje
I Tarapacá	0	1	1	0
II Antofagasta	1	1	2	0
III Atacama	98	361	459	1,17
IV Coquimbo	2.197	4.651	6.848	17,42
V Valparaíso	4.181	17.842	22.023	56,03
Región Metropolitana	1.305	5.590	6.895	17,54
VI O'Higgins	553	2.355	2.908	7,4
VII Maule	30	55	85	0
VIII Bío-Bío	24	12	36	0
IX Araucanía	0	2	2	0
Otras			44	
	8.389	30.870	39.303	100

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola 2007.

Cuadro 1-2

Descripción general de zonas de producción de paltas en Chile.

Zonas		Acumulación horas grado	Potencial de calibre	Condiciones para cuaja	Inicio de cosecha
Muy tempranas	IV Región: Vicuña, El Palqui, Salamanca V Región: Petorca, San Felipe, Los Andes	Mayor a 1.800	Medio a grande	Buenas a variables	Junio y julio
Tempranas	IV Región: Ovalle, Tamaya V Región: Cabildo, Panquehue, Llay-Llay Región Metropolitana: Curacaví, María Pinto, Aparición de Paine	1.400 a 1.700	Grande	Muy buenas	Mitad de julio y agosto
Media temporada a tardías	IV Región: El Tambo, Paloma, Illapel V Región: Longotoma, La Ligua, Quillota, Limache Región Metropolitana: Mallarauco, Melipilla VI Región: Rapel, Peumo	1.100 a 1.300	Mediano	Regulares y variables	Fines de agosto
Muy tardías	IV Región: La Serena V Región: Santo Domingo	900 a 1.000	Medio a chico	Limitantes, bajas producciones	Fines de octubre

Mercados

En el mercado nacional la palta es un producto conocido y apetecido, teniendo nuestro país el tercer consumo per cápita más alto del mundo con sobre 3,5 kilos, después de México que tiene sobre 8,5 kilos, Israel con 4 y luego Nueva Zelanda y Estados Unidos con 1,3 kilos, más atrás Australia y Sudáfrica con alrededor de 1 kilo.

En los últimos años en nuestro país la fruta de la variedad Hass se ha transformado en la más importante, pudiéndose encontrar en el mercado prácticamente todo el año ya que se cosecha temprano (entre los meses de junio y julio en los huertos plantados en la precordillera) y se termina con una cosecha muy tardía en la zona central con huertos ubicados en zonas costeras. Esto ha hecho que otras variedades que tenían su nicho en invierno, como cultivares verdes de buena calidad (Fuerte) y otras de inferior calidad, como Bacon y Zutano, se vean fuertemente restringidas en su comercialización, con bajos precios y tienden a desaparecer. Una variedad de primavera y de color verde que ha incrementado los volúmenes de cosecha debido a que se usa preferentemente como variedad polinizante de Hass es Edranol, cuya fruta es de excelente calidad.

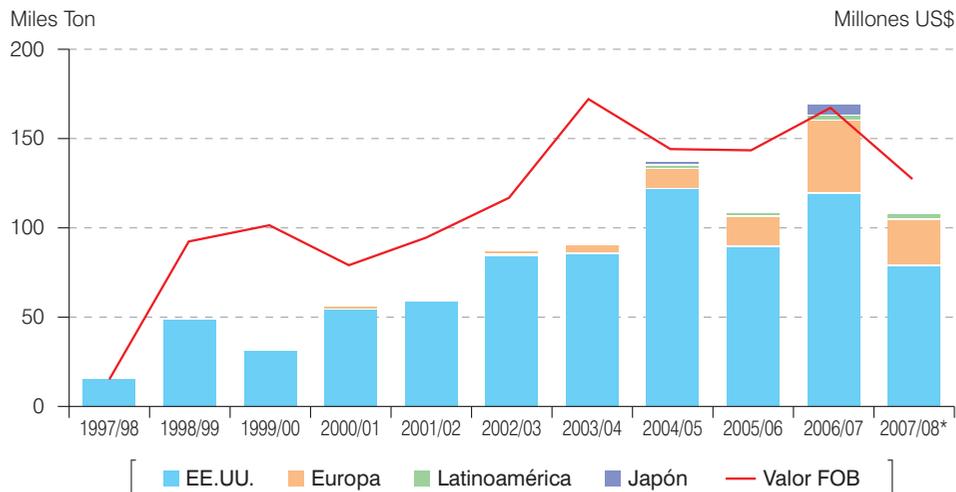
El fuerte desarrollo de la industria de la palta Hass en Chile se ha sustentado, entre otras cosas, en las exportaciones. Si bien el consumo *per capita* en Chile es alto, por el tamaño de la población el mercado es limitado. Se estima que el consumo nacional ha bordeado en los últimos años los 50 millones de kilos, lo que correspon-

dería aproximadamente al 30% de la producción nacional. Este volumen y los precios que se alcanzan en Chile están directamente relacionados a los volúmenes de producción y a las exportaciones que, a su vez dependen de la situación de mercado, principalmente en EE.UU. y Europa.

Si se analizan las exportaciones nacionales (Gráfico 1-1) se pueden reconocer distintas características. En primer lugar se ve un claro crecimiento de los volúmenes exportados en general, el que refleja el fuerte crecimiento en plantaciones de los últimos 20 años. También se reconoce la alternancia natural de la producción, lo que se refleja en fuertes crecimientos de los volúmenes exportados cada dos años, con una tendencia a mantener estos volúmenes con diferencias menores en los años siguientes, considerados bajos. También se reflejan en las exportaciones problemas climáticos que afectan la producción, tales como las heladas del 2007 que significaron una reducción importante en la producción y exportaciones.

En lo comercial se puede ver una tendencia a la diversificación de mercados, con el claro crecimiento que han tenido las exportaciones hacia diferentes países de Europa, principalmente el Reino Unido, Francia y España. En las décadas del 80 y 90 el mercado de EE.UU. concentraba más del 97% de las exportaciones. Influida en estos el tamaño del mercado, su fuerte crecimiento, la falta de competidores relevantes en el período de cosecha chileno (salvo California en años de muy alta producción), los sistemas de transporte a EE.UU. que presentan tiempos de tránsito más cortos y, en algunos casos, incentivos

Gráfico 1-1
Exportaciones de paltas y valor FOB entre los años 1997/98 y 2007/08.



* Hasta enero 2008.
Fuente: ODEPA 2008.

que van más allá de situaciones de mercado. Sin embargo, en los últimos seis años se empieza a ver un sostenido crecimiento de los envíos a Europa. Desde la temporada 2002-03 Europa ha pasado del 3% de los envíos (2,2 millones de kilos) al 25% en la temporada 2007-08, alcanzando 26,3 millones de kilos. Lo anterior implica un aumento de los volúmenes enviados a Europa en 6 años de casi 12 veces. Esto se explica por condiciones del mercado europeo tales como el fuerte aumento del consumo y el reemplazo de variedades de piel verde por la variedad Hass que, proveniente de distintas zonas de producción del mundo permite un abastecimiento a lo largo de todo el año. También ha influido el contar con sistemas de transporte a Europa más rápidos y eficientes y factores económicos tales como, en los últimos años, el fortalecimiento de las monedas de Europa en comparación con el Dólar americano.

También se ha visto en los últimos años un aumento en los envíos a América Latina, principalmente Argentina, que de ser insignificantes en la temporada 2003-04, llegaron al 2% en la temporada 2007-08, lo que en volumen significa un aumento de más de 30 veces. Si bien su participación es todavía mínima, Argentina es un mercado que por el tamaño de su población y los bajos consumos *per capita* actuales muestra un gran potencial de crecimiento futuro para Chile.

Por otro lado, factores que han influido en EE.UU. han sido la entrada con menores o sin restricciones de fruta mexicana y altas producciones en California, junto con el fuerte crecimiento y concentración en este mercado de la oferta chilena. México se ha transformado en los últimos años en un muy importante y fuerte competidor para nuestra fruta en EE.UU.

A pesar de que los retornos a productores han disminuido, particularmente en años de alta producción, la fruta chilena sigue siendo muy competitiva a nivel mundial debido a su costo, calidad, confiabilidad, fechas de cosecha y volúmenes. Otro factor relevante, de gran importancia para el futuro de la industria, es el fuerte crecimiento del consumo en todos los mercados, esto se ha visto influenciado, entre otras cosas, por el abastecimiento estable a lo largo del año, la preferencia de los consumidores y distribuidores por la variedad Hass, los menores precios, la percepción de ser un producto sano, los programas de premaduración y la confiabilidad y calidad del producto relacionado a sistemas de transporte y distribución más eficientes, etcétera.

Debido a todo lo anterior el futuro de la industria de la palta en Chile se ve muy auspicioso, siendo el gran potencial de crecimiento del consumo en todos los mercados un factor muy potente para sustentar la actividad e incluso permitir un crecimiento sostenido de largo plazo.

Clima

El clima representa el factor más importante, y en último grado, determinante en la producción de paltos, tanto en la calidad como en el rendimiento a obtener por las distintas variedades.

Botánicamente el palto es clasificado en tres subespecies o variedades botánicas: *americana*, *guatemalensis*, y *drimifolia*. Estas tres variedades botánicas son razas ecológicas, que se desarrollaron en distintas áreas y que por décadas han sido conocidas como las razas hortícolas Antillana, Guatemalteca y Mexicana respectivamente.

La temperatura es el factor climático más importante en la producción de paltos al afectar la cuaja y por ende su producción y al poder producir daños y pérdidas por heladas.

Temperaturas bajas

Por ser un árbol de hoja persistente, que no entra en un receso profundo en invierno, el palto es sensible a heladas no sólo las temperaturas que se alcanzan, sino que también la duración de éstas. La tolerancia al frío según las razas de paltos se indica en el Cuadro 1-3, se puede ver que las variedades más tolerantes son las de raza mejicana.

Además, existen diferencias muy importantes en la sensibilidad de la fruta al frío dependiendo de la variedad, que se muestra en el Cuadro 1-4.

Temperaturas en floración

Los paltos son muy exigentes en cuanto a las temperaturas durante la época de floración y cuaja. Éstas influyen sobre el proceso de fructificación de diferentes formas:

Los paltos presentan naturalmente una dicogamia protógina que significa que la flor abre 2 veces, primero en estado femenino, luego cierra, para, posteriormente abrir al estado masculino. Las variedades se clasifican según su dicogamia en variedades tipo A, que abren en la mañana en estado femenino, luego cierran y abren nuevamente en la tarde del día siguiente al estado masculino; Hass, Mexícola, Gwen, Esther, son algunas de las variedades que pertenecen a este grupo. Las del tipo B abren al estado femenino en la tarde, cierran en la noche y abren nuevamente al estado masculino en la mañana siguiente; Edranol, Zutano, Bacon, Negra La Cruz, son del tipo B. Cuando el clima de primavera es fresco e irregular, estos ciclos se desordenan, encontrándose flores masculinas y femeninas al mismo tiempo en el mismo árbol y cambiando su patrón de floración, que muchas veces favorece la polinización y cuaja. Esto es lo que ocurre en la zona de Quillota y en otras áreas de clima primaveral frío e inestable.

Cuadro 1-3

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

Tipo de planta	Raza		
	Antillana	Guatemalteca	Mejicana
Planta joven	-1 °C a -2 °C	-2 °C a -4 °C	-3 °C a -4 °C
Planta adulta	-1 °C a -4 °C	-3 °C a -5 °C	-4 °C a -7 °C

Fuente: Álvarez de la Peña - El Aguacate.

Cuadro 1-4

Tolerancia al frío de diferentes variedades de palto.

Variedad	Raza	T° mínimas
Hass	Mayormente Guatemalteca	-1,1 °C
Fuerte	Mejicana x Guatemalteca	-2,7 °C
Zutano	Mayormente Mejicana	-3,3 °C
Edranol	Guatemalteca x Mejicana	-3,3 °C*
Bacon	Mayormente Mejicana	-4,4 °C
Negra La Cruz	Mayormente Mejicana**	-4,4 °C***

- * Resistencia similar a Zutano en condiciones de campo.
- ** Híbrido natural descubierto en Chile.
- *** Resistencia similar a Bacon en condiciones de campo.

Otro efecto de temperaturas frías en floración (cuando estas temperaturas diurnas son inferiores a 17 °C), es que hay un porcentaje de flores que no abren nunca al estado femenino, otras que abren en este estado, pero parte de ellas lo hace en la noche donde no hay insectos polinizadores y las temperaturas son bajas, no habiendo cuaja en estas flores. Por otro lado, con temperaturas diurnas inferiores a 14 °C, la actividad de las abejas es mínima, lo que dificulta la polinización.

Finalmente, bajas temperaturas durante la noche (menores a 10 °C), reducen la germinación del polen, decrece la viabilidad del óvulo y aumenta el período de crecimiento del tubo polínico, el que no alcanza a desarrollarse para fecundar el óvulo, provocando una fuerte caída del frutitos en los primeros estados de desarrollo o a la producción de fruta sin semillas o “paltines” que pueden desarrollarse en mayores cantidades en algunas variedades como Fuerte.

Las temperaturas mínimas para tener fecundación son, para cultivares del tipo B, de 25 °C de día seguidas de noches con temperaturas superiores a 10 °C. En el caso de cultivares del grupo A, los requerimientos no son tan altos, bastando temperaturas diurnas sobre 20 °C, seguidas de noches con más de 10 °C (Figura 1-2).



F. Gardiazabal

Figura 1-2

Paltos en plena flor.

Humedad relativa

La humedad relativa afecta la viabilidad de los granos de polen y a la receptividad de los estigmas (parte femenina de la flor). En condiciones de humedad relativa inferior al 50%, el tiempo en que se mantiene receptivo el estigma se reduce considerablemente, con lo que la poli-

nización debe ocurrir en un tiempo más limitado. Por otro lado la viabilidad de los granos de polen también se reduce considerablemente con una humedad relativa inferior al 50%.

Viento

El efecto del viento es tanto sobre el desarrollo de las plantas, especialmente nuevas y más expuestas (puede disminuir su desarrollo y deformar su estructura), como sobre la calidad de la fruta produciendo cicatrices y *russet* en la piel, sin embargo, no se ha visto mayor daño sobre la productividad.

Suelo

El suelo es un importante factor que puede limitar el crecimiento y producción de paltos debido a la sensibilidad de este frutal a la asfixia radicular, siendo el factor más importante del suelo su drenaje. Los suelos más adecuados para paltos son suelos francos a arenosos, con estructuras que permitan el buen drenaje y aireación a nivel de raíces. En suelos franco-arcillosos o pesados es importante poder controlar los excesos de agua y regular muy bien los riegos para no afectar el estado de las raíces.

Gran parte de las plantaciones de Paltos en Chile están ubicadas en suelos de textura fina (arcillosos), con densidades aparentes entre 1,3 y 1,5 g/cm³ y con una capacidad de aire, entre el 15% y el 20% (Ferreira, 2005). El palto crece en muy buenas condiciones y produce grandes cosechas con frutos de buenos calibres en Chile, cuando la capacidad de aire del suelo es igual o superior al 27%. Los suelos de los Paltos cultivados en México tienen una densidad aparente de 0,5 a 0,8 g/cm³ y una porosidad cercana al 45%. Además de la falta de porosidad de los suelos, el manejo de riego y otras prácticas culturales han provocado el decaimiento de numerosas plantaciones, bajando el rendimiento y el calibre de las frutas.

A pesar que el sistema radicular puede extenderse hasta los 120-150 cm de profundidad, la mayor cantidad de raíces absorbentes están ubicadas entre los 0 a 60 cm dependiendo del tipo de suelo en que se esté cultivando; las raíces se dividen en ramificaciones las cuales van asumiendo posiciones laterales. Estas laterales primarias se dividen en su mayoría bifurcándose en laterales secundarias, las cuales, a su vez, se vuelven a dividir, pero en ángulos más abiertos. Este sistema de ramificación desarrolla gran abundancia de raicillas. El color de las nuevas raíces activas es blanco.

El palto crece y produce considerables cosechas en suelos con altos contenidos de materia orgánica, no hay que olvidar que esta especie proviene de climas tropicales,

con abundante agua, pero con un excelente drenaje. Estos suelos no están presentes en las zonas productoras de paltos en nuestro país, pero si lo vemos muy a gusto donde predominan las arenas o cascajos, que suelen ser suelos menos fértiles pero con un muy buen drenaje.

Los contenidos de materia orgánica son importantes debido a su efecto sobre la estructura del suelo y, por lo tanto, sobre la aireación, que tiene a su vez consecuencia sobre la sanidad de las raíces ya que se observa un mejor desarrollo de estas en suelos con altos contenidos de materia orgánica y menores incidencias de enfermedades como *Phytophthora*. Debido a que el desarrollo de las raíces es muy superficial (en forma natural más del 50% de las raíces se concentran en los primeros 30 cm de suelo) los paltos pueden aprovechar la materia orgánica que se encuentra en la superficie del suelo y, desde este punto de vista, la capa de hojarasca que en forma natural se forma bajo los árboles es de vital importancia para el desarrollo radicular. Esto hace que aplicaciones superficiales de materia orgánica o en forma de *mulch* puedan favorecer el desarrollo radicular sin tener que incorporarlas en profundidad como en otros cultivos, con los problemas de rotura de raíces que esto conllevaría.

Por otra parte, en suelos donde predominan las arcillas y que suelen tener un drenaje interno deficiente, los paltos toman un aspecto "cansado", es decir, tienen poco vigor y cuando tienen una abundante cuaja, estas frutas son de tamaño reducido, si además no se cuida el riego, los árboles decaen. Hay varias formas de solucionar en parte este problema, haciendo camellones o montículos o plantando en laderas de cerro (Figura 1-3).

En cuanto a condiciones fisicoquímicas se deben considerar la salinidad (medida como conductividad eléctrica y concentración de sales) y el pH como los principales factores. En salinidad, se observan reducciones de cosecha del 10% cuando la conductividad eléctrica del suelo (medida en extracto de saturación) alcanza 2 dS/cm. En cuanto a cloruros, principal ion que afecta la salinidad en Chile, las variedades de las razas mejicana toleran hasta 150 ppm de Cl⁻ mientras que la raza antillana tiene una tolerancia de 250 ppm. El pH ideal para los paltos es de 5,5 a 6,5 con pH superior a 8 empieza a mostrar problemas, especialmente de deficiencias de hierro por la presencia de carbonatos en el suelo. Los problemas de carbonatos empiezan a partir de valores aproximadamente del 2% de caliza activa.

Agua

Los períodos más importantes de necesidades de agua para no afectar la producción son durante los procesos de floración y cuaja en primavera y durante el verano en que la fruta está en los primeros estados de desarrollo y la demanda atmosférica es máxima.



F. Gardiazabal

Figura 1-3

Plantación de paltos en camellones en ladera de cerro, Región de Valparaíso.

En cuanto a la calidad del agua los paltos presentan problemas a partir de niveles de salinidad (conductividad eléctrica) superiores a 0,75 mmhos/cm y con niveles de Cloruros en el agua superiores a 3,3 meq/l o 120 ppm y niveles de Boro superiores a 0,2 meq/l. Los niveles de salinidad son un problema en Chile, en los valles regados con aguas del Maipo y Mapocho, donde los niveles de salinidad fluctúan entre 1,2 hasta 2,0 mmhos/cm, dependiendo de la zona, época del año y temporada.

La cantidad de agua que se aplica en un huerto de Hass adulto depende de la zona de cultivo, es así que en el valle de Quillota la cantidad fluctúa entre 8.000 y 9.000 m³ por há y por año, mientras que en la zona de Panquehue oscila entre 10.500 y 11.500 m³.

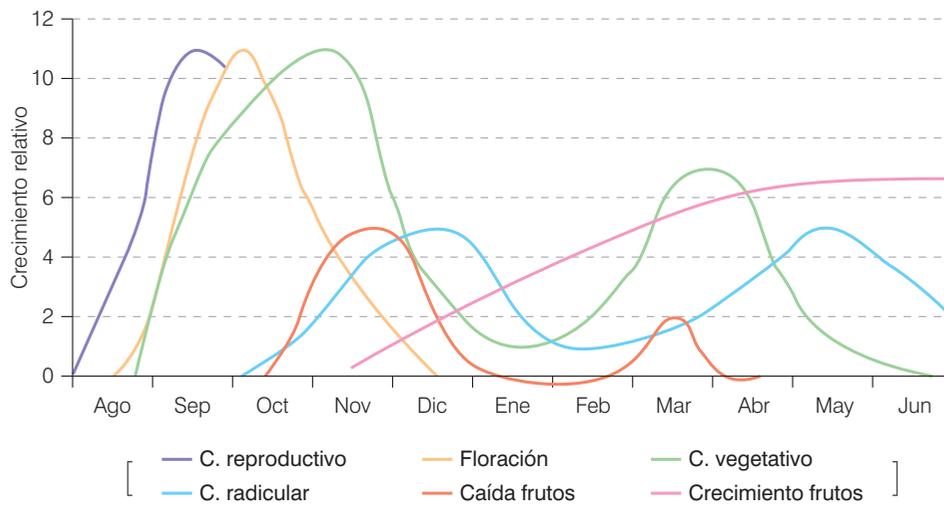
Fenología del palto

La fenología corresponde a la descripción de los ciclos de crecimiento de los paltos y puede ser usada como una poderosa herramienta de manejo. El crecimiento de un palto sigue un patrón en su ciclo estacional, el que se repite cada año, aunque no necesariamente en la misma escala de tiempo o con la misma intensidad de crecimiento para cada estado, estos distintos ciclos compiten entre si y pueden tener un fuerte impacto sobre la productividad del cultivo. Hay 3 tipos de creci-

miento fácilmente reconocibles en el palto, el sistema radicular, los brotes vegetativos y los brotes reproductivos, estos últimos comienzan con la floración, seguido por la cuaja, desarrollo y maduración del fruto. En el **Gráfico 1-2** se muestra el ciclo fenológico para la zona de Quillota.

Los paltos tienen dos crecimientos vegetativos en una temporada completa, cada brotación es seguida por un período de crecimiento radicular. La primera brotación comienza en la primavera durante la floración, mientras que la segunda lo hace a fines de verano comienzos de otoño. El crecimiento reproductivo comienza después de un corto período de inactividad invernal del árbol, con el desarrollo de la yema floral seguido de la floración y fructificación. Inmediatamente después de la cuaja, hay una caída de frutos que han sido pobremente polinizados junto con una alta proporción de fruta que parece bastante normal. Esta caída de frutas coincide con el crecimiento vegetativo de primavera, cuando ambos están compitiendo por la fuente limitada de recursos, ya reducidos por la floración. El hecho más importante de crecimiento reproductivo, es la segunda caída de frutas que se produce a fines del verano e igualmente, está asociado con el mayor crecimiento vegetativo que ocurre en esta época donde ambos compiten por los recursos del árbol.

Gráfico 1-2
Ciclo fenológico - Palto Hass.



Fuente: UCV Quillota.

El modelo fenológico no es distinto en otras zonas climáticas de paltos en nuestro país, sin embargo, sus ciclos pueden estar más adelantados en las zonas más calurosas del interior o más atrasados en zonas frías costeras.

Variedades

La principal variedad tanto en Chile como a nivel mundial es Hass. Se caracteriza por ser una fruta de muy buena calidad, negra cuando madura, de calibre medio a pequeño, de piel gruesa y rugosa con semilla relativamente pequeña. Es de una cosecha muy amplia, encontrándose

casi todo el año en el mercado. En el Cuadro siguiente se pueden ver los períodos de cosecha de diferentes variedades cultivadas en Chile (Cuadro 1-5).

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

Cuadro 1-5
Distribución de cosecha para diferentes variedades de paltos en Chile.

Variedad	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Hass												
Fuerte												
Bacon												
Zutano												
Edranol												
N. de La Cruz												

■ Máxima cosecha.

■ Menor cosecha.

Propagación

Los paltos en Chile se propagan en patrones de semilla (francos) y sólo en forma restringida y, normalmente a nivel de ensayo, se usan portainjertos clonales. Esto debido al alto costo y dificultad de la propagación clonal y al hecho de que hasta ahora las condiciones de cultivo en Chile no han requerido su uso de forma evidente. Otros países como Sudáfrica y EE.UU. (California) se vieron obligados a desarrollar portainjertos clonales, debido a la Tristeza del Palto provocado por *Phytophthora*, que bajo sus condiciones es tan severa y agresiva que no permite tener buenos resultados con portainjertos de semilla. En Chile, si bien este hongo está presente, esta enfermedad no es un problema importante y sólo bajo condiciones de mal manejo o suelos con problema de drenaje es una limitante.

En la actualidad se están estudiando nuevos portainjertos clonales que han sido seleccionados por su productividad, además de su tolerancia a *Phytophthora*, que deben ser probados para determinar si los costos iniciales mayores que implica el uso de portainjertos clonales se justifica con mejores resultados productivos.

Entre los portainjertos de semilla usados en Chile dominan Mexícola y Nabal. Mexícola ha sido el portainjerto tradicional y, en general, presenta buenas condiciones de cultivo y producción. En los últimos años se ha empezado a usar Nabal por ser más tolerante a la salinidad, para zonas con problemas. En los pocos ensayos en que se han comparado Mexícola y Nabal en condiciones de cultivo normales, sin salinidad, pareciera ser que no habría ventajas o diferencias importantes entre ellos. Sin embargo, estas experiencias son iniciales y se requerirían más años de comparación para tener mejores datos de comparación. Se están probando también otros portainjertos de semilla que podrían presentar algunas ventajas, pero están recién en etapa de ensayo y evaluación.

Plantación

En cuanto a distancias de plantación se ha pasado por muchos cambios en los últimos años, con una clara tendencia a aumentar las densidades de plantación y a reducir el tamaño de los árboles para facilitar su manejo. Una de las bases para el manejo de árboles tan grandes y vigorosos como los paltos en marcos de plantación menores, es el desarrollo de técnicas de poda efectivas y el hecho de que, en plantaciones que están a tres metros o menos de distancia entre los árboles, la competencia a nivel de raíces hace que las plantas vegeten menos y sean más pequeñas y productivas. Debido a lo anterior hay dos esquemas que se están recomendando en la actualidad, uno de alta densidad ya más probado, con distancias que van de 5 a 6 metros entre hileras y 2 a

3 metros sobre la hilera, y otro de muy alta densidad que implica marcos de plantación de 3 por 3 o incluso menores.

Los marcos de plantación de alta densidad en un esquema rectangular implica tener distancias de plantación menores o iguales a tres metros en la sobre hilera para reducir el vigor de las plantas y una distancia de 5 a 6 metros entre hileras que permita la entrada de luz y la circulación de maquinaria, si esto es posible por la topografía. La formación de los árboles es en forma piramidal y en seto con alturas de 3,5 a 4,5 metros. La poda se hace de manera lateral y requiere cada cierto tiempo (3 a 4 años) el realizar podas más fuertes para controlar el tamaño de los árboles y asegurar la iluminación de la canopia. Sistemas de este tipo se han mostrado altamente productivos y fáciles de manejar. Si bien tiene la ventaja de poder usar maquinaria tienen el inconveniente, especialmente en cerro, que la altura de los árboles sigue siendo considerable.

Un nuevo sistema de plantación, que en Chile no tiene más de cuatro años de experiencia, es el de muy alta densidad. Este sistema, desarrollado inicialmente en California, tuvo como objetivo inicial el reducir los costos de manejo, particularmente de mano de obra en cosecha, que es una limitante importante en EE.UU. Para esto se tiene que contar con un árbol pequeño, de no más de 2 metros de altura que permita alcanzar cualquier parte de la canopia desde el suelo. Para usar eficientemente el espacio disponible y lograr la mejor intercepción de luz de parte de la canopia la altura del árbol no debe superar, en general, el 70% de la distancia entre árboles, por lo que al usar este criterio de manera inversa se llega a que la distancia entre plantas debiera ser no superior a 3 metros. Esto concuerda con el otro criterio antes descrito que indica que el vigor de los árboles se puede reducir por la competencia de los sistemas radiculares cuando los árboles están plantados a distancias menores o iguales a tres metros. El otro concepto que este sistema considera es que árboles individuales, bien iluminados por todas sus caras tienen una intercepción de luz más eficiente y una mayor superficie productiva que un huerto formado en seto. Es así que se llega a una distancia de plantación de 3 por 3 metros, formando los árboles en eje con ramas laterales horizontales productivas y un sistema de poda de formación y productiva con intervenciones más seguidas pero menos severas. Las primeras experiencias con este sistema es que se aumenta de manera significativa la precocidad de los huertos y su productividad potencial, reduciéndose los costos de mano de obra y facilitando las aplicaciones foliares si es que son necesarias. El sistema de poda también es más simple de entender y realizar y el manejar árboles cuya canopia es alcanzable en su totalidad desde el suelo permite hacer otras labores que en árboles más grandes simplemente no se

puede ni siquiera considerar. Una restricción importante de los huertos de ultra alta densidad es que no permiten la circulación con maquinaria por la entre hilera. Debido a esto es importante contar con un diseño de caminos más cercanos y, generalmente, se recomiendan en huertos donde, por sus pendientes y topografía, de por si no se puede usar maquinaria.

Polinizantes

Un factor importante en el momento de plantar un huerto, es el incorporar variedades polinizantes ya que se ha observado que al combinar variedades tipo A con B se logran mejores producciones, que estaría relacionado a la calidad y cantidad de polen disponible en el momento de la cuaja. Desde este punto de vista, se ha comprobado que la variedad Hass es un débil autopolinizante, posiblemente debido a un problema de calidad de polen. En estudios hechos en Chile se ha verificado que variedades tales como: Edranol, Zutano y Bacon tendrían una mejor capacidad de cuajar y producir fruta en Hass. Los polinizantes se ponen al 11% cuya distribución es la siguiente:

```

x x x x x x x x x x
x o x x o x x o x x o
x x x x x x x x x x
x x x x x x x x x x
x o x x o x x o x x o
x x x x x x x x x x
    x Hass
    o Polinizante
    
```

Además del uso de polinizantes es importante el contar con abejas para que haya una buena polinización y cuaja. Lo ideal es contar a lo menos con 10 colmenas de buena calidad por hectárea durante los meses de floración (septiembre a noviembre). También sería interesante ensayar en Chile la polinización con abejas nativas (Figuras 1-4 y 1-5).

Riego

Los paltos son muy sensibles a la asfixia radicular y poseen un sistema radicular muy superficial. Estos factores, junto con el estado fenológico y la demanda atmosférica, son muy importantes de considerar al definir el sistema y programa de riego que se use. Debido a que no se puede controlar bien la cantidad de agua que se aplica y que es fácil producir asfixia radicular, aunque sea por períodos reducidos, los sistemas de riego por inundación no son muy efectivos para maximizar la producción en paltos. Por su sistema radicular extensivo y superficial es necesario mojar una proporción importante de la superficie del suelo en los huertos de palto. En ensayos realizados en Israel se mostraron efectos positivos sobre el estatus hídrico del palto durante períodos de alta demanda evapotranspirativa, al ampliar la zona humedecida del suelo del 25% al 76%.

El sistema de riego tecnificado mas utilizado en paltos es el microaspersor mientras que los sistemas de riego por goteo presentan algunas limitantes. Esto debido a las carac-



F. Gardiazabal

Figura 1-4

La abeja es el principal agente polinizador en paltos.



R. Ripa

Figura 1-5

Abeja nativa (*Colletes seminitidus*), polinizador de palto.

Cuadro 1-6
Coeficiente de Bandeja (Kb) y Coeficiente de Cultivo (Kc) para paltos.

	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Kb	1,10	1,00	0,80	0,75	0,75	0,75	0,80	0,85	0,95	0,95	1,10	1,20
Kc	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72	0,72

Nota: En zonas calurosas el Kc de noviembre a marzo es de 0,75.
Fuente: Aproximación a los Requerimientos Hídricos del Palto. Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.

terísticas ya descritas del sistema radicular de los paltos y porque los goteros son difíciles de revisar bajo la hojarasca que se forma bajo los árboles y porque tienden a producir excesos de agua (para raíces tan sensibles a la asfixia como las de los paltos) directamente bajo el punto de goteo. Sin embargo, un sistema de riego por goteo bien diseñado y manejado puede dar buenos resultados en paltos.

Para la programación y control del riego, se usan idealmente combinados, calicatas, tensiómetros o sondas de capacitancia y bandejas evaporimétricas Clase A o Estaciones Meteorológicas. Las calicatas, los tensiómetros y las sondas permiten controlar las condiciones de humedad en el suelo y se puede programar el riego de acuerdo a los niveles de agotamiento de agua en las estratas donde está la mayor cantidad de raíces absorbentes (generalmente se riega cuando se ha agotado un tercio de la humedad disponible). Es importante que las calicatas y los tensiómetros o sondas se realicen o estén instalados en zonas donde haya raíces activas y del lado norte de árboles sanos.

La programación del riego usando una bandeja evaporimétrica o estación meteorológica, presenta una serie de ventajas: permite adaptarse directamente a las demandas atmosféricas diarias de una zona haciendo más preciso el programa de riego pudiéndose programar mejor tanto las frecuencias como los tiempos de cada riego. Para usar este sistema de programación se usa una bandeja evaporimétrica clase A o una estación meteorológica que determina la evaporación (ETo) según el método de Penman-Monteith. Con este valor se calculan las necesidades de riego según la fórmula anterior.

Los Kb y Kc utilizados en Chile están basados en trabajos realizados en la zona de Quillota (los que debieran ser estudiados y adaptados para otras zonas productoras) y se presentan en el Cuadro 1-6.

Es importante que, en la programación de riego se trate de mantener la duración de los riegos uniforme, de tal manera de mojar siempre una profundidad de suelo similar, y ajustar la frecuencia a las variaciones en la demanda. Además es importante el permitir una buena aireación del suelo, distanciando los riegos lo suficiente como para que esto ocurra, especialmente donde existe arcilla.

Fertilización

El palto se caracteriza por tener una baja demanda de nutrientes en general y la estrategia de fertilización del palto Hass en Chile está en base al uso de Nitrógeno, Boro y Zinc aplicado al suelo.

En el caso del nitrógeno es importante el controlar muy bien las aplicaciones, ya que tanto la falta como el exceso, tienen efectos directos sobre la producción. En el caso de excesos de N se produce una competencia entre crecimientos vegetativos y frutitos en desarrollo, que disminuye la cuaja. Debido a esto, además del uso de análisis foliares, cuyos estándares se muestran en el Cuadro 1-7, es importante observar el vigor del huerto, los niveles de floración y la producción esperada. Dependiendo de esto se recomiendan fertilizaciones medias de 180 unidades de nitrógeno por hectárea, pudiendo fluctuar entre 120 unidades o menos, en caso de árboles con exceso de vigor y baja producción, hasta 240 unidades o más, en el caso de árboles débiles y/o con alta producción. Las fechas de aplicación también se deben ajustar de acuerdo a la floración, vigor, condiciones de cuaja, etc. En general se aporta el 30% al 40% del nitrógeno a fines del verano comienzos de otoño, otro 30% al 40% en plena floración y el 20% al 30% en el mes de enero.

Whiley y Lahav en el año 2002, publican Estándares Nutricionales para el palto y que se detallan en el Cuadro 1-7.

En el caso de la deficiencia de Cinc se reconoce por presentar fruta más pequeña, lisa y redondeada, además de hojas más pequeñas y con clorosis intervenal difusa y brotes cortos. Se presenta especialmente en zonas con falta de cinc en el suelo o por encontrarse bloqueado, o después de heladas o pérdidas importantes de follaje. Se corrige con aplicaciones al suelo de Sulfato o quelato de Zinc.

En el caso del Boro su deficiencia se muestra como una deformación de la fruta que presenta un cuello torcido o curvo y la inserción del pedúnculo es lateral. Pareciera que no habría efectos sobre la producción con niveles inferiores a 30 ppm. Su corrección se hace con aplicaciones de ácido bórico, localizadas en el suelo (Figura 1-6).

Cuadro 1-7

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

Nutriente	Deficiente (menos de)	Rango Comercial	Exceso (más de)
N (%)	1,60	1,6-2,8	3,0
P (%)	0,14	0,14-0,25	0,3
K (%)	0,90	0,9-2,0	3,0
Ca (%)	0,50	1,0-3,0	4,0
Mg(%)	0,15	0,25-0,80	1,0
S (%)	0,05	0,20-0,60	1,0
Mn (mg kg ⁻¹)	10-15	30-500	1.000
Fe (mg kg ⁻¹)	20-40	50-200	?
Zn (mg kg ⁻¹)	10-20	40-80	100
B (mg kg ⁻¹)	10-20	40-60	100
Cu (mg kg ⁻¹)	2-3	5-15	25
Cl ⁻ (%)	?	-	0,25-0,50
Na (%)	?	-	0,25-0,50

Fuente: Whiley, A., Schaffer, B. y Wolstenholme, B. El Palto. Botánica, producción y usos.



F. Garcíazabal

Figura 1-6

Rama de la variedad Hass con gran cuaja de frutitos y brotes vegetativos vigorosos.

Cítricos

Si bien en Chile se han cultivado cítricos durante mucho tiempo, a nivel mundial no tenemos una posición o presencia muy importante, especialmente en comparación con otras industrias como la de EE.UU., España, Brasil, Argentina, Sudáfrica, Australia, etc., que por tamaño son muy superiores a la nuestra. Sin embargo, Chile tiene oportunidades de desarrollo de su citricultura a nivel mundial en la medida de que se enfoque en nichos y ventanas de mercado específicas. Al estar situados en el hemisferio sur, Chile puede ofrecer fruta de contra estación en el hemisferio norte, que corresponde a un mercado enorme en consumo de cítricos, teniendo ventajas competitivas y comparativas importantes comparado con otros países competidores del hemisferio sur.

Superficie

La superficie de plantación de cítricos en Chile se puede apreciar en el Cuadro 1-8.

Hasta hace algunos años la industria citrícola nacional se había orientado principalmente al mercado interno, presentando sólo una exportación relevante para limones. Sin embargo, en los últimos 10 años el interés por exportar otros cítricos ha crecido al verse oportunidades de contra-estación en el hemisferio norte y por los bajos precios que ha mostrado el mercado nacional que, por su tamaño, se ve saturado fácilmente. Es el caso de Mandarinas y Naranjas que han pasado de 1.245 y 7.294 ha respectivamente en el Censo de 1997 a 3.448 y 9.231 ha en el Censo de 2007 (Cuadro 1-9).

Cuadro 1-8
Superficie de cítricos en Chile.

Especie	En formación	En producción	Total ha
Naranja	1.788	7.443	9.231
Limonero	872	6.984	7.856
Mandarino	852	2.596	3.448
Pomelo	45	310	355
Lima	26	120	146
Total			21.036

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola 2007.

Cuadro 1-9
Plantación de cítricos por región.

Región	Naranja	Limonero	Mandarino	Pomelo	Lima	Total Región	%
I Tarapacá	96	28	23	21	66	234	1,11
II Antofagasta	4	4	1	0	0	9	0,04
III Atacama	129	185	87	5	0	406	1,93
IV Coquimbo	1.028	1.444	2.061	94	72	4.699	22,34
V Valparaíso	1.813	2.053	540	107	4	4.517	21,47
Región Metropolitana	2.354	2.997	364	53	3	5.771	27,43
VI O'Higgins	3.611	888	365	74	0	4.938	23,47
VII Maule	140	180	2	0	0	322	1,53
VIII Bío-Bío	24	39	0	0	0	63	0,30
IX Araucanía	2	37	0	0	0	39	0,19

Fuente: ODEPA-CIREN. Catastro Frutícola 2007.

Cerca del 95% de las plantaciones están entre la IV y la VI Regiones, destacándose las plantaciones de Mandarinas en la IV Región, los Limoneros en la V, Limoneros y Naranjos en el Área Metropolitana y los Naranjos en la VI Región.

Mercados

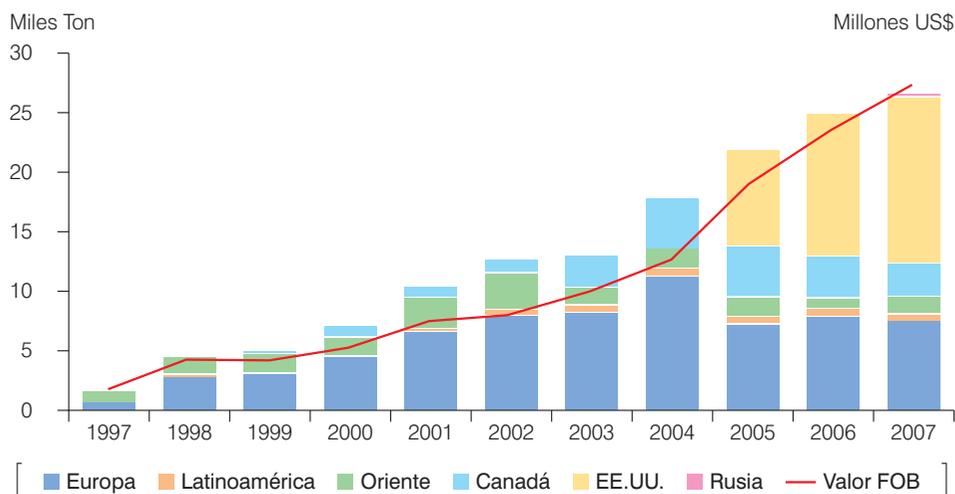
Mandarinas

En el Gráfico 1-3 se puede ver el fuerte crecimiento en las exportaciones de mandarinas chilenas, pasando de 1.400 toneladas en el año 1997 a 27.000 toneladas en el año 2007. El interés de producir y exportar mandarinas en Chile nace de la posibilidad de abastecer a mercados del hemisferio norte en la contra-estación ya que, a diferencia del caso de limones y naranjas, en el caso de mandarinas no hay producción local en el hemisferio norte entre marzo y octubre. Sin embargo, durante el período de exportación de Chile, que puede ir de fines de abril hasta septiembre, el consumo en el hemisferio norte es menor al que presenta durante su otoño e invierno tanto por razones de clima y costumbre como por la presencia y competencia de fruta propia de verano. Considerando lo anterior se puede reconocer que en general el consumo es bajo y poco atractivo desde fines de junio y hasta julio y, por lo tanto, las alternativas más atractivas para Chile es la producción más temprana (fines de abril y mayo) o definitivamente la producción tardía que se cosecha a partir de mediados de julio y hasta septiembre. También se ven algunas diferencias entre los distintos mercados.

Europa. El mercado está dominado tanto por volúmenes como por precio por Sudáfrica entre abril y julio. Sólo se abre una oportunidad para Chile a continuación de Sudáfrica, entre agosto y septiembre. Sólo Inglaterra ha mostrado interés por fruta chilena al ser un mercado más sofisticado y que puede pagar más por fruta chilena que el resto de Europa. Hasta ahora esta ventana se ha tratado de llenar con mandarinas que se cosechan en junio y hasta la primera semana de julio en Chile y que entran en un programa de guarda en destino, particularmente en Inglaterra, para tratar de prolongar la temporada del hemisferio sur. El hecho de que la fruta chilena se pueda cosechar más tarde y guardar más tiempo que la sudafricana se debe a que nuestras condiciones de cultivo son más frías y menos lluviosas que las de Sudáfrica. Sin embargo, los programas de guarda son costosos y de alto riesgo, lo que afecta los retornos en Chile.

El período de agosto hasta octubre, que es cuando empieza la producción en España y el Mediterráneo, es uno de los más atractivos tanto para naranjas como para mandarinas. Esto debido a que el consumidor ya está cansado de consumir fruta de verano y el clima empieza a refrescar, lo que hace el consumo de frutas más ácidas más atractivo. Hasta ahora no había variedades de buena calidad que pudiesen cubrir este período satisfactoriamente, el contar con nuevas variedades como W Murcott (Figura 1-7) que permitiría cosechar en Chile entre mediados de julio hasta septiembre, cubriendo esta ventana en el mercado. Sin embargo, muchas de las nuevas variedades de mandarinas son variedades protegidas y normalmente, tienen restricciones comerciales que se deben entender y manejar. Posiblemente Sudáfrica tam-

Gráfico 1-3
Exportación de mandarinas (1997-2007).



Fuente: ODEPA 2008.



F. Gardiazabal

Figura 1-7

Árboles de mandarinos W Murcott antes de la cosecha en su segundo año de plantación.

bién podrá extender más su temporada con esta variedad, sin embargo, Chile por sus condiciones de cultivo siempre podrá llegar más tarde a Europa.

EE.UU. y Canadá. La temporada 2005 fue la primera en que se autorizó la entrada de mandarinas chilenas a EE.UU. Esto debido a restricciones fitosanitarias por Falsa Arañita Roja de la Vid (*Brevipalpus chilensis*) que fueron superadas al aprobarse un sistema de certificación e inspección de huertos y fruta por parte del USDA. Las primeras temporadas han tenido resultados positivos desde el punto de vista de volúmenes y precios mostrando los mejores efectos al inicio de la temporada (mayo e inicios de junio) tendiendo a bajar hacia fines de junio y julio, en que el consumo claramente se deprime. Esto es similar a lo descrito para Europa y también en este caso hay interés por contar con fruta nuevamente a partir de mediados de agosto en adelante, lo que calzaría con la temporada de W Murcott.

La competencia en EE.UU. es también con fruta sudafricana, sin embargo, para poder entrar a EE.UU. Sudáfrica debe realizar un proceso de tratamiento cuarentenario de frío (por mosca de la fruta) que retrasa su ingreso y afecta negativamente su calidad y presentación. Desde este punto de vista junto con costos más bajos y tiempos de tránsito más cortos, Chile tiene ventajas competitivas evidentes. Una clara ventaja del mercado norteamericano con respecto a Europa y Japón son los tiempos de tránsito más cortos (18 días en comparación con 28 a 32 días), lo que disminuye el riesgo de arribos con problemas, y costos más bajos. Sin embargo se requiere más experiencia para poder saber qué volúmenes podrá absorber este mercado y cuándo.

En el caso de Canadá no han existido restricciones fitosanitarias y Chile ya tiene una posición clara en este mercado. Ha desplazado, por calidad y confiabilidad a la fruta sudafricana de los supermercados, ya que Sudáfrica usa este mercado para deshacerse de fruta con problemas o fruta que no logró cumplir con el tratamiento cuarentenario de frío para entrar a EE.UU. Las características de consumo de Canadá serían similares a las de EE.UU., prefiriéndose la fruta temprana y tardía y reconociéndose el período de menor consumo entre el 15 de junio al 15 de agosto.

Japón. Hasta ahora no habido un claro posicionamiento de las mandarinas chilenas (clementinas) en este mercado. El principal problema es que este es un mercado muy sofisticado en el consumo de mandarinas, acostumbrado a contar con fruta grande y muy dulce (sobre 12°B) lo que es difícil de alcanzar con clementinas en Chile. Si se analizan los embarques de Chile a este mercado se puede reconocer que no ha crecido en volumen como lo han hecho los otros mercados y cada vez los embarques se reducen y concentran más temprano en la temporada. A partir de fines de junio el consumo se frena fuertemente y, a diferencia de los otros mercados, no habría interés en fruta tardía (de agosto y septiembre) ya que en esa época cuenta con fruta de producción local de gran calibre y dulzor con la que difícilmente se podría competir. Al ser un mercado muy sofisticado, que exige alta calidad, y en que los costos de manipulación de fruta son altos, cualquier problema de arribo después de un tiempo de tránsito superior a 28 días es de alto costo y un gran riesgo.

Naranjas

Hasta hace algunos años la producción de naranjas estaba orientada al mercado nacional, en la Figura 3 se puede ver como ha crecido la exportación a mercados del hemisferio norte, principalmente a Japón e Inglaterra. Esto se debe a que en la actualidad la fruta producida en Chile ha mejorado su calidad por el uso de nuevas variedades, portainjertos, el desarrollo de nuevas zonas y sistemas de producción. También ha influido el fuerte deterioro que han tenido los precios en el mercado local, especialmente entre mediados de junio y fines de agosto. Esto último no sólo por la mayor oferta de naranjas sino que también por el creciente volumen de mandarinas producidas que compiten directamente con el consumo de naranjas. Esta competencia no es menor y ha sido un hecho en todos los mercados donde se ha desarrollado el consumo de mandarinas, ha afectado y reducido el consumo de naranjas per cápita en esos mercados.

Los cambios en la situación del mercado local y el interés por exportar han significado un cambio en el diseño y objetivos de los huertos, quedando en muchos casos

huertos antiguos, incluso de 5 ó 6 años edad, obsoletos o con problemas de rentabilidad importantes. Esto se debe principalmente por el recambio en el uso de portainjertos, que junto con el clima juegan en Chile un papel más importante que la variedad en la calidad interna de la fruta, y también por el requerimiento de contar con altas producciones y, especialmente altos porcentajes de exportación para lo que se requiere un diseño de plantación diferente al tradicional, con densidades de plantación mayores.

La situación de consumo de naranjas de ombligo en el hemisferio norte es similar a lo descrito para mandarinas. Es así que el consumo es menor desde fines de junio hasta inicios de agosto, lo que hace que en Chile, dependiendo de los mercados objetivo, un proyecto de plantación de naranjas debiera estar orientado a la producción de fruta de buena calidad o muy temprana (cosecha antes de fines de mayo) o tardía (cosechada desde fines de julio) (Gráfico 1-4).

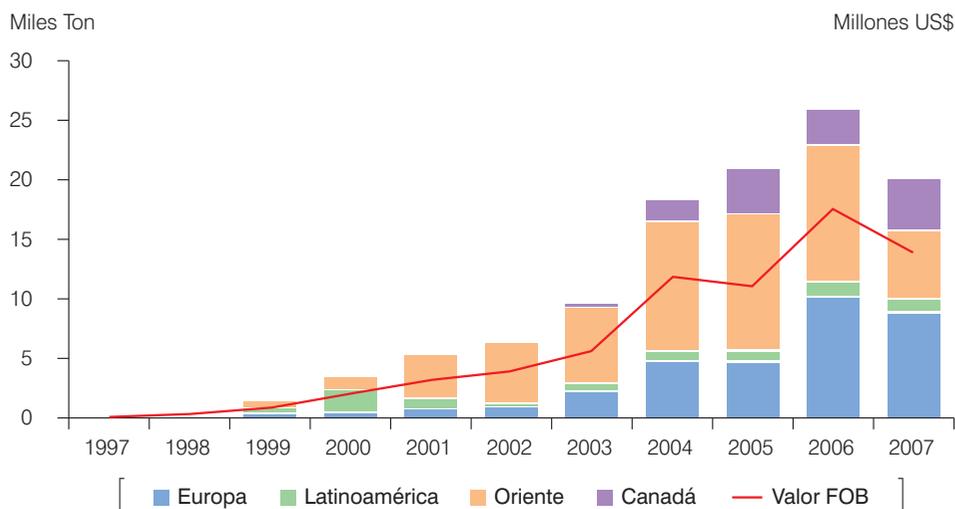
Europa. Al igual que en el caso de las mandarinas nuestro principal competidor es Sudáfrica, cuya temporada es al menos un mes más temprana que la chilena y que disminuye su oferta en agosto (tanto por razones de cosecha como por razones de condición de fruta). Debido a esto Europa, y particularmente Inglaterra, están interesados en naranjas de ombligo que puedan cubrir el período posterior a la temporada sudafricana, a partir de fines de agosto.

EE.UU. y Canadá. En el caso de las naranjas no esta autorizada su entrada a EE.UU. por el problema de *Bre-*

vipalpus chilensis. No existe un protocolo de certificación e inspección como para el caso de mandarinas si bien se está trabajando en lograr el ingreso de las naranjas a EE.UU. La diferencia con mandarinas es que las naranjas presentan un ombligo que es difícil de inspeccionar. Una alternativa a esto es el uso de fumigación con Bromuro de Metilo, que en el caso de naranjas no necesariamente presenta grandes problemas, pero debe pasar por un sistema de aprobación de parte del USDA para poder usarse. Por otro lado, debido a normativas de SAG en Chile, la presencia de este ácaro, independiente del destino de la fruta, es motivo de rechazo para la exportación, lo que se ha transformado en un problema importante en las últimas temporadas. En el caso de EE.UU., el principal competidor sería Australia, sin embargo, por costo, cercanía y calidad la fruta chilena debiera tener ventajas. Debido a lo anterior sólo Canadá es una alternativa en Norteamérica y por ser un mercado reducido y tener competencia de mandarinas tanto chilenas como sudafricanas sólo se pueden enviar volúmenes restringidos, tarde en la temporada.

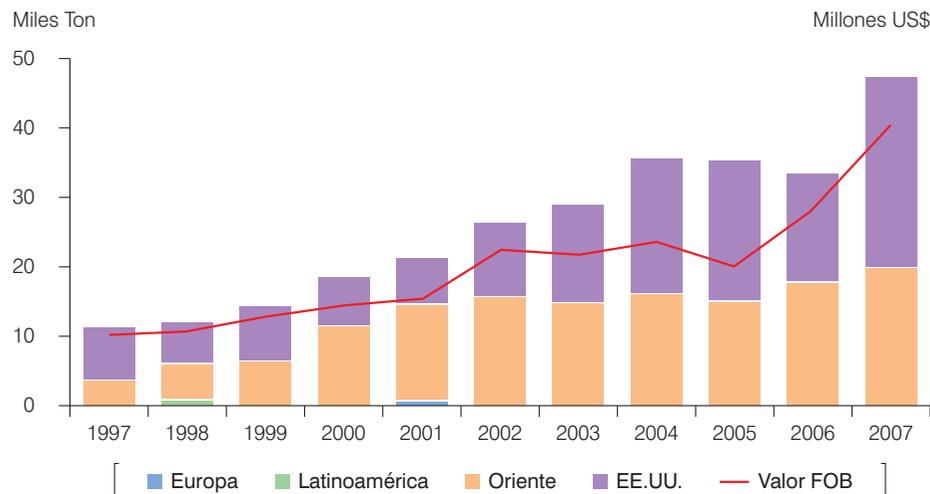
Japón. Ha sido junto con Europa, el principal destino de exportación de la naranja chilena con retornos hasta ahora atractivos. Se compite principalmente con naranjas Valencia de California que se venden a menores precios y que, en años de alta producción, tienden a afectar a las naranjas de ombligo. Nuevamente se da el caso que el mercado es atractivo temprano y mientras más tarde en la temporada menor es el consumo y mayor la competencia por lo que los precios pueden bajar de manera importante.

Gráfico 1-4
Exportación de naranjas (1997-2007).



Fuente: ODEPA 2008.

Gráfico 1-5
Exportación de limones (1997-2007).



Fuente: ODEPA 2008.

Limones

Si se analizan las tendencias de muy largo plazo de la plantación, oferta y precios del limón se pueden reconocer ciclos a lo largo de los años. En general, los huertos de limoneros dejan de ser buenos productores después de 15 a 20 años. Cuando la oferta baja, los precios suben y se retoma la plantación de nuevos huertos, aumentando nuevamente la oferta, bajando los precios y disminuyendo las plantaciones hasta que por el envejecimiento natural se entra nuevamente en un ciclo de plantación. En los últimos años el negocio del limón ha cambiado tanto a nivel del mercado interno como en exportación. En el mercado nacional tradicionalmente los precios eran atractivos entre enero y fines de mayo, pudiendo alcanzar más de US\$ 1 por kilo en años en que, por heladas en la temporada anterior, había una menor oferta. Posteriormente los precios bajaban fuertemente, entre junio y enero, debido a la mayor oferta de fruta en invierno. Esto hacía que los productores se orientaran al mercado nacional lo más posible y sólo empezaban a exportar cuando el precio en Chile bajaba a fines de mayo. En la actualidad los precios de verano y otoño son relativamente bajos si no hay heladas, en promedio no superiores a US\$ 0,30 por kilo, debido a que durante los años 90 se hicieron muchas plantaciones nuevas, tanto por los resultados en el mercado nacional como por las expectativas de exportación, asociadas a la apertura de Japón como mercado. Lo anterior hizo aumentar los volúmenes producidos por Chile, que ha significado una reducción de precios no sólo en nuestro mercado nacional, sino que también en exportación. Esto ha hecho que en los últimos cinco años haya una fuerte reducción de la plantación de limoneros (Gráfico 1-5).

En los años 90 uno de los factores que impulsó la plantación de limoneros fue la apertura de Japón como mercado. Esto hizo que los retornos de la exportación –hasta ese momento concentrada en EE.UU.– subieran fuertemente con valores para Japón de entre US\$ 0,5 a 1,1 por kilo libre a productor y, para el caso de EE.UU., con valores para un CAT 2 de entre US\$ 0,2 a 0,4 por kilo. Sin embargo, en los últimos años el aumento de los envíos nacionales a Japón (al que se envía principalmente el CAT 1), particularmente a partir de fines de junio, más la oferta de fruta de guarda de California y fruta de Sudáfrica y Argentina, que entran con tratamientos cuarentenarios de frío, han hecho que los retornos de Japón se muevan entre US\$ 0,15 a 0,6 por kilo. Por otro lado, en la actualidad el mercado en EE.UU. muestra resultados para fruta CAT 2 de entre US\$ 0,1 a 0,4 por kilo. Europa nunca ha sido una alternativa de mercado atractiva para Chile ya que durante nuestra temporada está dominada por Argentina y Sudáfrica con fruta de buena calidad y bajos precios.

Durante la temporada chilena, que va de abril a agosto, el mercado de EE.UU. y Japón está abastecido principalmente por fruta de la zona costera de California. Esta fruta corresponde a programas de guarda que, si bien tiene fruta de buena calidad en general, es fruta menos confiable ya que está al límite de su vida de poscosecha y presenta comúnmente problemas de pudriciones. Además es fruta de alto costo, comparada con la fruta que se produce en otras zonas de California y Arizona entre agosto y marzo. La fruta de Chile compite principalmente por costo y por ser fruta considerada más “fresca” y confiable que la de California. En EE.UU. la temporada chilena termina con el inicio de cosecha en las zonas des-

érticas de California y Arizona en agosto y con la entrada de fruta del norte de México a fines de julio. En Japón, son principalmente los volúmenes de fruta chilena que se acumula en inventario, más la entrada tardía de Sudáfrica y Argentina lo que hace bajar los precios y hace terminar nuestra temporada a partir de fines de julio. Esto ha sido muy consistente en las últimas temporadas, haciendo que sea la fruta más temprana, cosechada en Chile a partir de abril, la que logra los mejores precios, manteniéndose precios atractivos hasta los embarque de mediados de junio, a partir de los cuales los precios bajan fuertemente (Figura 1-8).



F. Gardiazabal

Figura 1-8

Limonos de exportación en la mesa de selección del packing.

Clima

Para el caso de Mandarinas y Naranjas, el mercado internacional exige tener altos niveles de sólidos solubles, que están dados por una parte por la condición climática y por otra la utilización de distintos portainjertos.

En Chile se podrían reconocer tres zonas de producción desde el punto de vista de clima para estas dos especies:

- La zona interior del Norte (El Palqui y Vicuña).
- La zona interior de la zona Central.
- Zonas con influencia costera de la 4ª a la 6ª Región.

La principal influencia que tienen estas condiciones climáticas es sobre la fecha de cosecha y la calidad interna de la fruta. La zona interior del norte (en general a más de 800 m de altura y con más de 1.700 horas de acumulación térmica base 12,5 °C) pueden cosechar mandarinas y naranjas tempranas a partir de abril, deverdizando parte de la fruta, y alcanzando fácilmente sobre 12 °B en plena temporada. La zona interior de la zona central,

que presenta acumulaciones térmicas que van de 1.300 a 1.600 horas de acumulación térmica, cosecha normalmente a partir de la primera semana de mayo alcanzando también niveles sobre 11 °B en su temporada. Finalmente la zona costera entre la 4ª y 6ª región, que poseen acumulaciones térmicas de entre 1.000 a 1.200 horas por año, empiezan su cosecha a partir del 20 de mayo y promedian entre 9,5 y 10,5 °B. Sin embargo, para producir fruta tardía, posiblemente las zonas interiores del norte sean demasiado tempranas.

En el caso del limón los atributos de calidad más importantes son el calibre, color, aspecto externo y contenido de jugo. El sabor y el contenido de sólidos solubles no son un problema o factor a considerar. Esto hace que a nivel de portainjerto se use casi exclusivamente *Citrus macrophylla*, que favorece los parámetros antes descritos además de ser altamente productor pero con una muy baja acumulación de sólidos solubles y acidez en la fruta. Este portainjerto hace al árbol más sensible al frío y es susceptible a nemátodos (*Tylenchulus semipenetrans*) y tiene una vida productiva con fruta de buena calidad y calibre de alrededor de 15 años. Esto último hace que no se recomiende usar *Macrophylla* en replantes y que se puedan reconocer ciclos en el negocio y precios que se han presentado históricamente cada 15 años aproximadamente.

Otro factor que tiene un efecto directo sobre la calidad y condición de la fruta es la incidencia de lluvia. En zonas lluviosas los riesgos de pudriciones de fruta en poscosecha son mayores, sin embargo también afecta los niveles de sólidos solubles de la fruta, diluyéndolos, acelera la pérdida de acidez y afecta a la piel de la fruta que puede presentar decaimientos y un envejecimiento acelerado.

Con respecto a temperaturas limitantes, se puede visualizar a las distintas temperaturas que se dañan los frutos cítricos, dependiendo del portainjerto que estén implantados (Fuente: The Citrus Industry, Volumen III):

- Limoneros:
 - Frutos recién cuajados < 1,2 cm diámetro (-0,9 a -1,4 °C).
 - Frutos amarillos listos para cosecha (-0,9 a -1,4 °C).
 - Frutos sobre 1,2 cm diámetro y frutos verdes (-1,4 a -2,0 °C).
 - Yemas y botones florales (< -2,8°C).
- Naranjos Mandarinos y Pomelos:
 - Fruta verde (-1,4 a -1,9 °C).
 - Fruta semimadura (-1,8 a -2,2 °C).
 - Fruta madura (-2,2 a -2,8 °C).

El portainjerto que da mayor resistencia al frío es el *Poncirus trifoliata* (en Chile se utiliza principalmente la selección *Rubidoux*), tienen buena resistencia el Naranja Agrio, Mandarina Cleopatra y Citranges (C-35, Carrizo y Troyer), resistencia media para Citrumelo CPB 4475, Naranja Dulce y *Citrus volkameriana*, siendo el más sensible el *Citrus macrophylla*.

Con respecto al viento los cítricos en general son más sensibles que los paltos y en zonas ventosas el porcentaje de exportación puede disminuir drásticamente por efecto del “russet” en la fruta, siendo necesario y recomendable el uso de cortinas cortaviento.

Suelo

En general, los cítricos se adaptan bien a una amplia gama de suelos, especialmente al poder disponer de distintos portainjertos, dentro de las características de los suelos, podemos distinguir:

- **Profundidad efectiva:** En general suelos con más de 1 m de profundidad no presentan limitaciones para esta especie, cuando se usa riego por goteo y no existe riesgo de anegamientos o asfixia radicular los cítricos requieren al menos profundidades de 80 cm. Si el suelo tiene menor profundidad se puede hacer camellones para paliar en parte este defecto.
- **Textura:** En suelos arcillosos los árboles tienden a tener menor desarrollo, tienen una recuperación más lenta a los daños de heladas, las frutas se cosechan más tarde, son de menor tamaño, con piel más gruesa y por ende menor cantidad de jugo. En cuanto a la asfixia radicular, los portainjertos más resistentes son el *Poncirus trifoliata* y Citrumelo CPB 4475. Buena resistencia presentan Naranja Agrio y Mandarino

Común, siendo sensibles Naranja Dulce, Citranges, *Citrus volkameriana*, *Citrus macrophylla* y Mandarino Cleopatra.

- **Salinidad (CE mmhos/cm en el extracto de saturación del suelo):** Hasta 1,7 dS/cm no hay reducción de cosecha. Con 2,3 se reduce el 10%, con 3,3 el 25% y con 4,8 el 50% de reducción. La máxima resistencia la tienen el Mandarino Cleopatra, *Citrus volkameriana* y *Citrus macrophylla*. Resistencia media el Citrumelo y Naranja agrio, siendo sensibles *Poncirus trifoliata*, los Citranges Troyer y Carrizo y el Naranja dulce
- **Carbonatos:** Los excesos de Carbonatos en el suelo acarrear deficiencias de hierro en los cítricos, con niveles menores al 4% de Cal Activa y menos del 10% de Carbonatos Totales los distintos portainjertos de cítricos no presentan problemas. La máxima resistencia la tienen el Naranja Agrio, Mandarino Cleopatra, Mandarino Común, *Citrus macrophylla*, *Citrus volkameriana* y Limón Rugoso. Son sensibles el Troyer, Carrizo y C-35. Muy sensibles el Citrumelo Swingle CPB 4475, *Poncirus trifoliata* y Naranja Dulce.

Agua

Los cítricos son más tolerantes a la salinidad en el agua que los paltos, empezando a presentar problemas con riego tecnificado con conductividades superiores a 1,1 mmhos/cm. En general, en los ríos Mapocho y Maipo, que presentan problemas de salinidad que afecta a paltos, no hay problemas para el cultivo de cítricos. Los efectos de la salinidad sobre la producción son una disminución de la cosecha, baja el calibre de la fruta, disminuye el número de frutos, hay menor grosor en la cáscara, aumentan los sólidos solubles totales y aumenta la cantidad de jugo de los frutos (Cuadro 1-10).

Cuadro 1-10

Calidad de agua para cítricos.

CE (dS/cm)	Calidad	Restricciones	Fracción de lavado
0 a 1	Excelente	–	
1 a 2	Buena	–	10%
2 a 3	Regular	< 10% pérdida de cosecha	15%
3 a 4	Mediocre	Pérdidas de cosecha hasta el 20%	25%
4 a 5	Mala	Pérdidas mayores al 30%	Uso esporádico de esa agua
> 5	Muy mala	Pérdidas (?) No usar	Casos extremos

Fenología en cítricos

Los distintos ciclos vegetativos, radiculares y reproductivos no son eventos aislados dentro de las plantas sino que se relacionan estrechamente entre ellos. En el caso de los cítricos, además de lo anterior hay que considerar que hay distintas especies cultivadas comercialmente como limoneros, naranjos, mandarinos y pomelos, estos a su vez tienen distintas variedades y diferentes portainjertos, esto conlleva que las correlaciones entre ellos se hace mucho más dificultosa.

En el **Gráfico 1-6** se muestra a modo de ejemplo el ciclo fenológico del limonero Eureka sobre el portainjerto *Citrus macrophylla* para la zona de Quillota.

Se puede observar dos crecimientos vegetativos importantes, el primero a comienzos de la primavera y el segundo a comienzos del otoño, seguidos cada uno de ellos por un crecimiento radicular, además un crecimiento de menor envergadura en verano característico de climas subtropicales mediterráneos. La reflorescencia de los limoneros y especialmente de la variedad Eureka se ve claramente en el gráfico, donde hay una floración principal que se inicia cuando está disminuyendo la tasa de crecimiento vegetativa del primer ciclo de crecimiento, presentando un máximo de floración a comienzos de noviembre y luego una segunda floración más reducida terminando el segundo flash de crecimiento vegetativo, en el mes de abril y que se prolonga en bajas tasas hasta junio. El crecimiento del fruto proveniente de la floración de primavera corresponde a una curva sigmoidea simple.

Las interacciones entre los distintos ciclos de crecimientos son muy fuertes y es muy importante relacionarlo con estímulos externos (clima, fertilización, riego, aplicación de agroquímicos, etc.) con el fin de reducir los impactos que estos tengan sobre la producción comercial.

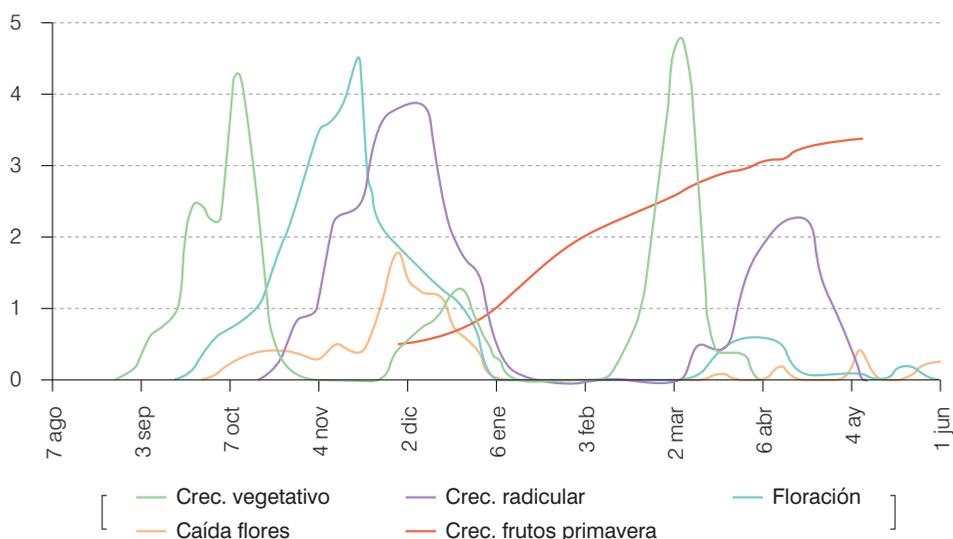
Portainjertos

La influencia que ejerce el portainjerto sobre la variedad injertada en cítricos es muy importante, ya se han nombrado algunas anteriormente en la sección de suelos, pero, además poseen otras características fundamentales que se describen en el **Cuadro 1-11** para Naranjas y Limoneros.

Se han resaltado las características positivas con color azul y las negativas con colores rojos. El signo “?” indica que en la literatura los muestran como resistentes a esta enfermedad, sin embargo en Chile parecieran sólo tolerantes.

Para Mandarinos se emplea la misma tabla, pero, hay algunas otras consideraciones que es importante considerar: en Mandarinas el Calibre es fundamental para una buena comercialización, Rubidoux da un bajo calibre y por lo tanto no se recomienda esta combinación. Lo mismo sucede en Naranjas Valencias (Frost, Delta, Midnight), variedades que por la baja acumulación térmica donde están plantados en Chile dan de por sí un bajo calibre, con Rubidoux es peor, tampoco se recomienda esta combinación. Para replantes (plantación sobre otra plantación anterior de cítricos), tanto Rubidoux como Citrumelo son los más recomendados.

Gráfico 1-6
Ciclo fenológico limoneros Eureka sobre *Citrus macrophylla*.



Cuadro 1-11

Características de los portainjertos para naranjos.

Característica	Troyer y carrizo	Citrumelo 4475	Rubidoux	C-35
Crecimiento inicial	Moderado	Moderado	Bajo	Vigoroso
Tamaño final	Medio-Grande	Grande	Medio-Bajo	Medio
Productividad	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Calidad de la fruta	Regular	Muy buena	Muy buena	Buena
Fecha cosecha	Adelanta	Normal	Normal	Normal
Salinidad	Media –	Media –	Media –	s/i
<i>Phytophthora spp</i>	Tolerante	Resistente?	Resistente?	Tolerante
Compatibilidad	Buena	Buena	Buena	Buena
Asfixia radicular	Sensible	Resistente	Muy resistente	s/i
Tristeza	Tolerante	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Psorosis	Tolerante	Tolerante	Tolerante	s/i
Exocortis	Susceptible	Tolerante	Susceptible	s/i
Xyloporosis	Tolerante	Tolerante	Tolerante	s/i
Nemátodos	Tolerancia media	Resistente	Resistente	Tolerante
Frío	Resistente	Resistente	Muy resistente	s/i
Adaptación suelo	Mayoría	Todos	No arenosos	Mayoría

Fuente: Adaptado de California Citrus Rootstocks. University of California.

Carrizo, que es el portainjerto más usado hasta ahora, incluso a nivel mundial, tiene la característica de acumular menos sólidos solubles que el C-35 y el Citrumelo, y hace que se pierda más rápidamente la acidez. Debido a esto ya no recomendamos el uso de Carrizo, a menos que sea en una zona de una alta acumulación de grados día y baja incidencia de lluvia, y sólo para variedades muy tempranas. En el caso del C-35, este portainjerto presenta en promedio entre el 0,3% y el 0,5% más de sólidos

solubles que en el caso del Carrizo y pierde menos la acidez que este, adicionalmente está descrito como un árbol de menor vigor o tamaño que el Citrumelo y con una mejor eficiencia productiva. El Citrumelo Swingle es un árbol más vigoroso que el C-35 pero presenta niveles de sólidos solubles y acidez más altos que el C-35 por lo que se le recomienda para variedades y estrategias de cosecha más tardías (Cuadro 1-12).

Cuadro 1-12

Características de los portainjertos para limoneros.

Característica	<i>C. macrophylla</i>	Citrumelo 4475	Limón rugoso	<i>C. volkameriana</i>
Crecimiento inicial	Vigoroso	Moderado	Vigoroso	Vigoroso
Tamaño final	Grande	Grande	Grande	Grande
Productividad	Muy buena	Buena +	Muy buena	Muy buena
Calibre de la fruta	Media	Pequeña	Media	Media
Salinidad	Resistente	Media	Media	Media
<i>Phytophthora spp</i>	Resistente	Tolerante	Muy susceptible	Muy susceptible
Comp. Lisboa	Buena	Buena	Buena	Buena
Comp. Eureka	Buena?	Incompatible	Buena	Buena
Asfixia radicular	Sensible	Resistente	Sensible	Sensible
Xyloporosis	Sensible	Tolerante	Tolerante	Sensible
Nemátodos	Sensible	Resistente	Sensible	Sensible
Frío	Débil	Resistente	Débil	Débil
Adaptación suelo	Todos	Todos	No arcillosos	Todos
Longevidad	Media –	Alta	Media –	Media –

Se han resaltado las características positivas con color azul y las negativas con colores rojos. El signo “?” indica que este portainjerto en California es susceptible a NVC (Necrosis de los Vasos Conductores) que significa muerte de plantas entre el tercer y décimo año, sin embargo en Chile pareciera que no es afectado por la NVC.

Se puede ver en este cuadro que el mejor portainjerto pareciera el Citrumelo, sin embargo la incompatibilidad con Eureka (aparentemente compatible con Fino 49 y Messina, hay plantaciones con árboles de 14 años sin problemas) y el bajo calibre de la fruta son características suficientes para descartarlo como portainjerto en la mayoría de los casos. Otro punto importante es que *Citrus macrophylla* –el portainjerto más utilizado en Chile para limoneros– hace al árbol más sensible al frío y es susceptible a nemátodos (*Tylenchulus semipenetrans*) y tiene una vida productiva con fruta de buena calidad y calibre de alrededor de 15 años. Esto último hace que no se recomiende usar en replantes, actualmente se prueba el X-639, portainjerto de origen sudafricano que se podría usar para replantes.

Variedades

Naranjas

Por razones de producción y de mercado Chile produce principalmente naranjas de ombligo (Navel), siendo la producción de naranjas comunes (Valencia, Salustiana,

etc.) marginal y con poca calidad para la exportación. En el caso de naranjas de ombligo se cuenta con un buen número de variedades disponibles que pueden cubrir toda la temporada con fruta de buena calidad. Las principales variedades usadas en la actualidad y que presentan una calidad buena para exportación son las siguientes:

- Tempranas: Fukumoto (Figura 1-9)
- Media Temporada: Washington Parent
Atwood
- Tardías: Lane Late (dos clones diferentes)
Barnfield

Adicionalmente se están probando nuevas variedades de ombligo, principalmente tardías, que podrían estar disponibles en los próximos años. Sin embargo, con las variedades antes mencionadas y usando distintos portainjertos, que también afectan la fecha de cosecha, se puede cubrir toda la temporada de manera satisfactoria.

Mandarinas

Bajo el nombre de mandarinas se agrupan varias especies como clementinas, satsumas, tangerinas e híbridos de características similares. Hasta ahora el desarrollo de mandarinas en Chile se había centrado en clementinas (*Citrus clementina Blanco*) y particularmente en una variedad, Clemenules, que corresponde a más del 75% de la superficie nacional. En los últimos años ha aumentado



Figura 1-9
Naranjas de la variedad Fukumoto, su principal característica es el gran color que alcanza a la cosecha.

nuevamente el interés por la plantación de mandarinas debido a la apertura del mercado de EE.UU. y a la disponibilidad de una nueva variedad de cosecha tardía y muy buenas características de consumo como la W Murcott (que no es clementina, si bien se comercializa en ese grupo) (Figura 1-10).



F. Gardiazabal

Figura 1-10

Mandarinas de la variedad W Murcott.

Limoneros

Desde el punto de vista de la producción, las variedades de limoneros se pueden dividir en tres grupos:

- Variedades de invierno (tardías): Génova
Lisboa
- Variedades tempranas (otoño): Fino 49
(Figura 1-11)
Fino 95
Messina
- Variedades reflorecientes: Eureka

En el caso de los limoneros la variedad tiene más importancia que el clima en las fechas de cosecha, si bien las zonas más cálidas tenderán a producir fruta más temprano. Las variedades de invierno son aquellas en que su producción proviene en más del 70% de la fruta de su floración de primavera, que se cosecha en invierno. En el caso de las variedades tempranas, su producción se concentra en fruta de la floración de primavera que puede madurar (por calibre y contenido de jugo) a partir de fines de febrero. En el caso de Eureka, la única variedad claramente refloreciente, aproximadamente el 60% al 70% de su producción proviene de su floración de primavera y se cosecha en invierno y el otro 30% al 40%

proviene de una floración de otoño, que si no es afectada por heladas de invierno, se cosecha entre febrero y mayo del año siguiente.



F. Gardiazabal

Figura 1-11

Rama con gran cuaja de limones Fino 49.

Distancias de plantación

Naranjas

El diseño de plantación en naranjas está orientado a lograr altas productividades, altos porcentajes de exportación y rápida entrada en producción. Por otro lado es importante asegurar una fácil circulación y entrada con maquinaria para facilitar la cosecha y las aplicaciones foliares. Para esto, y dependiendo del portainjerto a usar, se trabaja con altas densidades en plantaciones rectangulares que se resumen en el Cuadro 1-13.

Este esquema permite la circulación con maquinaria compacta en los huertos y logra que los árboles entren rápidamente en producción, cubriendo rápidamente la superficie y protegiendo prontamente la fruta. También implica trabajar a partir del 5° a 6° año con poda, que favorece la producción de fruta de mejor calibre.

Mandarinas

La distancia de plantación típica recomendada para mandarinas es de 5 x 2 m en un diseño en hileras. Debido a la cosecha y a la necesidad de hacer varias aplicaciones foliares durante la temporada es necesario contar con un espacio en la entrehilera que permita el fácil paso de maquinaria. De acuerdo al tipo de maquinaria que se use y en el caso de usar C-35 como portainjerto, la distancia entrehilera se puede reducir hasta 4,5 m.

Cuadro 1-13

Densidades de plantaciones rectangulares en naranjas.

Portainjerto	Distancia de plantación (m)	Densidad
Citrumelo Swingle	5 x 2	1.000 Plantas / ha
Carrizo	5 x 2	1.000 Plantas / ha
C-35	5 x 2	1.000 Plantas / ha
	4,5 x 2	1.111 Plantas / ha
Rubidoux	4 x 1,5	1.666 Plantas / ha
	4,5 x 1,5	1.480 Plantas / ha

Limoneros

Por el gran vigor de los árboles y su hábito de crecer en base a chupones, los limoneros requieren distancias amplias en la entrehilera, de entre 6 a 7 m dependiendo de las condiciones de cultivo y la variedad, siendo los Fino 49 y 95 los más grandes y el Eureka el más compacto. En la distancia en la sobre hilera se recomiendan distancias de entre 2 a 3 metros.

Fertirriego

Lo más usado en nuestro país es el riego por goteo ya que es el sistema donde se alcanza la mayor eficacia tanto en la fertirrigación como en el uso del agua. Con el riego

localizado, se sabe con exactitud donde se encuentran las raíces, se dispone de un vehículo rápido y directo de acceso a ellas y por lo tanto, es fácil de localizar los fertilizantes, especialmente aquellos menos móviles como el fósforo y el potasio, obteniéndose en general un mejor aprovechamiento de estos.

Necesidades de agua para árboles adultos

El coeficiente del cultivo no está determinado para Chile y está en permanente corrección en los países que lo utilizan desde hace muchos años, hasta el momento nos hemos guiado con muy buenos resultados por los Kc utilizados en España y que se reproducen en el Cuadro 1-14.

Cuadro 1-14

Coeficiente de cultivo (Kc), para distintos grupos de cítricos.

Mes	Grupo General	Clementinas	Lim. Eureka	Lim. Fino 49
Julio	1,00	1,00	1,00	1,00
Agosto	1,00	1,00	0,90	0,90
Septiembre	0,60	0,70	0,70	0,80
Octubre	0,60	0,70	0,60	0,65
Noviembre	0,60	0,70	0,60	0,60
Diciembre	0,60	0,70	0,60	0,60
Enero	0,60	0,60	0,60	0,60
Febrero	0,60	0,60	0,60	0,60
Marzo	0,60	0,60	0,60	0,60
Abril	0,60	0,60	0,60	0,60
Mayo	0,60	0,60	0,60	0,70
Junio	0,60	0,60	0,80	0,90

Necesidades de agua para árboles en desarrollo

Así como es relativamente fácil el determinar las necesidades de agua de una plantación adulta, es realmente más complicado hacerlo en una plantación en desarrollo, ya que no sólo dependerá de la edad que tenga, sino que del tamaño de sus árboles, de la especie, la combinación portainjerto-variedad, de la distancia de plantación, etc.

En una forma simplista y tomando como ejemplo el limonero Eureka, podríamos decir que tarda más o menos 7 años en copar su distancia de plantación y por lo tanto debiéramos regarlo con 1/7 del agua cada año, sin embargo, es un cálculo peligroso ya que no sabemos exactamente el tiempo que tarde en lograr su pleno crecimiento y producción. Se ha ideado otros sistemas para el cálculo de las necesidades de agua para un árbol, dentro de estos, el saber el volumen de la copa de los árboles, o sea, su tamaño, por que de esto depende la mayor o menor cantidad de hojas que son las que transpiran y las que dan lugar a una mayor o menor cosecha.

Porcentaje de Sombra	10	20	30	40	50	60	70
P. de Sombra Corregida	23	36	49	62	75	88	100

Para lo anterior, se mide el diámetro medio de la copa de los árboles (D) del huerto que vamos a regar, eliminando los extremos (árboles muy chicos o muy grandes), una vez determinado este diámetro (D), sacamos la superficie sombreada (S.S.) que le corresponde y el porcentaje de sombra (P.S.), respecto a su distancia de plantación. Sin embargo la realidad ha demostrado que si regamos con este Porcentaje de Sombra, ese árbol sufriría de falta de agua, y por lo tanto hay que hacer algunas correcciones a esto cálculos. Considerando el mismo ejemplo anterior, nunca dejaremos que ese árbol ocupe el 100% de los 6 x 3 m, ya que necesitamos como mínimo 1,5 m entre las líneas de los árboles para permitir el paso de maquinaria para pulverizar y cosechar, esto significa que no sería 6 x 3 m el máximo potencial de la superficie sombreada, sino de 4,5 x 3 m = 13,5 m². Esto daría como resultado que alrededor del 70% de sombra corregida, equivaldría al 100% de sombra.

Desarrollando esta fórmula, nos da un Porcentaje de Sombra Corregida, que se copia a continuación:

Calidad del agua de riego

La calidad del agua de riego es un factor de gran importancia tanto en la viabilidad como en la eficacia del mismo. En el acápite de agua se vio la calidad del agua en cuanto a la salinidad.

No sólo la cantidad de sales disueltas en el agua (salinidad), puede ser nociva, hay determinados iones como los cloruros, sodio, litio, boro, etc., que cuando se acumulan en cantidades pequeñas, pueden resultar tóxicos para las plantas.

- **Cloruros:** Los cítricos, a diferencia de otros frutales no presentan quemaduras típicas debidas a la toxicidad de cloruros. Los síntomas de esta toxicidad, están relacionados a un amarillamiento o clorosis de la lámina de las hojas, producido por la desaparición de la clorofila y acompañada, generalmente, por una intensa defoliación de los árboles. La tolerancia a los cloruros de los portainjertos de cítricos está estrechamente relacionada con la mayor o menor aptitud de éstos para absorber cloruros, siendo más tolerantes los que absorben cloruros más lentamente. Los Citranges como Troyer y Carrizo y el Naranja Dulce son los más afectados cuando el contenido de cloruros es superior a 10 meq/litro en el extracto de saturación. Mandarino Cleopatra y Lima Rangpur resultan afectados sólo cuando la concentración de cloruros

es superior a 25 meq/litro. La existencia de toxicidad de cloruros se pueden confirmar mediante los análisis foliares, cuando las concentraciones de cloruros en las hojas superan el 0,4% comienzan los indicios de toxicidad y cuando las concentraciones superan el 0,7%, aparece una clara toxicidad provocada por cloruros.

- **Sodio:** La toxicidad de sodio produce quemaduras típicas tanto en el ápice como en los bordes de las láminas de las hojas. Para los cítricos el nivel crítico de sodio en el extracto de saturación del suelo es de 15 meq/litro y en las hojas, contenidos superiores al 0,25% son indicativos de toxicidad por este elemento. El índice de adsorción de sodio (SAR) del agua, nos da una medida aproximada de su acumulación de sodio en el suelo. Este índice es la cantidad de sodio, dividido por la raíz cuadrada de la cantidad de calcio más magnesio, dividido por 2. Porcentajes de 0,5 g de cloruro de sodio por litro y de 0,05 g de magnesio por litro, representan el máximo utilizable. El sodio puede encontrarse además en el agua de riego como carbonato sódico o sulfato sódico.
- **Boro:** La acumulación de boro produce una clorosis intervenal, así como quemaduras del ápice y márgenes de las hojas. Esta toxicidad se presenta cuando la concentración de boro en el extracto de saturación

del suelo está entre 0,5 y 1 mg/litro. Niveles de boro en las hojas superiores a 260 ppm, son indicativos de toxicidad por boro.

- **Litio:** Puede ser importante en algunas zonas del Norte de Chile, la toxicidad de este elemento se manifiesta por quemaduras tanto del ápice como en los bordes de las láminas de las hojas. El nivel crítico de este elemento en el agua es de 0,1 mg/litro.

Cantidades de fertilizantes a usar

Para una adecuada fertilización se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Análisis de suelo y agua:** Aportan valiosa información sobre los nutrientes que se encuentran en el suelo (aunque no siempre asimilables), así como los aportados por el agua de riego. Dan información sobre las características fisicoquímicas del suelo y además lo hacen sobre el pH y la conductividad eléctrica de ambos, que inciden en el comportamiento de los fertilizantes.
- **Análisis foliar:** Entrega información sobre la absorción real de los nutrientes por parte de la planta. Muestra la presencia de estados carenciales e indica la existencia de antagonismos entre distintos nutrientes. Además, permite evaluar la disponibilidad de reservas en las plantas.
- **Características de la plantación:** La especie, variedad, portainjerto utilizado, la edad de las plantas, su desarrollo vegetativo, cantidades de fruta cosechada, etc., permiten evaluar las necesidades nutritivas de la plantación.
- En general las **cantidades de nitrógeno** que se utilizan en Chile para plantaciones adultas, son:
 - Naranjos: 140 a 180 kilos por ha.
 - Mandarinos: 140 a 160 kilos por ha.
 - Limoneros: 250 a 300 kilos por ha.