



GOBIERNO DE CHILE

MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
INIA



INNOVA CHILE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

MANUAL DE PODA DEL PALTO

Persea americana Mill.
CULTIVAR HASS



ISSN 0717-4829

JAIME SALVO DEL PEDREGAL
JUAN PABLO MARTÍNEZ CASTILLO

BOLETÍN INIA - N° 178



GOBIERNO DE CHILE
MINISTERIO DE AGRICULTURA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS
INIA



INNOVA CHILE

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

MANUAL DE PODA DEL PALTO

Persea americana Mill.
CULTIVAR HASS

JAIME SALVO DEL PEDREGAL
JUAN PABLO MARTÍNEZ CASTILLO

La Cruz, Chile, 2008

ISSN 0717-4829

BOLETÍN INIA - N° 178

AUTORES:

Jaime Salvo del Pedregal
Ingeniero Agrónomo, Ph.D. - INIA CRI Región de Valparaíso

Juan Pablo Martínez Castillo
Ingeniero Agrónomo, Dr. - INIA CRI Región de Valparaíso

Ministerio de Agricultura
Instituto de Investigaciones Agropecuarias
Centro Regional de Investigación - Región de Valparaíso
La Cruz, Chile, 2008
Director Regional: Robinson Vargas M.

Boletín INIA N° 178

ISSN 0717-4829

Este boletín fue editado por el Centro Regional de Investigación
La Cruz
Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Ministerio de Agricultura

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

CITA BIBLIOGRAFICA CORRECTA:

Salvo J.E., Martínez J.P. 2008.
Manual de poda del palto.
La Cruz, Chile.
Instituto de Investigaciones Agropecuarias.
Boletín INIA N° 178. 84 p

Diseño y Diagramación: Carla Bahamondez

IMPRESIÓN

Impresos La Prensa
Limache

Cantidad de ejemplares: 1.000

La Cruz, Chile, 2008.

COLABORADORES Y AGRADECIMIENTOS.....	5
INTRODUCCIÓN.....	6
Sección 1. Implementando equipos de poda	
1.1 Herramientas básicas	7
1.2 Recomendaciones de seguridad	14
Sección 2. Conociendo los componentes arquitectónicos del palto	
2.1 Ciclos de crecimiento y desarrollo fenológico.....	17
2.2 Tipos de estructuras vegetativas.....	19
2.3 Tipos de estructuras reproductivas.....	21
2.4 Ensamblaje anatómico de estructuras.....	24
2.5 Activación del desarrollo de yemas.....	27
2.6 Ajuste y calibración de la carga frutal.....	29
Sección 3. Evaluando el crecimiento y desarrollo del palto	
3.1 Crecimiento y desarrollo	32
3.2 Distribución porcentual de tipos de brotes	33
3.3 Determinaciones fisiológicas de fotosíntesis y transpiración.....	35
3.4 Evaluación del daño de heladas	38
3.5 Diseños estadísticos en huertos de palto.....	40
Sección 4. Podando el palto	
4.1 Objetivos de la poda del palto	43

4.2	Diseño de un sistema de poda.....	44
4.3	Ventajas de sistemas de poda empleados en el mundo	45
4.4	Instructivo para el manejo de la poda del palto.....	50
4.5	Consideraciones complementarias en la adopción de un sistema de poda.....	53
4.6	Procesando resultados de poda	53

Sección 5. Manteniendo el árbol

5.1	Uso del agua en la mantención del árbol	61
5.2	Uso de fertilizantes en el sustento del árbol	62
5.3	Uso de reguladores del crecimiento y desarrollo del árbol.....	65
5.4	Uso de pesticidas en la protección del árbol.....	66

Sección 6. Resolviendo problemas

6.1	Especificaciones biológicas del palto	69
6.2	Estrés salino	70
6.3	Estrés por bajas concentraciones de oxígeno.....	72
6.4	Estrés por sequía.....	73
6.5	Estrés por bajas temperaturas.....	74
6.6	Estrés por exceso de carga frutal.....	79

Referencias bibliográficas	80
----------------------------------	----

Glosario	82
----------------	----

Agradecemos la participación en este proyecto a importantes empresas de la región de Valparaíso como Cabilfrut, Sociedad Agrícola Los Graneros, Agrícola Lomas de Pochochay y productores, con quienes se ha creado una red de colaboración y discusión en torno a temas que tienen relación con el manejo agronómico del huerto, el cual es necesario en la obtención de fruta de buena calidad. Agradecemos la participación de la Sra. Iris Baeza y de los señores Fernando Santa Cruz, Roberto Mayol, Ricardo Sangüesa, Osvaldo Jünemann, Pedro Valenzuela e Ignacio Ibarra. Asimismo queremos reconocer la contribución de Comercial AQ y de Discentro; el aporte de AgroPetorca a través del señor Gregorio Correa y la contribución del señor Ricardo Pacheco en la materialización de este proyecto de carácter regional. Ellos estimaron pertinente y necesario involucrarse en la búsqueda de soluciones concretas a problemas de gran impacto social y económico de nuestra región.

Junto a esto agradecemos los recursos humanos y económicos destinados por INNOVA CHILE de CORFO, por el Ministerio de Agricultura, por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, por INDAP, por exportadoras y empresarios agrícolas para apoyar las acciones del INIA en la investigación y en la transferencia tecnológica. Todos estos aportes tienen como consecuencia una contribución al fortalecimiento de la industria del palto en esta región y posiblemente también más allá de las fronteras de nuestro país.

Queremos expresar especiales agradecimientos a la Dra. Carol Lovatt por su aporte en el tema de la fisiología del palto, al Dr. Grant Thorp por sus comentarios y al Dr. Gregory Partida por su contribución en el tema de la poda del palto. Asimismo queremos agradecer a la Ing. Agr. Pilar Larral por su contribución en el tema de manejo fitosanitario de los árboles podados.

El palto (*Persea americana* Mill.) presenta rendimientos bajo su nivel potencial. Junto a esto la producción de fruta es alternada entre años, situación que se conoce como añerismo. Recientemente se ha identificado que ambos problemas se encuentran asociados en gran medida al crecimiento y desarrollo de los brotes del palto, los cuales pueden ser de diferentes tipos, y cuyo número puede variar de un año a otro afectando la productividad de los huertos. Para contribuir al fortalecimiento de la industria del palto en esta región y posiblemente también más allá de las fronteras de nuestro país, INIA ha ejecutado un proyecto de INNOVA CHILE de CORFO con el fin de mejorar la productividad, reducir el añerismo y mejorar la calidad de la palta mediante la introducción de nuevas metodologías de manejo de la poda en el palto.

La propuesta técnica desarrollada por INIA evalúa la proporción y fisiología de brotes silépticos y prolépticos que contribuyen diferencialmente a la producción de paltas en la Región de Valparaíso, y se propone una nueva concepción del manejo de la poda. Fruto de este trabajo se ha instalado una nueva forma de mirar la estructura de los paltos, se han incorporado nuevos conceptos en el vocabulario de nuestros técnicos, y se ha impulsado el interés por conocer aspectos del funcionamiento fisiológico que dan soporte a la producción de paltas de exportación. De esa forma se ha destacado la importancia de la poda en la necesidad de elevar esta actividad a un nivel profesional con un impacto social en la formación de empresas que puedan prestar servicios de poda. Estos logros han sido trascendentes, además, a la hora de evaluar el daño causado por heladas y para proponer soluciones con miras a mitigar los estragos de la sequía. Se presentan en este manual las visiones, experiencias y resultados obtenidos en este proyecto de investigación.

IMPLEMENTANDO EQUIPOS DE PODA

La elección de una herramienta adecuada permite podar en forma eficiente y segura. Es recomendable conocer las herramientas en detalle y, al momento de podar, tener a mano herramientas para efectuar diferentes tipos de cortes en la madera de partes cercanas o alejadas del tronco y en ramas madres que conforman la estructura del árbol. Asimismo es deseable tener herramientas para efectuar cortes en brotes delgados y blandos, y disponer de herramientas adecuadas para realizar cortes en madera gruesa y de mayor dureza. Un podador profesional debe contar con todo este equipamiento de modo de realizar una tarea eficiente y segura.

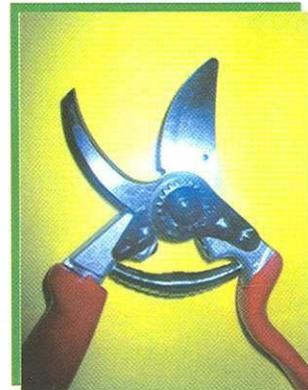
1.1 Herramientas básicas

Tijeras de Podar

Las tijeras de podar permiten efectuar cortes efectivos en brotes

del palto de no más de 2 cm. de ancho. Es posible efectuar cortes en madera de mayor grosor, pero la calidad del corte dependerá de la fuerza aplicada por la mano del podador y de una adecuada mantención periódica realizada a las tijeras.

El mecanismo de corte, denominado "Bypass" en inglés, hace que una lámina de metal afilada o cuchillo se cruce en su desplazamiento con otra lámina de metal produciendo el corte. Si el brote a cortar es demasiado grueso o duro, es posible que el recorrido de estas partes se separe en el momento del corte y que no se produzca una intersección apropiada. Como consecuencia



Tijera con resorte y seguro

el corte final es de mala calidad y no queda una superficie circular lisa en la punta del brote cortado. Esto es importante debido a que posteriormente la cicatrización de la madera es imperfecta y se produce una cavidad o desnivel, donde es posible la acumulación de agua y donde se pueden desarrollar problemas sanitarios.

El mercado de las herramientas nos ofrece tijeras de diferente calidad, sin embargo, nuestra experiencia nos demuestra que, empleando tijeras de podar de marcas prestigiosas es posible efectuar cortes de buena calidad en brotes lignificados del palto hasta de 3 cm., sin aplicar un esfuerzo significativo. Esto es de suma importancia, debido a que el podador profesional está expuesto a desarrollar problemas de salud como tendinitis en sus manos, después de una larga jornada de trabajo, o artritis en el mediano plazo. En este sentido se considera que la calidad de una tijera queda definida también

por su diseño ergonómico, es decir, que permita desarrollar un trabajo con el menor esfuerzo y con la mayor seguridad, en concordancia con la anatomía de la mano del podador. Esto es muy importante, porque el podador profesional está, además, expuesto a desarrollar una enfermedad conocida como neuropatía del nervio medio o “Carpal Tunnel Syndrome” en inglés. Este problema se presenta como una compresión del nervio medio en contra de la muñeca causando dolor, sensación de “hormigueo” en la mano y debilitamiento muscular. Para reducir el riesgo de desarrollar esta dolencia, existen compañías fabricantes de tijeras de podar que han desarrollado diseños apropiados para personas que usan principalmente su mano izquierda y hay otras empresas que han generado diferentes diseños de acuerdo con el tamaño de las manos. Además, en el mercado están disponibles modelos que se acomodan a la

anatomía de los dedos y que tienen partes móviles en el mango los cuales se desplazan junto a los dedos al momento de efectuar el corte. Algunas otras empresas han incorporado diseños que incluyen mecanismos de palancas y engranajes que aumentan la potencia del esfuerzo realizado por el podador.

También es importante considerar el mecanismo que presenta la tijera para volver a abrirse luego de un corte. Para ello, existen diferentes tipos de resorte que se emplean con este fin, fabricados con materiales que posibilitan su adecuado trabajo por un período de tiempo que varía. Cuando falla este mecanismo y el resorte pierde su tensión o se separa de la tijera, el esfuerzo que el podador profesional requiere aplicar se duplica debido a que necesita mover en forma repetitiva sus dedos para abrir la tijera antes de efectuar un nuevo corte de poda.

Además, es de suma importancia el mecanismo que la tijera tiene para mantenerla cerrada mientras el podador se desplaza alrededor de un árbol o entre árboles. Si la tijera permanece abierta obliga al podador a mantener una presión de cierre con la mano, generando un esfuerzo adicional innecesario, por lo que se requiere que la tijera tenga un seguro de cierre fácil de conectar o desconectar.

Tijerones

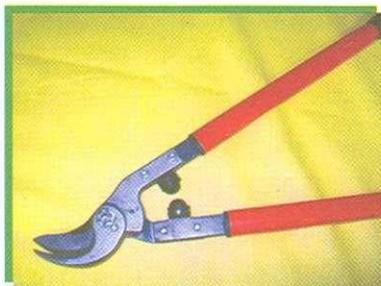
El tijerón de podar parece ser sólo una tijera de podar con mangos más largos y cuchillas más grandes. Pero el podador profesional emplea esta herramienta con un punto de vista diferente. Lo central es que aquí cambia la proporción entre el tamaño de los brazos o palancas en relación a las láminas de corte, posibilitando que el esfuerzo transmitido por un movimiento de los brazos, de la cintura y del cuerpo del podador se traduzca en un

Sección 1.

considerable aumento de la fuerza ejercida sobre el punto de corte. Esto es relevante cuando se necesita remover brotes gruesos de palto de hasta 6 cm. Al momento de efectuar el corte, la tensión involucrada es de tal magnitud que un adecuado balance de las fuerzas ejercidas al mismo tiempo en el árbol, en cada parte del tijerón de poda, en los músculos y en el esqueleto del podador es crítico para concluir una jornada de trabajo satisfactoria, eficiente y sin accidentes.

Se requiere emplear un tijerón confeccionado con materiales livianos, inflexibles y firmes para resistir la fuerza aplicada por los músculos y la masa corporal de una persona determinada. El mercado ofrece alternativas con peso entre 1 a 3 kilos, fabricadas con aleaciones férricas o de aluminio.

Existen dos mecanismos de corte alternativos: el primero, ya descrito para las tijeras, emplea una cuchilla que se cruza con



Tijerón de poda del tipo "bypass"



Tijerón con mango de goma



Tijerón de poda del tipo guillotina

una lámina metálica (sistema bypass), por lo que la calidad del corte queda determinado principalmente por el filo del cuchillo y por la posible separación de las hojas de corte; el segundo mecanismo consiste

en un cuchillo con doble filo que se golpea contra una superficie metálica, sin atravesarla, que actúa como base de soporte para el brote que se espera cortar. Este mecanismo de corte presenta como ventajas que no deja irregularidades en la punta del brote cortado y que la calidad del corte sólo depende del filo de la hoja de corte. En nuestra experiencia de poda hemos usado exitosamente ambos mecanismos, aún cuando, preferimos usar el segundo mecanismo de corte en material vegetal no lignificado. El primer mecanismo de corte resulta útil en brotes gruesos y lignificados, con los cuales es conveniente girar con las dos manos todo el tijerón al momento de efectuar la presión de corte. De esta forma, se aprovecha de usar como cuchillo la lámina afilada del tijerón, la cual tiene forma de semicírculo y se desplaza con facilidad alrededor del brote, antes de efectuar el apriete de corte final.

En cambio, la lámina de corte del segundo mecanismo es lineal, por lo que no presenta propiedades de cuchillo al hacer circular todo el tijerón alrededor del brote.

Serruchos de poda

El serrucho o sierra manual es apropiado para efectuar cortes de poda en ramas del palto de mayor grosor. El mercado de herramientas ofrece diferentes modelos, donde lo importante es adquirir equipos fabricados con materiales de buena calidad y con un buen diseño en su dentadura.

Es posible adquirir serruchos con filo exterior en sus dientes, en los cuales la sierra va removiendo material en ambos lados, desde dentro hacia afuera, a medida que avanza en la madera. También, con el propósito de facilitar el corte de material lignificado, existen modelos de sierra con dentadura trabada, en los cuales el filo de los dientes se ubica hacia dentro en forma

opuesta al filo del siguiente diente, logrando que el corte remueva la astilla hacia dentro dejando dos líneas paralelas de corte, una en el brote que se corta y otra en el tejido que permanece en el árbol.



Hojas de serrucho con dentadura doble



Serruchos con mango fijo o plegable



Hojas de Serrucho en curva o lineal

Es recomendable usar sierras con dientes que corten al efectuar un movimiento hacia delante y que también corten al efectuar el movimiento hacia atrás. Para obtener esto, los dientes de la sierra deben tener la forma de un triángulo con dos lados iguales.

La calidad del serrucho es importante para obtener buenos cortes y evitar accidentes que pueden ocurrir si se quiebra la hoja metálica. Esto puede ocurrir por fatiga del material metálico, o por una mala maniobra al tratar de sacar el serrucho cuando su hoja queda atrapada en el punto de corte, por la presión que hace una rama a punto de caer en un corte de poda mal efectuado. También la flexibilidad del material es importante, porque al aserrar una rama, la sierra se posiciona en ángulos variables dependiendo de la estructura del árbol. Como consecuencia, el desplazamiento de la mano con la herramienta de corte no es perfectamente lineal, por lo que

el serrucho se dobla levemente en forma reiterada, hasta que la fatiga del material puede producir deformaciones permanentes en la lámina metálica. Es común encontrar serruchos de poda con una leve deformación, que reducen la eficiencia del trabajo y aumentan el riesgo de accidentes al no poder ser usados apropiadamente.

Algunos fabricantes incorporan en sus diseños un mango que sirve para sostener la sierra y para guardarla cerrada cuando no se usa. Estos diseños, además, incorporan un seguro para fijar la sierra en la posición de corte y para evitar que la herramienta se cierre como resultado de un descuido del podador.

Tijeras de altura

Las tijeras de altura incluyen un mecanismo para ser operadas a distancias no alcanzables con las tijeras de mano. Sin embargo, estas no son apropiadas para cortes gruesos en que se requiere usar un tizerón. En términos



Mecanismo de corte accionado con cordel

específicos, son útiles para cortes de altura que siguen un propósito productivo. Los cortes de poda que persiguen establecer una estructura vegetativa se hacen generalmente en madera basal de mayor grosor y por lo tanto requieren capacidades no disponibles en las tijeras que son de altura. El mecanismo de funcionamiento permite podar al accionar un mango, botón o cordel ubicado en su base, pero no están diseñadas para atrapar ramas o brotes, empujándolas mecánicamente hacia abajo, mal aprovechando la flexibilidad de las ramas del palto. Esta práctica es inapropiada, usando esta herramienta, y puede generar ineficiencias en las labores de poda y daños cervicales por la

exposición a caídas involuntarias del podador que se encuentra tirando la herramienta o del podador que trepa el árbol para desenganchar la herramienta atascada en una mala maniobra.

1.2 Recomendaciones de seguridad

Dado que la poda es una tarea larga, a veces monótona y de gran importancia económica, se requiere que cada árbol reciba un tratamiento único. Por lo expuesto, el podador profesional necesita balancear correctamente sus conocimientos de la arquitectura y fisiología del palto, con conocimientos de su propia anatomía y funcionamiento fisiológico, para ser capaz de combinar el trabajo de poda con un correcto empleo de los músculos y huesos de su anatomía (Roquelaure et al., 2004). El objetivo es llegar al término de la jornada de trabajo con suficiente ánimo y energía para dar al último árbol el mismo manejo de poda que al primero.

El trabajo de poda requiere de constantes movimientos del cuerpo. La cintura da soporte a los esfuerzos y actúa como eje central para doblarse hacia atrás, cuando se mira hacia arriba, y para agacharse a recoger una rama podada. Por lo expuesto, resulta recomendable usar fajas de protección que permiten mantener cierta rigidez en esta parte del cuerpo, al tiempo que esto permite proteger la columna de un esfuerzo mal realizado.



La poda es una actividad peligrosa

El podador profesional necesita además movilidad para evaluar con su mirada una misma rama desde distintos ángulos antes de cortar. No es suficiente mirar el árbol desde afuera, es necesario ingresar en forma continua al interior del dosel del árbol para

juzgar apropiadamente la pertinencia de un corte. Un podador profesional requiere ubicarse al centro del árbol, junto al tronco principal, para evaluar la iluminación que existe al interior del dosel y para proyectar cual va a ser el resultado del corte de poda.

Para ver en un ángulo no superior a 45 grados, basta con levantar la cabeza, sin embargo para mirar hacia la parte más alta del árbol es necesario afirmarse del árbol e inclinar también el cuerpo hacia atrás. Aún cuando es posible doblar completamente el cuello hacia atrás para mirar hacia arriba, esto no resulta conveniente, porque el grado de dificultad de este movimiento estresa el cuello y distrae al podador, quien no puede permanecer en esa posición por más de unos segundos, y termina finalmente simplificando su labor de poda, cortando sin evaluar hacia arriba. Nuestra experiencia indica que esta evaluación es de mejor calidad cuando el podador

profesional apoya su cuerpo en algún tronco o rama principal, inclinándose un poco hacia atrás y capturando correctamente la imagen tridimensional de la estructura interna del árbol. Para definir que partes del árbol pueden ser podadas, el podador profesional necesita identificar las estructuras vegetativas y reproductivas presentes en el palto en el momento de la poda. De especial importancia es identificar la presencia de frutos cuajados o maduros, los que normalmente se ven con mejor definición desde el interior del árbol.

Sin embargo, la adecuada visión estereoscópica del color, de la profundidad y del contraste de fondo se dificulta, para el podador profesional, debido al constante cambio de iluminación entre el exterior del árbol, donde puede haber $2.000 \text{ umol/m}^2/\text{s}$ de radiación fotosintéticamente activa (RFA) y el interior del árbol, donde no hay más de 100 a 500 $\text{umol/m}^2/\text{s}$ de iluminación RFA.

Sección 1.

Para evitar el agotamiento visual y el dolor de cabeza que puede ocurrir al someter la visión a constantes cambios de iluminación, es conveniente emplear lentes de protección semi-industrial con filtro solar U.V. Además, los lentes son requeridos al momento de efectuar cortes de poda con sierra, la cual genera astillas, o con tijerones que provocan la caída de otros materiales.



Protección de manos

También es necesario usar casco para proteger la cabeza del golpe de ramas que caen al podar y del golpe de la cabeza en contra de estructuras del árbol que se encuentran a media altura, en la ruta por donde el podador camina, entre los árboles, con sus herramientas.



Protección de ojos y rostro

La poda es una actividad física activa, por lo que se recomienda hacer ejercicios de calentamiento muscular antes de iniciar una jornada de trabajo. Es importante realizar ejercicios que tienden a estirar los músculos de los brazos, piernas y cintura, porque es usual que se extiendan los brazos, al tratar de alcanzar una rama distante, provocando un estrés muscular, el cual va minando las posibilidades de completar la jornada en buena forma. Es necesario conocer estos aspectos con anticipación, en forma tal, que se logre un acuerdo entre el podador principal y sus ayudantes, respecto del modo correcto de operar y de las responsabilidades personales de eficiencia y de protección propia.

CONOCIENDO LOS COMPONENTES ARQUITECTÓNICOS DEL PALTO

El podador profesional requiere conocer en detalle todas las partes diferentes de la estructura del árbol, porque al efectuar cortes de poda remueve material que tiene funciones específicas. Se ha descrito al menos siete diferentes tipos de brotes que cumplen funciones vegetativas o reproductivas a lo largo de la vida de este árbol subtropical. Sin embargo, dos tipos de brotes son de particular importancia para el establecimiento de huertos de alta productividad: brotes “silépticos” y brotes “prolépticos” (Fig.1). En términos generales, ambos son brotes que crecen en forma lateral. Sin embargo, el brote proléptico nace desde una yema lateral que estuvo en receso vegetativo en la primavera, en el verano o en el otoño anterior. En cambio, el brote de tipo siléptico nace

directamente desde otro brote principal en crecimiento, en forma simultánea y sin evidencia de la formación previa de una yema en la posición desde donde se origina. Para distinguir entre uno y otro, basta con reconocer que un anillo de yemas se forma en la base de un brote proléptico y que dicho anillo se encuentra ausente en la base de los brotes silépticos. Además, se ha mostrado que la proporción de brotes de uno y otro tipo presentes en los árboles, afectan el máximo rendimiento potencial que es posible obtener en huertos sanos y bien manejados.

2.1 Ciclos de crecimiento y desarrollo fenológico

En climas mediterráneos el palto presenta dos (Wolstenholme *et al.*, 1990) a tres períodos de crecimiento vegetativo en la temporada. Según Hernández (1991), el desarrollo fenológico de la variedad Hass en Quillota,

presenta dos períodos de crecimiento de brotes, uno de mayor intensidad en primavera y otro menor en otoño. El inicio del primer “flush” o período de crecimiento se produce a fines de agosto y termina a comienzos de enero. El segundo flush de crecimiento comienza a partir del final de marzo para terminar la primera quincena de mayo. De acuerdo a Salvo y Martínez (2007, trabajos no publicados) el desarrollo vegetativo del primer flush de crecimiento tanto en Quillota (ladera) como en Cabildo (“pie monte”) finaliza en diciembre, con un comportamiento similar incluso en árboles de 3 a 4 años. Hernández (1991) también señala que el sistema radicular presenta dos períodos de crecimiento para Quillota, comenzando el primero a partir de fines de octubre para finalizar la primera semana de febrero; y luego desde mediados de marzo hasta la primera quincena de mayo. Este mismo autor señala

que la floración se extiende a partir del mes de septiembre hasta diciembre, concentrándose en octubre y noviembre. De acuerdo a Hernández (1991), la primera caída de frutos se produce desde noviembre a finales de diciembre. Salvo y Martínez (2007, trabajos no publicados), muestran que la segunda caída de frutos se extendió desde mediados de enero hasta abril durante la temporada 2005 y 2006, siendo la caída más importante la que ocurrió en el mes de enero y parte de febrero, en huertos de Quillota y Cabildo. Generalmente el primer período de crecimiento es el de mayor intensidad (Tapia, 1993). El desarrollo de raíces ocurre principalmente entre las fases de crecimiento de primavera y verano otoño, sin embargo existen traslapes de crecimiento entre brotes y raíces (Whiley *et al.*, 1988 b), lo que produce una interferencia por los nutrientes y los asimilados de la fotosíntesis

destinados para el crecimiento de ambos órganos.

2.2 Tipos de estructuras vegetativas

El palto desarrolla sus estructuras vegetativas siguiendo el modelo denominado Rauh (Halle *et al.*, 1978). El brote desarrollado por el palto crece y forma una o más yemas en la base de cada una de sus hojas. Estas yemas se mantienen sin desarrollo cuando una yema apical se desarrolla en la punta del nuevo brote. Como consecuencia de este tipo de desarrollo acrótono, el árbol va aumentando el volumen ocupado por la copa y va dejando al interior del árbol un espacio vacío sin hojas. El modelo de crecimiento Rauh incluye dos tipos de brotes: prolépticos y silépticos. El brote proléptico se origina desde una yema que permanece en reposo por un período de tiempo (Fig.1), es normalmente un brote corto que desarrolla un grupo de hojas a lo largo de su estructura.



Brote de tipo proléptico sin ramificación lateral anticipada

Cuando vuelve a crecer origina un nuevo brote proléptico desde la yema apical, pierde sus hojas y sólo se ven las hojas del brote nuevo. Como consecuencia, la rama proléptica extiende varias estructuras largas compuestas de varios brotes prolépticos, y las hojas, flores o frutos se ubican solamente en el último crecimiento de esta estructura larga. En cambio, el brote siléptico parte en forma simultánea con el brote principal que lo origina sin formación previa de una yema en reposo (Fig.1). Como consecuencia, la rama siléptica ocupa un mayor volumen en el árbol y ubica sus hojas en la punta de cada uno de los brotes que se originaron

simultáneamente con el brote principal. En el campo, se denomina "chupón" al brote siléptico que crece con vigor. El agricultor usualmente lo remueve, sin considerar que este tipo de brote puede dar soporte a una nueva rama productiva, si se lo maneja adecuadamente a lo largo de un par de años.



Brote de tipo siléptico con ramificación lateral anticipada

Las ramas del palto presentan combinaciones de ambos tipos de brotes. Una rama puede tener como brote principal un brote de tipo siléptico. Si el árbol tiene suficiente vigor, los brotes de la siguiente temporada pueden también ser de tipo siléptico o pueden ser de tipo proléptico. De acuerdo a observaciones

realizadas en California y en la Región de Valparaíso de Chile, brotes de tipo proléptico normalmente originan otros brotes de tipo proléptico. La poda permite estimular el desarrollo de ambos tipos de brotes. Los brotes silépticos se desarrollan mediante cortes de poda severa en brotes o troncos vigorosos. La estimulación de los brotes de tipo proléptico se efectúa mediante cortes de poda de rebaje. Pero la poda de rebaje del brote principal debe hacerse en la parte superior del hombro formado en una rama lateral. Si el corte se hace debajo de este hombro, pueden quedar muchas yemas disponibles para brotar con fuerza, desarrollando otro brote de tipo siléptico en reemplazo de la sección del brote que se cortó.

El reconocimiento de estas estructuras es clave para el podador profesional, debido a que en cada huerto es necesario definir un objetivo de poda diferente, que depende de la



Figura 1. Brote proléptico y siléptico

edad y del porcentaje de brotes de uno y otro tipo. Por ejemplo en un huerto con más de 10 años, el porcentaje de silepsis es normalmente muy bajo y se requiere implementar poda para estimular el desarrollo de estructuras silépticas. En cambio

si el huerto es joven y tiene más de 50% de estructuras silépticas la poda se va a orientar a remover y rebajar brotes silépticos para estimular el desarrollo de brotes prolépticos.

2.3 Tipos de estructuras reproductivas

Cuando se desarrolla una yema en forma floral, lo primero que ocurre es un cambio en la anatomía de la yema que exteriormente se ve con forma globosa. Luego se desarrolla una inflorescencia compacta con la apariencia tipo “coliflor”. El siguiente estado es el alargamiento de los pedúnculos florales con la inflorescencia extendida, aún cuando las flores

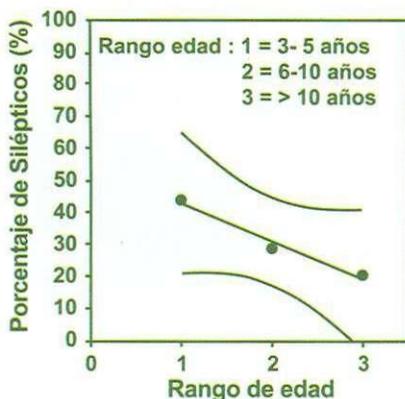


Figura 2. Porcentaje de brotes silépticos (%) en función de la edad del huerto en las provincias de Quillota y Petorca. Primavera-verano 2006-2007.



Floración Indeterminada

mismas permanecen cerradas. Lo que sigue a continuación es el estado de apertura floral con exposición de estambres con polen o de estigmas húmedos. El palto se caracteriza por poseer dos tipos de inflorescencias de acuerdo a su hábito de crecimiento: determinadas o indeterminadas. Las de tipo determinadas son aquellas en las que el meristema del eje primario forma solo una flor terminal, en cambio las indeterminadas son aquellas en las que se forma una inflorescencia en el ápice del eje primario y luego continúa con un crecimiento vegetativo (Schroeder, 1951). Las flores van dispuestas en una inflorescencia denominada panícula, que esta formada por racimos, que

pueden ser terminales o axilares. Las inflorescencias del palto tienden a ubicarse en la periferia de la estructura del palto y, como resultado, la fruta se desarrolla y crece lejos del tronco de la planta (Rodríguez, 1982). De acuerdo a estudios realizados por Tapia (1993), se demostró que el periodo de floración del palto cv. Hass para la zona de Quillota, se produce entre mediados de octubre y de noviembre, compitiendo con el flush vegetativo de primavera y con un crecimiento radicular reducido.



Alargamiento de los pedúnculos florales

En forma similar a lo observado en Australia (Thorp y Sedgley 1993) y en California (Salvo 2005), los brotes de tipo siléptico

muestran una mayor cantidad de inflorescencias en la Región de Valparaíso, lo cual se asocia a una mayor productividad. Además, se observó que huertos de la provincia de Petorca presentaron un mayor número de inflorescencias, tanto en ramas de brotes prolépticos y silépticos, que huertos de la provincia de Quillota. Esto indicaría que existe un mayor potencial productivo en la provincia de Petorca en relación a la provincia de Quillota (Cuadro 1). Sin embargo, los datos de cuaja y posterior caída de fruto indican que la regulación de la carga se prolonga por un extenso período de tiempo con un significativo detrimento del rendimiento de ambos tipos de brotes. Además, el número de inflorescencias se distribuye en un amplio rango que va desde 0 a 60 en cada módulo de medición a lo largo de diferentes lugares de evaluación.

Normalmente en los huertos estudiados en la Región de

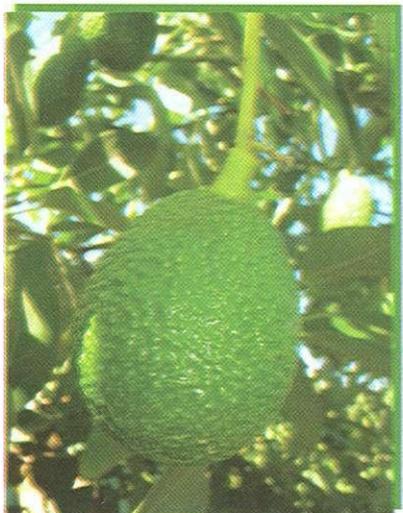
Valparaíso, los brotes silépticos son más vigorosos y los brotes prolépticos son menos vigorosos. Es normal encontrar un 50% de brotes silépticos vigorosos en huertos de no más de 5 años y un 90% de brotes prolépticos en huertos de más de 10 años (Fig. 2) Lo que indica que el porcentaje de prolepsis aumenta a medida que el árbol envejece. Esto es un excelente indicador



La floración determinada no produce brotes apicales

Provincia	Inflorescencias en brote proléptico	Inflorescencias en brote siléptico
Petorca	7,1 + 0,6	8,4 + 0,7
Quillota	3,7 + 0,3	5,9 + 0,6
Total	10,8 + 0,4	14,3 + 0,6

Cuadro 1. Número de inflorescencias en brotes prolépticos y silépticos de Palto Hass. Primavera-verano 2006-2007 (se muestra el promedio y su error estándar).



Zona engrosada entre el fruto y el pedúnculo

del estado general y condición de un huerto.

2.4 Ensamblaje anatómico de estructuras

Las estructuras tales como brotes, hojas, yemas, flores y frutos se encuentran conectadas y ensambladas para formar un árbol siguiendo un diseño específico con características determinadas genéticamente. Así, la unión de cada órgano con el brote tiene también, características anatómicas

específicas. De esta forma, es posible hacer un análisis anatómico de un tronco sin brotes para identificar cuales fueron las posiciones exactas de sus hojas, flores y frutos. Cada órgano deja marcas claras, que con el tiempo crecen en tamaño junto con el brote. Esto es importante en la evaluación del crecimiento de brotes de primavera, de verano y de otoño cuando se producen. Normalmente los brotes de tipo proléptico se conectan con un siguiente brote proléptico desde la punta, formando así largas cadenas de secciones cortas en un solo brote largo. Cuando esta estructura desarrolla una palta en la parte más distal, el peso de la fruta hace que todo el brote cuelgue hacia el interior del árbol. En cambio los brotes silépticos generan múltiples conexiones con otros brotes que se desarrollan desde las yemas ubicadas en la base de sus hojas. Para el ensamblaje anatómico de estructuras existen dos



Ensamble de brotes silépticos de tipo continuo



Grupo de yemas en la zona de ensamble de brotes



Las yemas en zonas de ensamble permanecen en reposo



Vasos conductores de agua se ubican al interior del brote

matrices de conexión fundamentales: red de conexión xilemática y red de conexión floemática. La red formada por xilema cumple funciones de soporte estructural y de transporte de agua y nutrientes. La red formada por floema cumple funciones de transporte de azúcares y otras sustancias. El estudio de la red de transporte de agua muestra que el brote del palto en crecimiento es muy succulento y se puede quebrar con facilidad. La red xilemática está formada por células vivas sin células duras o lignificadas. A medida que el brote madura, se van formando estructuras leñosas al interior de esta red, en la forma de cañerías, para el transporte de agua. El diámetro de estas cañerías depende del vigor del brote: brotes vigorosos del tipo siléptico tienen posibilidad de formar cañerías con un diámetro mayor y posibilitar un transporte de agua mayor. Esto es relevante en los fenómenos de transpiración.

En cambio, brotes poco vigorosos del tipo proléptico tienen cañerías con un diámetro promedio menor.

A diferencia de otros árboles frutales, los brotes maduros y lignificados del palto presentan gran flexibilidad. Esto permite que el viento mueva las ramas, posibilitando el ingreso de rayos de luz al interior del árbol y la disminución de la humedad relativa en la capa de hojas no expuesta directamente al sol. Ambos resultados aseguran una producción eficiente de azúcares por parte de las hojas en el proceso de fotosíntesis. Sin embargo, esta flexibilidad está acompañada de poca resistencia al desganche en el punto de inserción, donde se conecta la red xilemática de un brote vigoroso cargado de fruta con la red xilemática del tronco madre. La red de conexión floemática cumple funciones en el transporte de azúcares producidos en las hojas y no tiene un rol de soporte

estructural. El estudio de esta red ha mostrado que un brote tiene tuberías asociadas en forma específica a determinadas hojas. Las hojas se distribuyen en espiral en el brote, de forma tal que las tuberías correspondientes a cada hoja corren en paralelo. El reparto de carbohidratos producidos en cada hoja se mueve principalmente a lo largo de esta red, y es posible que el aporte principal a un nuevo brote o fruto en crecimiento provenga de las hojas ubicadas en la misma línea de la red floemática. Estudios de movilización de sustancias con marcas radioactivas han mostrado este tipo de transporte en el palto (Zilkah *et al.*, 1987).

Durante las heladas del año 2007, fue posible evidenciar el daño de la red floemática en paltos de la provincia de Cabildo. En muchos casos esto estuvo probablemente asociado a la muerte de la matriz que conecta el xilema con el floema. Esta matriz se conoce como cambium

y permite regenerar nuevo xilema y nuevo floema. Cuando el daño es severo conviene remover mediante poda todo el tejido dañado. Cuando el daño es de nivel intermedio, la matriz de cambium permite recuperar la red de xilema y floema, sin embargo, esto puede tardar varios años si el deterioro en una rama madre es de más del 50%. En este caso, también, conviene podar para recuperar estructuras sin daño.

2.5 Activación del desarrollo de yemas

El palto desarrolla un nuevo brote desde la yema apical, que se encuentra en la punta del brote antiguo. Esta yema inhibe el desarrollo de otras yemas que se ubican a lo largo del brote principal. Este fenómeno se conoce como dominancia apical. Cuando la dominancia apical se pierde o se reduce, las yemas laterales pueden brotar. Cuando esto ocurre después del desarrollo completo del brote y

después de la formación de yemas en la base de las hojas, se obtiene un brote lateral de tipo proléptico. En cambio si el desarrollo lateral del brote ocurre en forma simultánea con el desarrollo del brote principal y sin formación previa de yemas, el brote lateral que se obtiene es de tipo siléptico.

El mecanismo de activación del desarrollo de yemas emplea sustancias reguladoras tales como auxinas, las cuales se producen, en gran cantidad, en la yema ubicada en la punta de los brotes y que recibe el nombre de yema apical. Estas sustancias se desplazan hacia atrás en el brote e inhiben el desarrollo de las yemas ubicadas lateralmente en los brotes. Cuando la yema apical se remueve mediante poda, se elimina la fuente principal de esta sustancia reduciendo la concentración de auxinas en las yemas laterales. Entonces, si las temperaturas son favorables para el desarrollo de brotes, se inicia la brotación de estas yemas.

Sección 2.



Las yemas se ubican en la base de las hojas



Las yemas apicales pueden inhibir las yemas laterales



Las yemas vegetativas en receso presentan una forma aguzada



La brotación apical puede desarrollar flores y brotes

Nuestra experiencia nos indica que cuando se efectúa poda severa en troncos con diámetro de 15 o más cm. la nueva brotación puede demorar varios meses, aún en condiciones favorables de desarrollo. La razón de esto no ha sido estudiada, pero es posible que esto se deba a altas concentraciones de auxinas acumuladas por varios años en la madera de diámetro

mayor, y que el tiempo que toma en brotar sea concordante con el tiempo que demora su degradación.

Con posterioridad a las heladas del año 2007 fue posible observar en Quillota el daño en las puntas de los brotes y en ramas completas. En este caso, la muerte de la yema apical dio inicio a la brotación de muchas yemas ubicadas lateralmente en

los brotes y troncos que sobrevivieron. En el caso de ramas madres horizontales que fueron afectadas en la madera orientada hacia arriba que queda expuesta a las heladas, la nueva brotación se inició en la madera ubicada hacia abajo no expuesta directamente al efecto de las heladas. Desde un punto de vista técnico, en ambos casos conviene podar el material dañado, porque se trata de estructuras que pueden reducir el transporte de agua y carbohidratos en forma proporcional al daño que recibieron. La excesiva brotación lateral disminuye el vigor del árbol, que después de una helada requiere reponer estructuras vegetativas sanas para dar soporte físico y nutricional a los frutos. Sin embargo, la producción de fruta en árboles con ramas y troncos parcialmente dañados puede ser una opción válida para mantener un determinado nivel de ingresos económicos antes de podar y renovar el huerto.

2.6 Ajuste y calibración de la carga frutal

Para definir la cantidad de fruta a producir en árboles frutales se define el número específico de frutos que se espera cosechar. Por ejemplo, para la producción de 20 kilos de nectarinos en un árbol se puede establecer como criterio podar y dejar 50 ramillas productivas en una temporada.

Cada ramilla puede producir dos frutos de 200 g. Para lograr esto se emplean técnicas de poda y raleo de frutos, debido a que la ramilla tiene normalmente más flores cuajadas que las que se necesitan. Además, se define no dejar más de dos frutos por ramilla para no afectar el calibre o tamaño final de los frutos. De forma similar, en manzanos se definen los kilos de fruta que se espera cosechar y mediante poda se determina el número de brotes cortos tipo “spurs” que producen manzanas durante tres a cuatro años o se define el número de brotes del tipo “brindillas coronadas” las cuales



Rama siléptica con brotes prolépticos y frutos

también son productivas dependiendo del cultivar (variedad) de manzana que se tenga.

En cambio, en el palto se deja que el árbol produzca abundante cantidad de flores y, mediante el establecimiento de cultivares polinizantes y de colmenas, se espera que una gran cantidad de éstas flores cuajen y desarrollen frutos que sean retenidos por el árbol durante las dos épocas en que se produce caída de frutos. Ambos periodos de caídas de paltas parecen estar asociadas al balance fisiológico de la planta para proveer recursos nutritivos a las nuevas flores y a los frutos en crecimiento, debido a que la cantidad de flores es más



Rama proléptica con un fruto

abundante cuando el árbol no tiene carga frutal. Pero la activación del fenómeno de caída de frutos en dos momentos específicos sugiere, además, un mecanismo de control en el que probablemente participan sustancias reguladoras del crecimiento.

Por otra parte, las estructuras que muestran ser altamente productivas en el palto están formadas con un brote siléptico basal, formado temprano en la primavera, y que continua su desarrollo con brotes prolépticos formados durante el verano u otoño. Estas estructuras maduran, se lignifican, desarrollan nuevas

yemas y son capaces de florecer a la siguiente primavera. En las condiciones ambientales de la Región de Valparaíso, un árbol que ha sido podado en forma severa puede desarrollar varios brotes de tipo siléptico de una sola vez en primavera, estos brotes bien manejados pueden producir brotes prolépticos ya maduros a fines de otoño, desarrollar flores al año siguiente y producir fruta para la cosecha del año subsiguiente. Sin embargo, también conviene estimular el desarrollo de nuevos brotes silépticos, durante el año en que se producen flores, mediante nuevos cortes de poda severa. De esta forma se preparan brotes que pueden ser florales durante el año en que el árbol tiene carga frutal. Este tipo de ajuste de la carga frutal, mediante podas alternadas todos los años, tiene la ventaja de producir fruta de mayor calibre, porque el tamaño de los frutos es menor cuando se deja una gran cantidad de fruta en el árbol.

A pesar de que el palto puede producir una gran cantidad de flores, de que pocas flores cuajan y de que una gran cantidad de los frutos recién cuajados se caen, el establecimiento de estructuras altamente productivas formadas con brotes prolépticos conectados a un brote siléptico basal permite tender a imitar los sistemas convencionales de producción de fruta en que el podador define el número de frutos que estima es posible obtener en un determinado árbol. Estudios realizados en California por cuatro años muestran que el número total de frutos por árbol determina el peso promedio de las paltas cosechadas. Si el número de frutos es mayor, el tamaño tiende a ser menor. El número óptimo de frutos que se debe fijar como meta debe ser calculado en función del precio estimado de la fruta de diferentes tamaños y de los resultados históricos de la relación entre el rendimiento y calibre de las paltas en cada huerto.

EVALUANDO EL CRECIMIENTO Y DESARROLLO DEL PALTO

El crecimiento y desarrollo de los brotes está asociado a sustancias internas que la planta produce en hojas y raíces para transmitir señales y organizar el crecimiento vegetativo y reproductivo. Actuando como si fueran hormonas de tipo vegetal, estas sustancias o señales cumplen la función de regular el crecimiento por lo que reciben el nombre de reguladores de crecimiento, y son capaces de iniciar un proceso de lectura de los códigos genéticos que termina en la producción de proteínas útiles para el desarrollo y crecimiento de los brotes y sus frutos. De esta forma, el crecimiento y desarrollo del palto está regulado y sigue un estricto diseño arquitectónico, con instrucciones específicas contenidas en su código genético, que controla las características anatómicas y

fisiológicas de los brotes, de las hojas, de las flores y de los frutos del palto.

3.1 Crecimiento y desarrollo

El podador profesional es aquel que conoce anticipadamente lo que puede ocurrir una vez que brota una nueva yema. Primero debe saber como se va a desarrollar el brote o la flor que parte desde una yema. El desarrollo de un órgano sigue pasos específicos que se repiten de la misma forma en cada nueva yema. Esto se conoce como el desenvolvimiento vegetal. Un brote de palto que parte desde una yema desarrolla hojas nuevas en forma secuencial hasta completar un número específico de hojas. Las hojas pueden ser de diferentes tamaños y se despliegan siguiendo un patrón en espiral que asegura que las hojas no se tapen la luz unas a otras. Este patrón de desarrollo se repite en cada brote una y otra vez. La velocidad de este desarrollo cambia con la

temperatura. Si el ambiente es más frío, el proceso de desenvolvimiento vegetal se retarda. Si la temperatura sube a niveles óptimos cerca de los 25 °C, el desarrollo es más rápido. El podador necesita conocer el régimen de temperaturas en el huerto que va a podar, de modo de anticipar cuanto va a demorar el brote en desarrollo en alcanzar su madurez. Por ejemplo, en zonas cálidas y en cerros de exposición norte en valles interiores de la Región de Coquimbo, el desarrollo de los brotes ocurre más rápido que en el sector costero de la Región de Valparaíso.

En segundo lugar, el podador necesita conocer cuanto “crecen” los brotes en el huerto. El crecimiento es distinto del desarrollo. El podador profesional necesita distinguir correctamente estos conceptos para saber como evaluarlos. El crecimiento indica cuanta materia seca produce y acumula un brote. Normalmente el largo y el ancho de los brotes

se asocian a las evaluaciones de crecimiento. El crecimiento muestra si el brote tiene buena nutrición hídrica y mineral, por lo que el crecimiento es un indicador del manejo general de un huerto. Dos brotes pueden tener el mismo tiempo de desarrollo y, sin embargo, mostrar un crecimiento diferente. Por ejemplo, los brotes de tipo siléptico tienen normalmente un crecimiento mayor al que tienen los brotes prolépticos, a pesar de que tengan la misma edad de desarrollo cronológico.

3.2 Distribución porcentual de tipos de brotes

Como se ha indicado, el palto se caracteriza por poseer dos tipos de brotes, los silépticos, que aparecen lateralmente desde otro brote en crecimiento; y los prolépticos, generados desde yemas dormidas (Thorp y Sedgley, 1993). La correcta identificación del brote proléptico se hace cuando el evaluador es capaz de reconocer

un grupo de yemas, rodeando la base del brote, este anillo de yemas se forma como resultado de una detención en el crecimiento del brote principal, desde el cual nace el brote en evaluación. De otro modo, cuando no se encuentra dicho anillo de yemas, se reconoce que el brote se desarrolló en forma simultánea con el brote principal, denominándose siléptico. En Chile, no había información acerca de la proporción del desarrollo proléptico y siléptico del palto Hass. Sin embargo, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha realizado estudios que tienen como propósito caracterizar la proporción de brotes prolépticos y silépticos del palto Hass en dos provincias de la región de



Las ramas tienen brotes de distintos tipos

Valparaíso en Chile. El estudio muestra que el desarrollo de brotes prolépticos es mayor que el de brotes silépticos en la Región de Valparaíso (32.7°S 71.6°O). Los estudios realizados por Thorp y Sedgley (1993) para árboles jóvenes en Melany (26.51°S 152.15°E) y aquellos realizados para árboles adultos en Somis (34.17°N 119.03°O) en California (Salvo 2005), muestran también este patrón de desarrollo. Además, resultados del proyecto muestran que las diferencias en el desarrollo de brotes prolépticos entre las provincias de Petorca (60,7%) y Quillota (70,9%) son significativas (con una probabilidad de error menor a 5%). Por lo que se verifica en la región de Valparaíso que la proporción de brotes prolépticos y silépticos del palto cambia entre localidades (Thorp y Sedgley, 1993). Además, en algunas especies del género *Cinnamomum*, las cuales pertenecen a la familia

Lauraceae, también desarrollan brotes prolépticos y silépticos. Nitta y Osawa (2001) observaron que el desarrollo proléptico incrementa con la latitud, y ellos explican que la energía disponible para la fotosíntesis es menor en latitudes alejadas del ecuador. Los resultados también indican que el desarrollo de brotes silépticos es mayor en los huertos más jóvenes (51,4%) que en los huertos más viejos (22,93%). Consistentemente, el desarrollo de brotes prolépticos aumenta tan pronto como el huerto envejece. Sin embargo, se detectó una interacción significativa entre los factores de ubicación geográfica y edad del huerto, lo que indicaría que el efecto de la edad no es el mismo en las diferentes localidades. En forma similar, Thorp y Sedgley (1993) también muestran que el desarrollo de brotes silépticos es mayor que el desarrollo de brotes prolépticos en árboles jóvenes en el Valle de Mc Laren (32,12°S 138,32°E).

3.3 Determinaciones fisiológicas de fotosíntesis y transpiración

El comportamiento fisiológico o funcionamiento del palto es complejo porque el árbol necesita realizar en forma simultánea a lo menos tres tareas centrales: (1) producir un gran número de frutos de tamaño comercial cada año, (2) generar cada año suficientes flores para asegurar la disponibilidad de fruta del año que viene y (3) desarrollar brotes silépticos y prolépticos de calidad que den soporte a la formación de flores, al crecimiento de los frutos y a la mantención de un número adecuado de hojas activas. La situación es más compleja porque es necesario que el árbol florezca para que cuajen frutos, sin embargo, dado que en la mayoría de los casos la cosecha se retarda y no se realiza antes de primavera, ocurre que el árbol vuelve a florecer y desarrolla nuevos frutos, cuando todavía tiene su fruta del año anterior.

En estas condiciones se produce una competencia entre las flores, los nuevos frutos recién cuajados, los nuevos brotes en crecimiento y los frutos en crecimiento del año anterior. Todo esto se produce en un momento que es crítico para la determinación del tamaño de los nuevos frutos y para la definición de la cantidad de frutos que caerán en forma posterior a la cuaja. Aún más, las cosechas que se hacen en forma tardía, a la espera de mejores precios de venta, agravan esta situación perjudicando las posibilidades que tiene el árbol de recuperar un nivel productivo adecuado. Por estas razones ocurre que en un año de gran carga frutal se produce al mismo tiempo una baja cantidad de flores, las cuales pueden cuajar y producir al año siguiente una carga frutal reducida. En cambio, el año de baja producción permite tener nuevamente una gran cantidad de flores que posibilitan acceder a un mayor rendimiento el año

subsiguiente. Esta situación se conoce como añerismo y es un problema que se presenta en forma diferente entre árboles de un mismo huerto, entre huertos de una misma localidad y entre diferentes ubicaciones en la región.

Para caracterizar la fisiología del brote de tipo proléptico y siléptico en el palto, se evaluó el funcionamiento de hojas provenientes de brotes silépticos y prolépticos. La fotosíntesis y transpiración se midió a través de la evaluación del intercambio de gas CO_2 y de vapor de H_2O respectivamente, en condiciones de campo en hojas de brotes prolépticos y silépticos en huertos de Quillota y Cabildo. La fotosíntesis neta (asimilación de carbono menos la respiración) de hojas de brotes silépticos y prolépticos muestran una leve tendencia a que el brote siléptico presente una tasa fotosintética mayor (Figura 3). Sin embargo, se observó que la conductancia estomática fue mayor en brotes

de tipo silépticos que en brotes de tipo prolépticos (Fig. 4). Estos resultados indicarían que el brote siléptico tendría una mayor transpiración que el brote proléptico, ya que existiría una menor resistencia al flujo de agua a través de sus vasos conductores. Además, se constató que las temperaturas efectivas en hojas provenientes de brotes prolépticos y silépticos son diferentes, probablemente debido a las diferencias en transpiración, fenómeno que permite la disipación de energía y, como consecuencia, un mayor enfriamiento de las hojas provenientes de brotes silépticos que aquellas hojas de brotes prolépticos.

Además, se evaluó la integridad de las trampas colectoras de luz de las hojas de brotes prolépticos y silépticos que determinada la eficiencia fotoquímica del fotosistema II (PS II). Se observó que esta eficiencia no fue afectada en hojas provenientes de distintos tipos de brotes. Numerosos

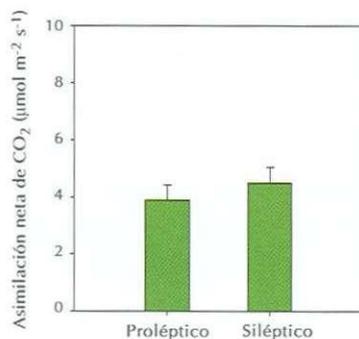


Figura 3. Asimilación neta CO₂ en hojas de brotes prolépticos y silépticos. Verano 2007.

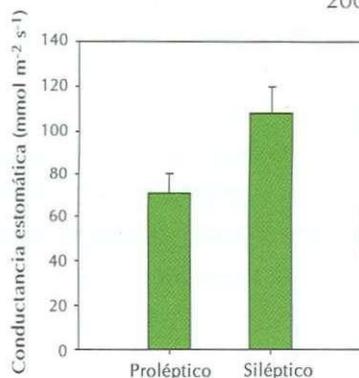


Figura 4. Conductancia estomática en hojas de brotes prolépticos y silépticos. Verano 2007.

trabajos señalan que valores obtenidos entre 0,8 y 0,85 muestran un funcionamiento adecuado del PS II y que reducciones de este parámetro indicarían posibles daños o perturbaciones en este tipo de trampa de luz.

3.4 Evaluación del daño de heladas

Durante el invierno del año 2007 se produjeron heladas de diferente magnitud en la zona central del país. La evaluación del efecto del daño de las heladas en los paltos es central para decidir si conviene podar o no y con que intensidad.

Para realizar esta evaluación se requiere establecer diferentes categorías de daño.

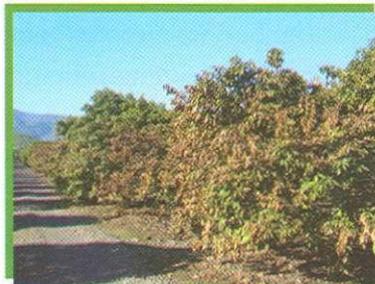
El daño más evidente es la caída de frutos con pérdida total de la cosecha. En intensidad, el nivel de daño que sigue es un cambio evidente en la coloración del pedúnculo que sostiene la fruta. En este caso la palta permanece en el árbol pero se desprende y cae unos días o semanas más

tarde. El siguiente nivel de daño corresponde a un cambio en las características del fruto que sólo se expresa en post-cosecha, afectando la resistencia de la pulpa y el tiempo que tarda en madurar después de ser sometida a refrigeración en el proceso de exportación. Evaluaciones realizadas durante el año 2007 mostraron que el daño en el pedúnculo de la palta en las ramas del árbol expuesto al sol fue diferente del daño en las ramas del árbol más sombreadas. Junto a esto también fue posible identificar diferencias en la calidad de post-cosecha de los frutos cosechados en ambas secciones del árbol.

Para la evaluación del daño en los brotes y troncos del palto



Evaluación del daño en frutos



Diferentes niveles de daño de heladas en huertos

resulta imprescindible realizar cortes de poda para identificar el nivel de daño en la madera que contiene la red xilemática, en la fina capa de células conocida como cambium que se localiza inmediatamente entre la madera y la corteza, y en la corteza que tiene adherida las redes floemáticas. El daño en los brotes se puede caracterizar como daño total cuando la madera se encuentra completamente deshidratada, seca, quemada y muerta. En un segundo nivel de daño se visualiza un ennegrecimiento en la zona del cambium cuando se efectúan cortes de poda para evaluar el daño. Un tercer nivel de daño se verifica cuando sólo se ve algunas hojas dañadas y existe deterioro de yemas apicales. Es factible que en un árbol se produzca una combinación de estos daños y que, después de las heladas, se deje sin podar estructuras que tienen daño parcial, por ejemplo sólo en un 50% de la periferia



Efecto de las heladas en la brotación

del tronco. El mantener ramas o troncos que funcionan sólo en una mitad no es recomendable, porque el árbol tiende a gastar recursos nutritivos en refaccionar las partes dañadas durante el largo periodo de tiempo que esto puede demorar y el efecto final puede resultar detrimental para la cosecha y renovación de raíces.

Las heladas pueden ocasionar también daño a nivel de raíces. Es poco probable que este daño se manifieste como muerte total de las raíces, pero un daño leve, que produce la detención temporal del funcionamiento de éstas, interrumpe la producción de sustancias reguladoras del crecimiento tales como citoquininas que mantienen las

hojas del palto vivas y activas. Cuando se detiene esta producción, las hojas reciben la señal de iniciar sus procesos de envejecimiento o senescencia y se caen.

Es fundamental evaluar este daño antes de podar. La brotación que se inicia en primavera requiere de un abastecimiento hídrico adecuado. Por ello siempre resulta recomendable revisar los sistemas de riego antes del inicio de la primavera y especialmente localizar donde se encuentran las raíces que permanecen vivas o activas después de las heladas.



Daños de las heladas en los brotes

Las raíces que se ubican en la superficie son las más expuestas a las heladas, por lo que el diseño de los sistemas de riego

localizado y la ubicación de los emisores del riego debe tomar en cuenta donde se encuentran las raíces que no sufrieron daño.



Efecto de la intensidad de la poda en el daño por heladas

3.5 Diseños estadísticos en huertos de palto

La evaluación del desarrollo y crecimiento del palto es importante para proyectar que va a pasar en un huerto una vez que se poda. Esta evaluación requiere del procesamiento de datos tomados en el campo, usando herramientas estadísticas que permiten calcular un promedio general con una certeza de que este promedio representa al huerto.

El podador necesita saber que los huertos de palto son especialmente difíciles de evaluar

porque existe una gran variabilidad entre los árboles. Esto se debe principalmente a la variabilidad genética que existe entre los patrones portainjertos utilizados. Normalmente, en Chile, los paltos se encuentran plantados sobre patrones de semillas, donde las características genéticas de cada semilla pueden ser diferentes, por lo cual el comportamiento que tienen sobre la variedad injertada también es diferente. La raíz produce sustancias químicas que estimulan el desarrollo de la copa del árbol y permiten mantener las hojas activas. Junto a esto las raíces posibilitan la exploración del suelo para la absorción de agua y nutrientes. Entonces, si el funcionamiento de las raíces varía, el crecimiento de los brotes que son alimentados desde las raíces también puede cambiar. Un segundo elemento importante se relaciona con la variabilidad de los suelos que crea las condiciones para que el desarrollo de la parte aérea del

palto sea diferente entre árboles. El podador profesional necesita evaluar el crecimiento y desarrollo de los brotes del palto antes y después de podar. Por esta razón, es necesario prestar atención a esta gran variabilidad cuando se decide cuantos árboles es necesario evaluar.

En términos generales, para sacar un promedio bastaría medir dos árboles, ubicados en condiciones contrastantes dentro de un huerto. Por ejemplo, un árbol muy vigoroso con uno muy deprimido. Sin embargo, este promedio no es representativo del huerto, debido a la gran variabilidad entre los datos. Nuestra experiencia en Quillota y Cabildo nos muestra que se requiere evaluar el desarrollo de los brotes en no menos de 15 árboles en un huerto homogéneo. Esto reduce las posibilidades de error y da confianza que el promedio obtenido es representativo del huerto. Sin embargo, es clave que las mediciones se hagan en

árboles tomados al azar, para esto se debe identificar, mediante un sorteo, el número de la hilera que se va a evaluar en un sector de riego, y el número del árbol dentro de la hilera que se va a medir. Luego, es suficiente marcar una rama con una cinta plástica amarilla durante el invierno, para empezar a medir durante la primavera el crecimiento que parte desde la yema apical en la punta del brote principal de la rama marcada. El uso de modelos o diseños estadísticos en huertos de palto es necesario cuando la superficie a evaluar es grande y no se puede obtener datos confiables con la evaluación de sólo 15 árboles. Las herramientas estadísticas disponibles obligan a identificar sectores que tiendan a ser homogéneos, los cuales uno puede definir como bloques separados dentro de un huerto, y se requiere que los datos en el huerto puedan ser representados en un gráfico o histograma de frecuencia con la forma de

campana de una curva de tipo “normal”. Frecuentemente los sectores de riego dan una buena pauta para separar bloques diferentes dentro de un predio grande. Si se tiene más de 20 sectores de riego se puede realizar un sorteo para seleccionar al azar tres o más bloques a evaluar. Entre más bloques se tomen, el dato final es más preciso. Una vez definidos los bloques, se realiza un sorteo entre los árboles para seleccionar 15 árboles por bloque. El proceso de sorteo e identificación al azar termina al marcar los árboles que van a ser evaluados para medir crecimiento, desarrollo o daño por heladas. Este diseño estadístico se conoce como bloques al azar y es muy sencillo de procesar empleando programas computacionales adecuados. Permite diferenciar el efecto de los bloques en el crecimiento y desarrollo, y obtener además una estimación del desarrollo general del predio.

PODANDO EL PALTO

4.1 Objetivos de la poda del palto

● Formación

En el primer año se debe decidir las distancias de plantación entre árboles y seleccionar el sistema de conducción que se va a usar en el establecimiento del huerto de paltos. En términos generales se pueden emplear distintos sistemas tales como eje central, bifurcado o copa, lo que da la posibilidad de conformar sistemas en alta o baja densidad con estructuras en seto, pared, pirámide o abierta. En cualquiera de estos casos lo importante es obtener un crecimiento vigoroso los primeros años con brotes de tipo siléptico. En el mejor de los casos se espera partir plantando un árbol cuyo eje central sea un brote siléptico formado en el vivero. En esta etapa, la poda ayuda a obtener la forma deseada mediante remoción drástica de los brotes que no forman parte del modelo arquitectónico o

diseño estructural seleccionado.

● Producción

Para que el árbol entre en producción es necesario tener a fines del verano brotes maduros con capacidad para florecer durante la primavera siguiente. Normalmente en nuestra región estos son brotes de tipo proléptico que ya muestran indicios del desarrollo de yemas florales muy temprano en el otoño. Para obtener este tipo de brotes al final del verano es necesario realizar cortes de poda en brotes vigorosos del tipo siléptico a fines de primavera. El corte de parte de estos brotes remueve la yema apical que se encuentra inhibiendo el desarrollo de las yemas laterales del brote. Por lo que al cortar o “pellizcar” la punta se induce el desarrollo de brotes laterales del tipo proléptico. El despunte de estos brotes en forma tardía no permite el desarrollo de yemas florales en la siguiente primavera.

● Renovación

Los paltos jóvenes tienen un

porcentaje de brotes silépticos sobre el 50%, sin embargo, a medida que el árbol envejece, el porcentaje de brotes de tipo proléptico aumenta. Al cabo de 10 años es posible que el palto no tenga más de 25% de brotes silépticos. En forma paralela se evidencia una baja de los rendimientos y una disminución de los calibres de la fruta. Además, a esta edad el árbol puede adquirir una altura que lo hace difícil de cosechar. Para resolver esta situación es posible realizar cortes de poda gruesos que permitan renovar la producción de brotes silépticos. Esta tarea se debe hacer de forma tal que los nuevos brotes silépticos se desarrollen al inicio de la primavera. En zonas sin riesgo de heladas, por ejemplo en el norte del país y en laderas expuestas al sol, es posible cumplir este objetivo mediante podas realizadas en otoño. En cambio, podas de este tipo no convienen en zonas donde hiela, porque la brotación desarrollada

en otoño (brotes tiernos e inmaduros) podría quedar expuesta a las bajas temperaturas del invierno. Por lo que sería aconsejable realizar podas tempranas en primavera para este tipo de casos. Para definir la correcta fecha de poda es necesario contar con un calendario del desarrollo de los brotes y con datos de las condiciones climáticas del predio donde se realiza la poda.

4.2 Diseño de un sistema de poda

El desarrollo de un protocolo de poda se enfoca en la obtención de brotes que florezcan cada año. En general, se sabe que las temperaturas bajas de otoño e invierno son capaces de inducir floración en el palto. Trabajos de investigación en Nueva Zelanda han mostrado que la floración mejora si los brotes se desarrollan en un tiempo cercano al solsticio de invierno (Olesen, 2005). Junto a esto, trabajos de investigación realizados en México muestran

que en condiciones climáticas apropiadas el palto es capaz de producir cuatro brotaciones en el año (Salazar García *et al.*, 2006). Sin embargo, es frecuente encontrar en nuestras condiciones ambientales que el palto produce 2 o 3 brotaciones en el año, y que las flores son menos abundantes cuando el árbol tiene una alta carga frutal. De esta forma el objetivo de generar flores cada año se enfoca a realizar manejos agronómicos que posibiliten la mantención en el árbol de brotes nuevos con potencial de realizar la inducción floral en sus yemas. Estudios realizados en la Universidad de California en Riverside han dejado en evidencia que no todos los brotes del palto son iguales, puesto que al menos existen dos tipos de brotes que presentan diferencias en su floración y fructificación. Como resultado de dos años de trabajo, se ha observado que los brotes prolépticos y silépticos presentan diferencias fisiológicas

y en su composición nutricional, junto a esto hemos visto que estos brotes cumplen funciones complementarias y que es posible diseñar un sistema de poda que considere generar ramas madres de tipo siléptico durante la primavera-verano y que desarrolle brotes cortos prolépticos en el verano-otoño.

4.3 Ventajas de sistemas de poda empleados en el mundo

En Israel el manejo tradicional de la parte aérea de la planta se realizaba hace años, a través de poda y raleo de árboles entre otras prácticas. En esa época la densidad de plantación de paltos más común en Israel era de 270 a 410 árboles por há. Para evitar el efecto de sombra que se producía en tales condiciones entre árboles de variedades vigorosas como Fuerte y Nabal, se recomendaba, después de un tiempo, sacar árboles del huerto. Para variedades que no crecían con tanto vigor, como en el caso de Hass, se recomendaba podar.

Sin embargo, los productores implementaban estas prácticas en forma tardía, o restringían la poda a tareas de despunte ocasional, como consecuencia de esto, muchos árboles crecieron tan altos que las labores de manejo para rejuvenecer los árboles fueron prácticamente imposibles. Esta situación cambió gradualmente. En los años 80 se prestó más atención al manejo de la parte aérea de la planta, limitando su crecimiento anual y cortando la punta de árboles muy vigorosos. Junto a esto, se hizo común el uso de marcos de plantación de 7 m. entre hileras y de 3 a 4 m. sobre la hilera. Posteriormente se propuso un sistema de rejuvenecimiento gradual de los árboles a través de la remoción completa de una rama principal cada año. En el año 1999, el entonces Ministro de agricultura de Israel, Cliff Lahav, dio a conocer el exitoso empleo de un sistema de manejo del dosel del cultivar Pinkerton, el cual crece en condiciones

donde no es recomendable producir palta Hass. Este sistema era aplicable para árboles compactos y no para árboles como Hass que crecen profusamente en forma lateral. El sistema incorporaba poda mecánica de la parte superior y lateral de los árboles para obtener una forma piramidal. Además se incluía poda selectiva de algunas ramas con el propósito de iluminar el interior de la copa y la aplicación de reguladores de crecimiento para reducir el crecimiento vegetativo y estimular el crecimiento reproductivo. El tamaño de los árboles se establecía así, tomando en cuenta el espaciamiento entre árboles, la dirección de las hileras y la máxima altura deseada. Para ellos era claro que la definición de un sistema de conducción y poda debía tomar en consideración la estructura inherente del árbol, su vigor y las características de crecimiento propias de la variedad. En forma



Sistema de conducción eje



Sistema de conducción bifurcado



Sistema de conducción libre



Sistema de conducción en pared

específica, el sistema propuesto para la variedad Pinkerton incluía una distancia de plantación de 4 x 6 m., con hileras en orientación norte-sur en las cuales los árboles no superaban los 4,5 m., con un diámetro en la base del dosel de no más de 3,5 m., la cual se ubica a 1 m. desde el suelo y se mantenía una distancia entre hileras de 2,5 a 3 m. Este sistema fue presentado como óptimo para conseguir penetración de la luz en forma

constante y uniforme al interior del árbol, para obtener constante rejuvenecimiento del árbol, para el manejo de árboles compactos y para obtener fruta de gran tamaño y altos rendimientos. En forma similar, en Perú se han plantado árboles en marcos de plantación de 6 x 4, e incluso con mayor densidad a 3 x 4. Estas plantaciones más densas son todavía jóvenes y el resultado en términos de su rendimiento es promisorio.

En este país la mayoría de los agricultores practica algún tipo de manejo del dosel, sin embargo, aún se reporta que el seguimiento del resultado y de la continuidad de estas prácticas no es eficiente. Las condiciones climáticas que se presentan aquí permiten cosechar fruta a los 10 meses desde la floración, lo que deja libre dos meses para intervenir con prácticas de poda sin dañar el cultivo del año siguiente.

Por otra parte, en Australia el desarrollo de un sistema de manejo del dosel ha tomado varios años, siendo un proceso difícil y caro. Se aplicaron modelos básicos empleados en fruticultura para dar forma a los árboles y se hicieron variaciones



Poda severa de rejuvenecimiento

de éstos, las cuales fueron objeto de análisis y debate por parte de agricultores y científicos. Como resultado se identificó que la poda del palto es una de las tareas de manejo más difícil de ejecutar correctamente y en tiempo oportuno, lo que explica que la poda no se realiza con frecuencia o se hace en forma tardía. Estas consideraciones permiten visualizar la magnitud del problema que se espera contribuir a solucionar en este manual.

En Australia inicialmente se planteó el manejo individual de ramas en un intento de controlar el vigor y la provisión de luz al interior de la copa. El anillado de estas ramas, creación de ventanas para iluminación interior y prácticas de rebaje para rejuvenecer la madera frutal fueron parte de las prácticas culturales asociadas a estos sistemas. El resultado en términos de rendimiento fue bueno, aún cuando el empleo de mano de obra fue muy intenso, lo que

constituye un factor a considerar en la estructura de costos, para los objetivos de generación de empleo y para los objetivos de manejar un huerto en forma sustentable.



Clima, suelo y manejo afectan el desarrollo de la parte aérea del árbol

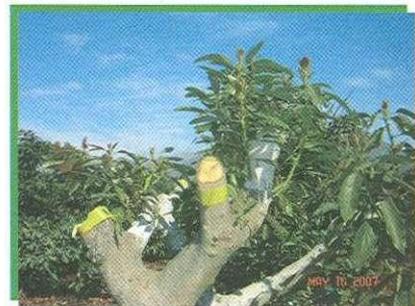
Una segunda etapa en el manejo del dosel, en Australia, fue continuar con el manejo a través de la manipulación de ramas completas y de la remoción de árboles completos. Se usó un marco de plantación de 5 x 5, y después de la remoción de hileras diagonales, se aumentó la distancia de plantación en forma secuencial a 7 x 7, a 10 x 10 y a 15 x 15 m. El rendimiento fue bueno, pero el resultado de esta práctica fue que los árboles



La brotación de las yemas puede demorar hasta tres meses



Brotos silépticos vigorosos no lignificados aparecen luego de una poda



Cuando los brotes silépticos maduran se lignifican y pueden ser despuntados o rebajados

crecieron demasiado en altura. Ellos estimaban que hasta ese momento las prácticas implementadas eran las más baratas para las condiciones de dicho país. Sin embargo, posteriormente fueron capaces de implementar un sistema denominado "hedgerow system", que comparte similitudes con el sistema israelita, pero con diferencias que responden a las diferencias climáticas entre uno y otro país.

En contraste a los modelos mencionados, el enfoque norteamericano ha sido el estudio de la fenología del palto con el propósito de identificar los momentos claves donde el manejo agronómico pueda resultar estratégico. Más aún, recientemente se ha efectuado la evaluación de brotes silépticos y prolépticos en California (Salvo, 2005) y los resultados son promisorios para definir criterios de poda consecuentes con el objetivo de aumentar la producción.

4.4 Instructivo para el manejo de la poda del palto

1.- Evalúe el porcentaje de prolepsis y silepsis en su predio. La proporción de ramas de tipo proléptico y siléptico se puede determinar mediante un conteo de estas ramas en cada árbol. Esto se efectúa caminando alrededor de la planta, mirando y contando cada un paso aquellas ramas situadas entre el primer y segundo metro de altura. Al final del conteo se tiene el registro de aproximadamente 10 a 20 ramas, dependiendo del tamaño de cada árbol. Mientras más árboles se registren, más precisa será la evaluación de este parámetro.

El árbol desarrolla ramas combinando brotes de tipo proléptico y siléptico, que tienen funciones vegetativas y reproductivas. Esta evaluación es importante como punto de partida de la poda.

2.- Para huertos con bajos porcentaje de silepsis (30% o

menos, normalmente antiguos o en condiciones deficitarias de manejo):

2.1.- Realice poda severa en otoño e invierno para estimular crecimiento siléptico en sectores dentro del predio libres de heladas o temprano en primavera en sectores con riesgo de heladas.

2.2.- Revise y corrija los problemas en los sistemas de riego antes de iniciar la temporada de riego para crear las condiciones necesarias para el desarrollo adecuado de los brotes después de la poda.

2.3.- Realice poda de rebaje de a lo menos un tercio del brote maduro en primavera y verano para estimular el desarrollo de brotes prolépticos en los brotes silépticos.

3.- Para huertos con altos porcentajes de silepsis (más de 30%), normalmente jóvenes o en zonas climáticamente adecuadas para el desarrollo siléptico y con buen manejo:

3.1.- Realice poda de despunte o desbrote en primavera y verano para estimular desarrollo proléptico en los brotes silépticos obtenidos.

3.2.- Revise y corrija los problemas en los sistemas de riego antes de iniciar la temporada de riego en primavera para crear las condiciones necesarias para el desarrollo adecuado de los brotes después de la poda.

3.3.- Realice doblado de ramas vigorosas creciendo en orientación vertical en primavera para facilitar la iluminación del árbol.



Corte de poda basal requiere buena iluminación para inducir brotación

Sección 4.

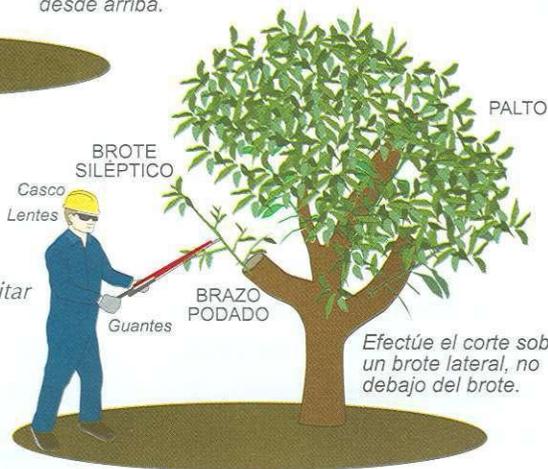
Palto 15 años con 95% de brotes prolépticos.



Con el serrucho primero haga un corte debajo de la rama y luego corte desde arriba.

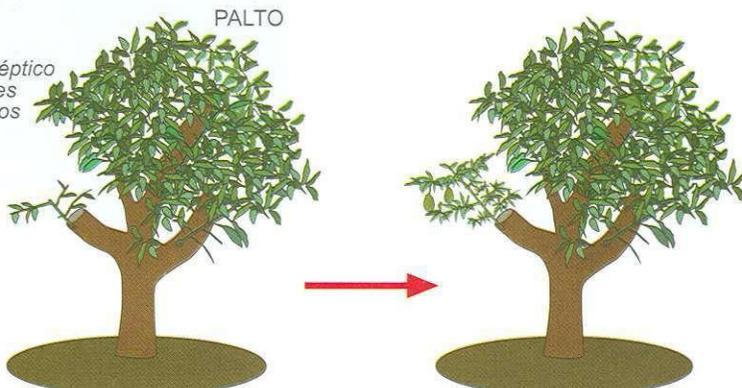
En un palto envejecido con un 95% de brotes prolépticos se hacen cortes de renovación, para efectuar el corte se corta primero debajo de la rama y luego se completa el corte desde arriba.

Brotos silépticos aparecen en la rama cortada y es necesario rebajarlos para evitar que crezcan en altura y reemplacen el brazo que se cortó. El rebaje se hace arriba del hombro de un brote lateral y no debajo de este.



Efectúe el corte sobre un brote lateral, no debajo del brote.

Brote Siléptico con brotes prolépticos



Como resultado se forman brotes prolépticos que pueden llegar a ser florales.

4.5 Consideraciones complementarias en la adopción de un sistema de poda

Los cortes gruesos dejan la madera expuesta al sol con riesgo de quemaduras, por lo que conviene pintar de blanco el árbol podado, utilizando pintura al agua, aplicada mediante aspersión y no con brocha. Los cortes de rebaje que se efectúan debajo de una rama lateral dejan yemas en la parte de arriba del tronco cortado. La yema que se ubica en la posición más alta se desarrolla primero y crece reemplazando en posición y tamaño el brote que se cortó. Por esto conviene realizar los cortes de despunte sin dejar yemas en la punta del brote cortado, podando en la parte inmediatamente arriba de un brote lateral. Este brote lateral detiene el crecimiento en altura del brote cortado.

En todo caso, el manejo de la poda debe ser acompañado de un correcto manejo del riego.

No es posible obtener los resultados esperados en el manejo de la poda si el predio no ha resuelto primero problemas en los sistemas o en el manejo del agua de riego.

4.6 Procesando resultados de poda

Las prácticas de poda requieren de un seguimiento específico para evitar que los brotes, las ramas o los troncos cortados sean reemplazadas por estructuras indeseadas. Por lo expuesto, el podador profesional necesita contar con un procedimiento de control y seguimiento de los resultados de la poda. En forma práctica esto se logra empleando planillas de registro que pueden ser llenadas por personal del predio, no necesariamente asociado con la persona o empresa que provee el servicio de poda. El mantenimiento de estos registros abre además una oportunidad para tomar cada año mejores decisiones de cuando y como podar.

Creación de carpetas de registro

La organización y administración de la información es una tarea esencial, más aún cuando el volumen de datos que se requiere manejar en la evaluación de los resultados de las prácticas de poda es enorme.

Afortunadamente hoy nos asiste la informática para crear bases de datos electrónicos fácilmente accesibles en el proceso de toma de decisiones respecto del manejo agronómico. Por lo expuesto, recomendamos usar las siguientes carpetas:

Carpeta 1: “Bitácora de trabajo”. (Archivo físico o electrónico) En esta carpeta se debe incorporar documentos que indiquen las fechas en que se inició y terminó la poda de los diferentes sectores que componen un huerto y el objetivo específico de la poda realizada en ese período. Por ejemplo, se puede indicar que el objetivo de la poda busca aumentar la iluminación interior de los árboles para estimular la

brotación siléptica. Otro ejemplo, es indicar que el objetivo de la poda es promover el desarrollo de brotes prolépticos en ramas silépticas ya establecidas. Además, se debe incluir en esta carpeta los documentos con anotaciones de los nombres de las personas que participaron en la poda, de las herramientas que fueron usadas y de cualquier evento que resultó importante en la faena de poda. Por ejemplo indicar que una escalera se corrió y como resultado un trabajador se accidentó. Este tipo de registro permite identificar los aspectos que puedan ser mejorados en las faenas de poda.

Este tipo de bitácoras sirve para mirar hacia atrás y revisar los resultados de la poda en años posteriores. Por esto es importante tomar nota del porcentaje de brotes silépticos y prolépticos en el huerto que se va a podar, de sus rendimientos en los últimos años y del estado general del huerto antes de podar.

Ejemplo en planilla electrónica o en cuaderno de matemáticas:

Planilla para documentar las faenas de poda:

<i>25 marzo 2010</i>	Faena de Poda 1	
	<i>Fecha de inicio de poda: El 10 de marzo del año 2010</i>	
	<i>Fecha de término de poda: el 20 de marzo del año 2010</i>	
	Objetivo:	
	<i>Estimular el desarrollo de brotes silépticos en sector sin riesgo de heladas</i>	
	Podadores:	
	<i>Luis Emilio Eneldo</i>	
	<i>Vicente Culmino</i>	
	<i>Pedro Safta</i>	
	<i>Ximena Altazor</i>	
	Observaciones:	
	<i>Se podó el sector 3</i>	
	<i>Este sector tiene 2 hectáreas</i>	
	<i>Se plantó el cultivar Hass en patrón mexícola el año 2009</i>	
	<i>rindió 5.000 kilos el año 2008 y 2.000 kilos el año 2009</i>	
	<i>El porcentaje de silepsis es bajo (10%)</i>	
<i>25 sept. 2010</i>	Faena de Poda 2	
	<i>Fecha de inicio de poda: El 10 de agosto del año 2010</i>	
	<i>Fecha de término de poda: el 10 de septiembre del año 2010</i>	
	Objetivo	
	<i>Estimular el desarrollo de brotes silépticos en sector con riesgo de heladas</i>	

Carpeta 2: “Registro del desarrollo de brotes”.

La evaluación del desarrollo de brotes después de la poda es una tarea muy compleja y requiere del uso de planillas previamente diseñadas.

Las yemas que brotan después de los cortes de poda se desarrollan en forma extendida en el tiempo, por lo que es necesario efectuar registros periódicos semanales de las yemas brotadas. Es esperable que

el número de yemas que brotan vaya en aumento a lo largo del tiempo en los diferentes cuarteles. Las diferencias que se producen entre diferentes sectores en el predio normalmente son correspondientes con las diferencias en las fechas de poda. Cualquier retraso en la brotación de un sector debe ser investigado para detectar fallas en el manejo agronómico. Es frecuente que ocurra que un sector de riego tenga un grupo de árboles con y sin poda, y que al regar de acuerdo a los requerimientos de los árboles no podados se produzca asfixia de las raíces de los árboles podados que reciben la misma cantidad de agua pero que no transpiran en la misma medida. La evaluación de la brotación de las yemas permite detectar este tipo de problemas. También resulta necesario evaluar el largo y ancho del crecimiento semanal de los brotes y contrastar este crecimiento con las temperaturas promedio semanal. La velocidad

del crecimiento de los brotes debe corresponder al aumento de las temperaturas que ocurre en la primavera. Cualquier desviación de este patrón de comportamiento es una señal de problemas a nivel de las raíces y se debe revisar.

La tarea más compleja consiste en evaluar el tipo de brotes que se desarrollan en forma secuencial a lo largo de un año de crecimiento. Por ejemplo, puede ocurrir que los brotes de primavera sean de tipo siléptico y proléptico. Luego en el verano, sobre los brotes silépticos, pueden nuevamente aparecer brotes de tipo siléptico o proléptico. Este dato es de gran importancia para determinar el vigor del huerto y tomar decisiones de manejo que corresponden al riego y a la fertilización nitrogenada. Se entregan ejemplos de planillas útiles en la toma de estos datos.

Planilla para evaluación de la brotación de yemas

	Número de yemas brotadas	Agosto	Septiembre	Octubre
<i>Sector del predio: Número 3 riego aspersión</i>				
<i>Árbol Número 1</i>				
<i>Brote marcado número 1</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	2	2
<i>Brote marcado número 2</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	0	0
<i>Brote marcado número 3</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	4	4
<i>Árbol Número 2</i>				
<i>Brote marcado número 1</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	3	6
<i>Brote marcado número 2</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	2	4
<i>Brote marcado número 3</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	0	3
<i>Sector del predio: Número 5 riego aspersión</i>				
<i>Árbol Número 1</i>				
<i>Brote marcado número 1</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		0	7	7
<i>Brote marcado número 2</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		2	5	5
<i>Brote marcado número 3</i>				
<i>Número de yemas brotadas :</i>		4	12	14

Carpeta 3: "Costos de poda".

Esta carpeta contiene la información del número de jornales empleados en forma diaria para las tareas de poda, el

costo de adquisición o reposición de herramientas de poda o el costo de contratación de servicios de poda.

Esta información sirve para

Planilla para evaluación del crecimiento de brotes

Crecimiento del brote por fecha					
Sector del predio: Número 3 riego aspersión					
Fechas	nov-01	nov-15	nov-30	dic-15	dic-29
Árbol Número 1					
Brote marcado número 1					
Largo del brote	3	7	18	22	35
Brote marcado número 2					
Largo del brote	2	6	15	27	30
Brote marcado número 3					
Largo del brote	5	12	25	45	60
Árbol Número 2					
Brote marcado número 1					
Largo del brote	3	7	18	27	35
Brote marcado número 2					
Largo del brote	7	17	37	59	70

Planilla para evaluación del número de brotes prolépticos y silépticos

Número de brotes por tipo		
Sector del predio: Número 3 riego aspersión		
Tipo de brote	Proléptico	Siléptico
Árbol Número 1		
Brote marcado número 1		
Número de brotes :	5	0
Brote marcado número 2		
Número de brotes :	7	0
Brote marcado número 3		
Número de brotes :	12	0
Árbol Número 2		
Brote marcado número 1		
Número de brotes :	3	3
Brote marcado número 2		
Número de brotes :	5	2
Brote marcado número 3		
Número de brotes :	8	3

programar los requerimientos de recursos humanos y para tomar decisiones de poda en el largo plazo.

Carpeta 4: “Mesa de estudio”, Esta carpeta es indispensable en el archivo de un podador profesional, estamos iniciando el concepto de poda profesional del palto y hemos avanzado un pequeño paso identificando dos tipos de brotes que funcionan en forma diferente. Sin embargo, es muy probable que importantes avances se encuentren a medio camino de llegar y es necesario mantenerse actualizado de los resultados e innovaciones que entrega la investigación en Chile y en el mundo. La mantención de esta carpeta sirve para estimular la revisión de artículos de divulgación que están disponibles en diferentes bases de datos en bibliotecas o en Internet. Para buscar en Internet se puede usar las palabras claves: poda, palto, avocado, perseá, avocadosource, agricultura técnica, etc.

Carpeta 5: “Taller de pruebas” Las tareas de poda requieren de trabajadores fuertemente comprometidos con el logro de los objetivos fijados para esta tarea. Para esto se hace necesario que la persona que toma la tijera o el serrucho, para efectuar un corte, sepa con certeza lo que va a ocurrir en el árbol después de la poda.

Sin embargo, es frecuente que las personas que ya tienen experiencia podando el palto u otros frutales, poseen además sus propias ideas y visiones de cómo se debe hacer la poda, y no se sienten responsables de las innovaciones que se pueden agregar en el manejo de la poda. Esto es un problema porque, al momento de podar, el técnico o asesor da una recomendación de cómo podar, pero el que sigue la recomendación evaluando cada árbol y tomando en cuenta su propia experiencia es finalmente el podador, el cual aprieta la tijera con la mano y efectúa el corte.

Más aún, una vez que se corta una rama, no es fácil comparar la estructura final del árbol con su estructura anterior, por lo que el grado de confianza que el podador ofrece en el logro de los objetivos fijados mediante la aplicación de las prácticas de poda que se le encomiendan, es clave para el éxito de esta faena. Esta carpeta tiene por objetivo estimular el desarrollo de ensayos o pruebas en los campos de los agricultores, que permitan aprender del funcionamiento del palto podado y obtener ideas para el desarrollo posterior de soluciones tecnológicas en el manejo agronómico de la poda del palto.

El aporte de este tipo de carpetas es sistematizar el registro de experiencias, observaciones, ensayos, o demostraciones del agricultor, de sus trabajadores o de técnicos vinculados al predio. De esta forma, la carpeta crea un espacio físico para la curiosidad, creatividad y promoción intelectual de las

personas asociadas a un predio agrícola. Desde el punto de vista de manejo de personal, permite crear un sentido de compromiso y responsabilidad con los objetivos productivos asociados a las tareas de poda.

La implementación de este “Taller de pruebas” reconoce el valor del pensamiento, opinión o intuición de cada persona vinculada a las tareas de poda; destaca la importancia de la experiencia como fundamento práctico del desarrollo tecnológico del ser humano; y declara la necesidad de educar y capacitar a quienes proveerán, en el futuro, los buenos frutos a nuestra sociedad.

Además, al revisar estas carpetas y contrastar su información con los contenidos de este manual, es posible acercarse un poco más a comprender el diseño genético y evolutivo del palto; y a entender nuestra propia relación con este árbol frutal en la búsqueda de cosechar frutos en forma sana, sustentable y natural.

MANTENIENDO EL ARBOL

5.1 Uso del agua en la mantención del árbol

El riego se realiza para mantener los árboles activos después de una poda, y para satisfacer la demanda de agua requerida por el palto en los procesos de desarrollo de brotes, flores y frutos. Esta demanda incluye la evaporación de agua desde el suelo y la transpiración del agua desde las hojas del palto. Esta evapo-transpiración depende principalmente de factores climáticos y del grado de cubrimiento del suelo por parte del follaje. En el caso del palto, los periodos críticos son el desarrollo de la floración y las etapas tempranas del crecimiento del fruto. En estos dos períodos es muy importante evitar un déficit hídrico maximizando la eficiencia de aplicación. El manejo del agua durante la floración puede ser crítico para la cuaja del fruto ya que existe una alta demanda de

transpiración por parte de flores y hojas (Whiley et al., 1988 a). Durante la etapa temprana de formación del fruto, su crecimiento es muy rápido y está asociado a divisiones celulares, las que son más abundantes en las primeras etapas de formación del fruto. Por esto, para incrementar el tamaño del fruto y reducir la caída de paltas, no conviene que falte agua en los primeros tres meses de su desarrollo (Whiley et al., 1988 b; Wolstenholme, 1990). Para disminuir la falta de agua en periodos críticos de crecimiento del palto, se sugiere usar programas de riego que consideran la demanda de agua o evaporación por parte de la atmósfera (evaporación de bandeja) y los factores específicos del cultivo. Además, el estado hídrico de la planta puede ser monitoreado con instrumentos y con indicadores, tales como el contenido de solutos en las hojas, la temperatura diurna de las hojas y el diámetro del tronco.

Sin embargo, desde el punto de vista del podador lo central es asegurarse de que al inicio de la temporada de riego se efectúe un chequeo completo del sistema de riego, de modo de lograr que los esfuerzos de poda puedan dar como resultado brotaciones rápidas y vigorosas. Una vez iniciada la temporada de riego, se debe evaluar la humedad del suelo. Los árboles podados requieren menos agua que los árboles sin podar. Para aumentar la productividad lo óptimo es acceder a sistemas modernos de control del riego, sin embargo, siempre es necesario establecer una base de conocimiento práctico antes de implementar sistemas sofisticados. Es un error común la implementación de importantes inversiones para tecnificar el riego y para mejorar los sistemas de cálculo de la demanda hídrica de los tallos sin capacitar a los operadores en los conceptos prácticos más básicos y elementales del riego. Por esta razón es recomendable

capacitar a los podadores y regadores en como determinar en forma elemental el nivel de agua en el suelo antes de implementar sistemas más sofisticados. Esta recomendación adquiere especial importancia en periodos de sequía y en atención a que el bombeo de agua consume grandes cantidades de energía eléctrica en la zona central de nuestro país.



Riego por aspersión con cobertura de hojas

5.2 Uso de fertilizantes en el sustento del árbol

El propósito de la nutrición mineral y fertilización mineral del palto es suministrar los elementos minerales o iones que son absorbidos, transportados y utilizados por la planta para

cumplir con todas sus funciones fisiológicas.

Los seis elementos esenciales que son requeridos por las plantas en cantidades más elevadas se denominan macro-elementos. Estos incluyen elementos tales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y otros elementos tales como el azufre (S), el magnesio (Mg) y el calcio (Ca). Los otros elementos que las plantas necesitan son llamados micro-elementos, porque son requeridos en muy bajas cantidades. Por ejemplo, la deficiencia de nitrógeno en palto, expresada en un valor de 1% en el análisis foliar, produce hojas de color verde pálido, y de menor tamaño. En este caso brotes y ramas presentan internudos más cortos e incluso desecamiento. En cambio los síntomas de la deficiencia de Zinc, en hojas jóvenes y expresadas en un valor de 10 ppm (partes por millón), pueden variar entre clorosis intervenal, reducción del tamaño de la hoja

con necrosis marginal, brotes con internudos cortos, brotes con formación en roseta y cambios en la forma del fruto (Lahav y Whiley, 2002).



Las paltas acumulan nutrientes minerales y orgánicos

La poda remueve grandes cantidades de nutrientes almacenados en los brotes del árbol e impone la necesidad de suministrar estos nutrientes para el crecimiento posterior a la poda, por esto es muy recomendable que los cortes de poda sean incorporados al huerto. De especial importancia resulta, sobre todo, aprovechar los brotes de tipo proléptico que se encuentran secos al interior del árbol. Porque los resultados

del análisis del contenido de nutrientes en el brote muestran una marcada diferencia entre el contenido de nutrientes de brotes prolépticos y silépticos. Los brotes de tipo proléptico presentan una mayor cantidad de macro-nutrientes y de algunos micro-nutrientes que los brotes de tipo siléptico. Estas diferencias pueden estar asociadas a diferencias en la capacidad de transporte de nutrientes en los brotes. Al parecer, los brotes silépticos tendrían una mayor capacidad de transporte de los nutrientes con una menor posibilidad de ser retenidos por los vasos conductores en relación a los brotes del tipo proléptico, lo cual es consistente con una mayor tasa de transpiración en los brotes silépticos. Esto es importante en la recuperación de los árboles después de la poda, porque los brotes silépticos son elementos estructurales que facilitan el transporte a brotes, flores y frutos desarrollados posteriormente en ellos.

Por esto resulta recomendable aplicar fertilizantes nitrogenados para estimular el crecimiento vigoroso de brotes silépticos después de la poda. En cambio no resulta recomendable aplicar nitrógeno cuando el propósito es estimular el crecimiento de brotes cortos de tipo proléptico después de poda de rebaje. El palto remueve del huerto en promedio 100 unidades de nitrógeno en forma anual para desarrollar su estructura y producir 12 ton de paltas (Lovatt y Witney, 2001). Árboles podados y sin fruta pueden reducir este requerimiento a la mitad, para ser aplicados mayormente durante primavera y verano. Cuando los árboles producen fruta conviene aumentar la dosis anual para evitar la competencia que se establece entre los frutos en desarrollo, las nuevas flores y la recuperación de los brotes en las partes del árbol sometidas a podas.

5.3 Uso de reguladores del crecimiento y desarrollo del árbol

Los reguladores de crecimiento en plantas son definidos como compuestos sintéticos que son aplicados de forma exógena para modificar el crecimiento de la planta. Hay grupos de estos que imitan la acción que ejercen las fito-hormonas, las cuales son compuestos naturales capaces de activar procesos de desarrollo, actuando en baja cantidad y sin tener especificidad funcional. En la actualidad, existen tecnologías para manipular el crecimiento vegetativo y reproductivo del palto por medio de aplicaciones foliares. Con el propósito, por ejemplo, de tener árboles más compactos, de cambiar su período de floración o de cosecha (anticipar o retardar). Algunos reguladores de crecimiento, como los del grupo de los triazoles, actúan bloqueando la síntesis de un regulador natural de crecimiento o bien afectan su transporte

(Whiley 2002). Además, hay otro grupo de sustancias reguladoras del tipo acilciclohexanodionas, que son inhibidoras de la biosíntesis de ácidos giberélicos, entre las cuales se encuentra, por ejemplo, el prohexadione de calcio (Medjdoub et al., 2005).

No obstante, existen otras alternativas para regular el crecimiento del palto sin aplicar productos químicos. La práctica de doblar ramas hacia abajo produce un cambio interno de las concentraciones de diferentes reguladores de crecimiento naturales del palto. Esta práctica produce una mayor cantidad de brotes, lo que concuerda con lo expuesto por Thorp y Sedgley (1993), quienes plantean que al disminuir la dominancia apical existe una mayor complejidad de brotes en el dosel del palto. Cuando al doblado de ramas se suma la práctica de anillado, se puede ver que la tasa de crecimiento de los brotes aumenta (comunicación personal, Cautín 2008).

Dado que la aplicación externa de algunos reguladores de crecimiento afecta diferentes procesos fisiológicos de fotosíntesis asociados al desarrollo y crecimiento de distintos órganos, resulta recomendable modificar la estructura del palto mediante manejo de poda y evitar el uso de reguladores de crecimiento. El cambio no natural en la flexibilidad de las hojas y el angostamiento abrupto en el ancho de brotes principales, en ramas de paltos sometidos a la aplicación de reguladores de crecimiento del grupo de los triazoles, muestra que aún hay mucho por investigar respecto de lo sustentable del uso de



Regulación del crecimiento mediante prácticas de anillado

este tipo de compuestos químicos.

5.4 Uso de pesticidas en la protección del árbol

El momento crítico para el manejo de plagas del palto es el verano, el cual coincide con el desarrollo de brotes silépticos, después de una poda tardía en otoño o una poda temprana en primavera, y con el desarrollo de brotes prolépticos en podas de rebaje efectuadas a fines de primavera. En este momento, la mayor parte de las plagas comienzan a aumentar su población en la planta, y al mismo tiempo, se está formando y creciendo el brote que se quiere proteger.

Para el control del Trips del palto, Larral y Ripa (2007), han probado distintos ingredientes activos, concluyendo que los productos imidacloprid, thiamethoxam y metomilo poseen un alto grado de efectividad en el control de la plaga y que el aceite mineral, abamectina y spinosad, son

alternativas viables y de menor toxicidad que los anteriores, para los enemigos naturales del trips y otras plagas. Como medida de control cultural y preventiva para las temporadas siguientes se recomienda cosechar toda la fruta cuando ha alcanzado índices de madurez, lo que disminuye el inóculo de la plaga para la temporada siguiente (Phillips *et al.*, 1992), asimismo, se recomienda mantener árboles abiertos y aireados, lo cual disminuye los ambientes de mayor humedad y roce en los cuales se alberga la plaga. En forma específica, para el control de la Arañita Roja del palto, cuando se ha eliminado el control biológico por aplicaciones de insecticidas o bien estos no están disponibles en el predio, se recomienda liberar enemigos naturales tempranamente o realizar una aplicación de aceite mineral al 0,5% a 1,0% o abamectina, productos que ejercen un adecuado control de la plaga.

Para el control de escama blanca los productos registrados de mayor efectividad, son el metomilo y el aceite mineral (Ripa *et al.*, 2007), los cuales deben ser aplicados con pitón y en un volumen adecuado para mojar completamente el árbol, especialmente en su parte interna.

Para el control de un intenso ataque de chanchito blanco, Ripa y Larral (2007) mencionan que los productos de mayor efectividad para su control son los neonicotinoides, aplicados al follaje o riego, clorpirifos y metomilo. A su vez, buprofezin ejerce un buen control de la plaga, pero debe ser aplicado tempranamente en la temporada, debido a su modo de acción más lento. El aceite mineral, por su parte es una alternativa para disminuir los niveles de la plaga en las estructuras más expuestas de la planta.

Sin embargo, tanto escamas como chanchitos blancos pueden provenir del vivero, por

lo tanto, es imprescindible inspeccionar cuidadosamente la planta, especialmente sus brotes, yemas, raíces e inserción del injerto, antes de adquirirlas, de ser necesario es recomendable practicar una aplicación química antes de la plantación, de modo de iniciar un huerto sano. Se recomienda, además, el control de la hormiga argentina, cuando éstas son abundantes en el huerto, ya que ha sido estudiado ampliamente en el mundo el efecto detrimental de esta especie, en el control biológico de plagas. La hormiga establece una relación mutualista, alimentándose de la mielecilla excretada por algunas plagas y 'protegiéndola' de sus enemigos naturales.

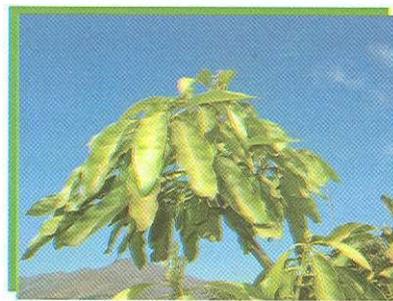
En términos generales, cuando se establece un manejo integrado de plagas en el huerto, realizando monitoreo, manejando el concepto de umbral económico, evitando el uso de productos de alta toxicidad que eliminan el control biológico, entre otras

prácticas, es posible reducir ostensiblemente las aplicaciones de plaguicidas e incluso eliminarlas del sistema. Para esto se debe considerar que aunque las plagas se encuentran presentes durante todo el año, los estados susceptibles de arañitas, chanchito blanco y trips aparecen en brotes en crecimiento después de la poda, principalmente en los meses de enero a abril, en tanto que los estados sensibles de las escamas pueden aparecer desde diciembre hasta abril. Después de estos meses la temperatura baja y las plagas son menos activas. Por esta razón es altamente recomendable monitorear la aparición de estas plagas en forma anticipada al daño que puedan producir en los brotes y frutos en crecimiento después de la poda.

RESOLVIENDO PROBLEMAS

Previo a la plantación de un huerto de palto es necesario conocer las condiciones edáficas (suelo) y climáticas de aquellas áreas donde actualmente se cultiva esta especie y de aquellas áreas donde se pretende establecer nuevas plantaciones. El propósito de conocer estas condiciones es establecer si corresponde o no poner palto en una localidad determinada de acuerdo a los requerimientos climáticos necesarios para un crecimiento, desarrollo y productividad óptima de este cultivo. Muchos problemas de tipo técnico y sobretodo de tipo económico se pueden resolver anticipadamente al seleccionar correctamente los lugares donde plantar paltos. Es necesario saber si el suelo tiene las características nutricionales, de porosidad, de pH adecuadas. Además, hay que saber si las temperaturas posibilitan el desarrollo del árbol

y si las lluvias anuales posibilitan el riego adecuado de la plantas.



Hojas de palto con cambio de color y decaimiento

6.1 Especificaciones biológicas del palto

Tomando en cuenta el origen geográfico del palto se ha establecido que existen tres diferentes subespecies o razas hortícolas: Mexicana, Guatemalteca y West Indian o Antillana (Popenoe, 1941; Bergh y Ellstrand, 1986). Sin embargo, se ha demostrado que esta clasificación coincide sólo en parte con el agrupamiento genético de los cultivares en cada raza hortícola (Ashworth and Clegg, 2003). Esto es importante para definir los requerimientos biológicos de clima y de suelo.

Los paltos de raza mexicana son comúnmente empleados como portainjertos en nuestro país, y en su origen crecieron y se desarrollaron en áreas altas semitropicales sin salinidad o suelos calcáreos. Esto determina que las especificaciones biológicas y la adaptación natural de esta raza no corresponden a los suelos que tenemos en nuestra región. En cambio, los paltos de raza antillana crecieron originalmente en condiciones de alta temperatura, alta humedad, pH del suelo alcalino y condiciones de salinidad moderadas que típicamente corresponde a zonas tropicales bajas (Campbell y Malo, 1976). El palto Hass, mayoritariamente cultivado en nuestra región, corresponde a un híbrido entre la raza mexícol y guatemalteca, por lo cual sus requerimientos biológicos son similares a los de la raza mexícol y comparte una mejor adaptación a climas cálidos propios de la raza guatemalteca, la cual crece en

forma natural en zonas altas sin heladas.



El palto crece silvestre en sotobosque en condiciones bajo sombra

6.2 Estrés salino

El suelo impone restricciones al crecimiento de las raíces de carácter físico y químico. El estrés salino es un importante factor químico que limita la producción agrícola en áreas mediterráneas. En estas áreas la precipitación es baja, irregularmente distribuida y variable de un año a otro, y a su vez estas áreas están asociadas a altos contenidos de salinos. El palto se caracteriza por ser una planta muy sensible a condiciones de salinidad (Bernstein y Meiri 2004). En Chile, existen áreas de las regiones IV, V y RM, donde se han observado problemas de

salinidad, que se originan por diversos motivos dependiendo del tipo de zona geográfica donde está localizada la plantación frutal. Por ejemplo, en la Región de Valparaíso, en zonas de los valles interiores, la salinidad se debe principalmente a la presencia de carbonatos, estrechamente asociados a un pH básico (cercano a 8) en los suelos. En cambio, en zonas más costeras, se han detectado problemas de salinidad debido al exceso de cloruros e iones de Na aportados por el agua de riego proveniente de pozos salinos. Estos pozos tienden a tener aguas salinas debido a su proximidad a la costa donde se produce una infiltración de sales provenientes del mar, fenómeno denominado intrusión salina. Esta salinidad produce un daño evidente en las hojas, produciendo una reducción de la fotosíntesis (Mickelbart y Arpaia, 2002), del área foliar y del rendimiento en palto (Bingham *et al.*, 1968).

La quemazón de las hojas por efecto de la salinidad es un síntoma evidente de este tipo de estrés, sin embargo, la reducción del rendimiento puede ocurrir sin la presencia de este síntoma. Algunas de las alternativas para mitigar este problema son prácticas agronómicas tales como: a) el manejo del riego, que incluye el lavado de las sales, realizando un desplazamiento de las sales desde la zona de raíces donde se encuentran hacia zonas más profundas del perfil del suelo, a través de un mayor tiempo de riego; b) la utilización de fertilizantes que posean una baja carga iónica y la aplicación de enmiendas de quelatos en aquellas situaciones en que se bloquea la absorción de nutrientes (especialmente micronutrientes); y c) el manejo del pH que permite aumentar la disponibilidad de los nutrientes en huertos ubicados en suelos de salinidad calcárea, entre otras prácticas.

Por otro lado, la selección de portainjertos compatibles con la variedad Hass y que presenten características fisiológicas para mejorar la resistencia a la salinidad en esta especie puede ser una vía para resolver este problema.

6.3 Estrés por bajas concentraciones de oxígeno

En muchas partes del mundo, el crecimiento y la productividad del palto son disminuidas por efecto de las bajas concentraciones de oxígeno en el suelo. Estas bajas concentraciones pueden estar asociadas a factores físicos tales como un mal drenaje del suelo, la compactación o el anegamiento de la zona de raíces (Drew, 1997; Fukao y Bailey-Serres, 2004; Geigenberger, 2003). La baja concentración de oxígeno en el suelo se denomina hipoxia, por ejemplo cuando ocurre en suelos pobremente drenados o durante periodos cortos de anegamiento y se

califica como anoxia, cuando la falta de oxígeno es mayor, tal como sucede en períodos largos de anegamiento. Según Shaffer *et al.* (2006), casi todas las plantas son capaces para sobrevivir a periodos breves de baja concentración de oxígeno, sin embargo, no existen muchos estudios sobre los mecanismos de tolerancia a este tipo de estrés. Una de las alternativas para mejorar los niveles de oxígeno en el suelo es mejorando la estructura del suelo. El aumento de la aireación del suelo se puede lograr por medio de la utilización de enmiendas orgánicas y de aplicaciones de Calcio. Es reconocido que la aplicación de materia orgánica y calcio ayuda a mejorar la estructura del suelo. Además, en el caso de suelos muy arcillosos se pueden aplicar ácidos con el propósito de disminuir la compactación del suelo. Otra vía para resolver el problema de asfixia radicular, es obtener portainjertos resistentes o tolerantes a la falta de oxígeno.

Algunas de las características adaptativas o constitutivas útiles para resistir condiciones de baja concentración de oxígeno, son el desarrollo de raíces adventicias que incrementan la absorción de oxígeno, tal como en el caso del mango (Larson *et al.*, 1993); y el desarrollo de tejido en el tallo para incrementar el transporte de oxígeno, tal como en el caso de las bananas (Núñez-Elisea *et al.*, 1999). Además, Gil *et al.*, (2007) han determinado la respuesta de diversos caracteres fisiológicos y agronómicos del palto en condiciones de baja concentración de oxígeno en el suelo, que abren amplias posibilidades para el mejoramiento de este frutal.

6.4 Estrés por sequía

La sequía es otro estrés importante en palto. La sequía es un período de anormalidad, de clima seco que persiste por mucho tiempo y que produce serios problemas en el balance hídrico de los cultivos. La sequía

produce serios daños en la restricción del suministro de agua y, como consecuencia, en la productividad de los cultivos. El impacto de la sequía depende del grado, la duración y el tamaño del área afectada (Wilhite y Glantz 1985). De acuerdo a Blum (1996), la sequía es un estrés multidimensional que afecta a las plantas en los distintos niveles de organización, tanto a nivel de la planta entera como a nivel del cultivo en un espacio y tiempo. La sequía es tal vez uno de los principales factores que limita la producción en el mundo (Jones y Corlett 1992). Es reconocido que el palto se caracteriza por ser una especie muy sensible al estrés por sequía, sobre todo en el periodo de floración y durante la primera parte de crecimiento del fruto, teniendo como consecuencia efectos directos en la producción de biomasa y frutos. Una de las más claras alternativas para resolver este problema es mejorar la eficiencia del uso del agua.

En este sentido, el empleo de sistemas de riego tecnificado, por goteo y micro aspersión, ha sido una alternativa para resolver en parte este problema. Por otro lado, la utilización de variedades y portainjertos resistentes a la sequía han sido propuestos para mantener los rendimientos altos y estables en áreas donde la sequía es común (Martínez 2008). Por esto, el mejoramiento de la resistencia a la sequía en palto debe ser un propósito en programas de mejoramiento a largo plazo, que permitan realizar estudios intensivos para identificar criterios de selección a la resistencia a la sequía en esta especie. Algunos criterios generalmente utilizados en programas para obtener tolerancia o resistencia a la sequía se basan en parámetros de productividad. Sin embargo, estas mediciones son tediosas y requieren mucho tiempo para realizarlas (Martínez *et al.*, 2007, Martínez, 2008). Hasta ahora, los resultados de diferentes

estudios muestran que es conveniente realizar la selección de genotipos más tolerantes o resistentes a la sequía usando caracteres morfológicos y fisiológicos.

6.5 Estrés por bajas temperaturas

Muchos cultivos de origen tropical y subtropical como el cultivo del palto son susceptibles al frío. Esto limita el área de producción y causa un potencial daño del tejido vegetal si las plantas son expuestas a bajas temperaturas. Las bajas temperaturas pueden también afectar los frutos de distintas especies, en rangos desde 0 a 4 °C para frutos de especies en zonas templadas, 8 °C para frutos subtropicales y cerca de 12 °C para frutos tropicales (Lyons 1973). La edad fisiológica, el desarrollo fenológico y el clima en precosecha puede también influenciar la sensibilidad al frío. Por ejemplo, los frutos que maduran a temperaturas altas son

más susceptibles al daño por frío que aquellos que maduran en condiciones de más bajas temperaturas. Esto es importante, porque el almacenaje y transporte de la fruta se realiza con bajas temperaturas para extender la vida de almacenaje de los frutos. De esta forma, frutos de plantas tropicales y subtropicales están a menudo sujetos a daño fisiológico y pérdida de calidad debido al frío en estas condiciones. La severidad del daño de tejidos sensibles al frío tiende a incrementar con la disminución de la temperatura y con la duración de la exposición a la baja temperatura. Además, el frío produce cambios en el sistema metabólico de las células con procesos de recuperación rápida y otros lentos. De esta manera el frío afecta el ambiente interno de cada célula y cada molécula de las células. Por lo que reacciones enzimáticas, tasas de difusión de substrato y propiedades de transporte a nivel

de membranas son afectadas con una consecuencia directa en la severidad del daño por frío (Kratsch y Wise 2000). Hay dos tipos de daño que una planta puede sufrir como consecuencia de las bajas temperaturas (Stushnoff *et al.*, 1984). El primer tipo de daño por frío, ocurre aproximadamente desde 20 a 0 grados Celcius. En el caso de plantas subtropicales el daño puede incluir un sin número de problemas fisiológicos asociados a la floración, desarrollo del fruto, rendimiento etc. Además, si el daño no es letal, puede ser reversible, aún cuando esto puede tomar mucho tiempo. En cambio, en árboles frutales de hoja caduca, la exposición de la planta a disminuciones de temperaturas graduales, sobre un rango crítico, puede resultar en un endurecimiento del tejido vegetal, que puede ayudar a reducir o eliminar el daño durante la época con más bajas temperaturas. Esta aclimatación se asocia a la formación de

yemas en reposo y es característica del desarrollo de brotes de tipo proléptico. Un segundo tipo de daño por descenso de las temperaturas es el denominado daño por congelamiento. Este tipo de daño sucede cuando la temperatura externa desciende bajo el punto de congelación del agua. Algunas variedades de plantas que son susceptibles al daño por congelamiento pueden morir cuando el hielo toca o se forma en sus tejidos. Por otro lado, hay muchas plantas adaptadas al frío que pueden sobrevivir a bajas temperaturas sin manifestar daño (Levitt 1980). El congelamiento puede ser intracelular y/o extracelular. En el congelamiento intracelular se daña la estructura protoplasmática y los cristales de hielo que se han formado rompen la célula. En el congelamiento extracelular, el protoplasma de la planta se deshidrata porque se crea una mayor concentración de solutos al exterior, debido a la formación

de hielo en los espacios intercelulares, lo que provoca una difusión del agua hacia el exterior de la célula vegetal. Además, cuando se forman núcleos por un enfriamiento del agua, el hielo intracelular se forma rápidamente, produciendo la muerte del tejido de la planta.

Daño por heladas en palto

Las heladas en el período invernal producen pérdidas económicas importantes en la industria del palto. Se habla de helada (meteorológica) cuando la temperatura desciende bajo 0 grados Celcius, medida a una altura de 1,5 m. desde el suelo. La magnitud de este evento meteorológico depende del lugar donde se encuentre el huerto, y se estima a través de la ocurrencia, duración e intensidad de la helada. El daño se origina por congelamiento del tejido vegetal, y produce la formación de cristales de hielo al exterior y/o interior de la célula, causa deshidratación y, eventualmente,

ocasiona la muerte de hojas, frutos y madera del palto. La sintomatología del daño comúnmente se manifiesta con oscurecimiento y caída de frutos, oscurecimiento de pedúnculos de frutos, necrosis de hojas y yemas entre otros síntomas (Fig.5); y la muerte de yemas apicales cambia el patrón de brotación en la siguiente primavera. La severidad del daño por helada en huertos de palto depende de factores tales como la ubicación del huerto, la variedad, la magnitud de la helada (ocurrencia, duración e intensidad), el tipo de órgano, la edad de los árboles, el estado nutricional del huerto y la poda. Cuando el daño de la helada es

severo, se afecta gran parte del follaje y la madera del árbol; y se produce un debilitamiento del huerto. Por lo que es muy importante evitar más situaciones de estrés y generar condiciones favorables para su recuperación. En este sentido, un buen manejo del riego y una poda adecuada son factores claves para ayudar a que la planta no sufra de estrés. Para considerar el manejo de poda se debe tener en cuenta el riesgo de ocurrencia de las heladas (cuadro 2), su posible intensidad y duración(Fig. 6); y para recuperar los árboles es muy importante realizar un manejo después de las heladas cuando los árboles presentan un daño intermedio o severo.

	Quillota (ladera)	Cabildo ("Pie monte")
Número de ocurrencia de heladas	0	33
Fecha de primera helada	no hay	9-10 de Mayo
Fecha de última helada	no hay	18-19 de Septiembre
Periodo libre de heladas	365	231
Periodo con heladas	0	134

Cuadro 2. Número de heladas, fecha primera y última helada de dos localidades: Quillota ladera y Cabildo "Pie monte" en el año 2007.



Figura 5. Daño del pedúnculo del fruto producido por la helada durante la temporada de invierno del año 2007.

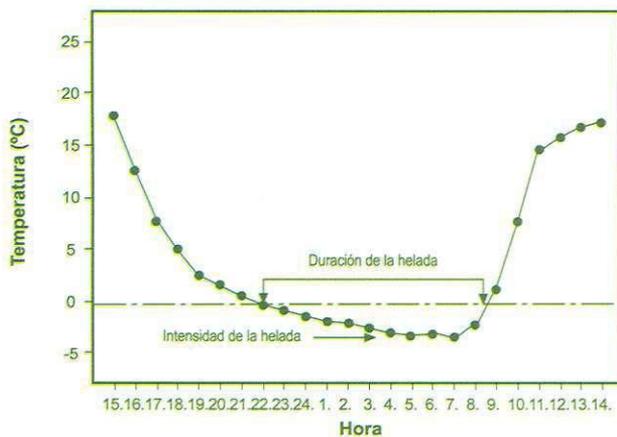


Figura 6. Duración e intensidad de la helada en la localidad de Cabildo ("Pie monte") en el día 11 y 12 julio del año 2007.

6.6 Estrés por exceso de carga frutal

Este tipo de estrés es causado por el exceso de floración y de cuaja que sigue a un año de escasa producción, el cual generalmente va acompañado de producción alternada o añerismo. Los síntomas son un elevado número de frutos con tamaño pequeño. Es común observar una gran cantidad de flores que cuaján en los años de baja cosecha. Por otra parte, en un año de buena cosecha se desarrollan pocas flores en las ramas que tienen fruta, por lo que se produce un bajo rendimiento al año siguiente. Además, se sabe que el desarrollo y el crecimiento de las raíces, de los brotes, de las flores y de los frutos están determinados por factores de tipo climático y genético. Estos factores influyen en el funcionamiento de las plantas y en el añerismo, el cual se puede presentar en ciclos de dos o más años, con un año de gran rendimiento y uno o más

años de escasa producción. Una de las alternativas para solucionar este problema es modificar la arquitectura y el vigor del palto a través del manejo agronómico de la poda. En este sentido, la mantención de una adecuada proporción de brotes prolépticos y silépticos en el árbol es importante para posibilitar un vigor adecuado y un buen comportamiento fisiológico del palto. Es por esto que la evaluación de la proporción de los brotes se constituye en una práctica útil para la evaluación del estado general del huerto y para la definición de los manejos agronómicos necesarios para aumentar la producción y el tamaño de las paltas.



El añerismo causa una reducción del tamaño promedio de las paltas en el año de alta producción.

Referencias bibliográficas

- ✓ Ashworth, V.E.T.M. and M.T. Clegg. 2003. Microsatellite Markers in Avocado (*Persea americana* Mill.): Genealogical Relationships Among Cultivated Avocado Genotypes. *Journal of Heredity* 2003:94(5) 407-415
- ✓ Bergh B., Ellstrand N. 1986. Taxonomy of the avocado. *Calif. Avocado Soc. Yrbk.* 70:135-146.
- ✓ Bernstein N., Meiri A. 2004. Root growth of avocado is more sensitive to salinity than shoot growth. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129: 188-192.
- ✓ Bingham F.T., Fenn L.B., Oertli J.J. 1968. A sandculture study of chloride toxicity to mature avocado trees. *Soil Science of American Proceedings* 32: 249-252.
- ✓ Blum A. 1996. Crop responses to drought and the interpretation of adaptation. *Plant Growth Regulation* 20:135-148.
- ✓ Campbell C.W. Malo S.E. 1976. A survey of avocado cultivars, p. 20-24. In: J.W. Sauls, R.L. Phillips and L.K. Jackson (eds.), *Proc. 1st Intl. Trop. Fruit Short Course: The avocado*. Fruit Crop Dept., Fla. Coop. Ext. Serv. Inst. Food Agricultural Sci., Univ. of Fla., Gainesville, Fla.
- ✓ Drew M.C. 1997. Oxygen deficiency and root metabolism: injury and acclimation under hypoxia and anoxia. *Annual Review of Plant Physiology. Plant Molecular Biology* 48: 223-250.
- ✓ Fukao T., Bailey-Serres J. 2004. Plant responses to hypoxia – is survival a balancing act? *Trends in Plant Science* 9: 449-456.
- ✓ Geigenberger P. 2003. Response of plant metabolism to too little oxygen. *Current Opinion in Plant Biology* 6: 247-256.
- ✓ Gil P., Schaffer B., Gutiérrez S. M., Li C. 2007. Effect of waterlogging on plant water status, leaf gas, exchange and biomass of avocado (*Persea americana* Mill). *Mundial Congress VI. Palta-Aguacate-Avocado. Viña del Mar, Chile., November 12 - 16, 2007.*
- ✓ Hallé, F., Oldelman, R.A.A., Tomlinson, P.B.. 1978. *Tropical trees and forest-an architectural analysis*. Springer. Berlin. 441 pp.
- ✓ Hernández, F. 1991. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* MILL.), cultivar Hass, para la zona de quillota. Tesis Ing. Agr. Quillota. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. 99 pp.
- ✓ Jones H.G., Corlett J.E. 1992. Current topics in drought physiology. *Journal of Agriculture Research* 119: 291-296.
- ✓ Kratsch H.A., Wise R.R. 2000. The ultrastructure of chilling stress. *Plant, Cell and Environment* 23: 337-350.
- ✓ Larral P., Ripa R. 2007. Evaluación de la efectividad de pesticidas para el control de *Heliothrips haemorrhoidalis* (Thysanoptera: Thripidae) sobre palto (*Persea americana* MILL). Resúmenes del VI Congreso mundial de la Palta, Viña del Mar, Chile, 12 al 16 de noviembre de 2007. p.80.
- ✓ Larson K.D., Schaffer B., Davies F.S. 1993. Physiological, morphological, and growth responses of mango trees to flooding. *Acta Horticulturae* 341: 152-159.
- ✓ Levitt J. 1980. Responses of plants to environmental stress. 2nd edition, Volume I. Chilling, freezing, and high temperature stresses. Academic Press, New York.
- ✓ Lovatt C.J., Witney G. 2001. Nitrogen fertilization of the 'Hass' avocado in California. *AvoResearch* 1(3): 1-4,11.
- ✓ Lyons J.M. 1973. Chilling injury in plants. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 445-466.
- ✓ Martínez J.P. 2008. Resistance to drought in crops (Chapter 10). In: "Abiotic Stress and Plant Responses". N. A. Khan & S. Singh (eds.). 190-197 p. Narosa Publishing House (www.narosa.com) y Alpha Science International Ltd., Oxford, Unite of Kingdom. ISBN: 978-81-7319-883-0.
- ✓ Martínez J.P., Silva H., Ledent J.F., Pinto M. 2007. Effect of drought stress on the osmotic adjustment, wall elasticity and cell volume in six cultivars of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *European Journal of Agronomy* 26:30-38.
- ✓ Mickelbart M.V., Arpaia M.L. 2002. Rootstock influences changes in ion concentrations, growth, and photosynthesis of 'Hass' avocado trees in response to

- salinity. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 127:649-655.
- ✓ Nitta, I., Ohsawa, M. 2001. Geographical transition of sylleptic/proleptic branching in three *Cinnamomum* species with different bud types. *Annals of Botany* 87, 35-45.
- ✓ Núñez-Elisea R., Schaffer B., Fisher J., Colls A.M., Crane J.H. 1999. Influence of flooding on net CO₂ assimilation, growth, and stem anatomy of *Annona* species. *Annals of Botany* 74: 771-780.
- ✓ Olesen T. 2005. The timing of flush developments affects the flowering of avocado (*Persea americana*) and macadamia (*Macadamia integrifolia* * *tetraphylla*). *Australian Journal of Agricultural Research* 56: 723-729
- ✓ Phillips P., Bekey R., Bailey B. 1992. An effective strategy for the management of Greenhouse Thrips in 'Hass' avocado orchards. *California Avocado Society Yearbook* 76: 99-107.
- ✓ Popenoe, W. 1941. The avocado: A horticultural problem. *Trop. Agric.* 18:3-7.
- ✓ Ripa R., Larral P. 2007. Evaluación de la efectividad de pesticidas para el control de dos especies de pseudocóccidos que atacan el palto (*Persea americana* Mill.) en Chile. Resúmenes del VI Congreso mundial de la Palta, 13 al 16 de noviembre de 2007, Viña del Mar, Chile. p.86
- ✓ Ripa R., Vargas R., Larral P., Rodríguez S. 2007. Manejo de las principales plagas del palto. *Revista Tierra Adentro* 73: 29-33.
- ✓ Rodríguez, F. 1982. El Aguacate. México D.F., México. 167 p.
- ✓ Roquelaure Y., D'Espagnac F., Delamarre Y., Penneau-Fontbonne D. 2004. Biomechanical assessment of new hand-powered pruning shears. *Applied Ergonomics* 35: 179-182.
- ✓ Salazar-García S., y 2006. Crop load affects vegetative growth flushes and shoot age influences irreversible commitment to flowering of 'Hass' avocado. *Hortscience* 41: 541-1546.
- ✓ Salvo, J.E. 2005. The effect of nitrogen and plant growth regulators on sylleptic and proleptic shoot development of 'Hass' avocado (*Persea americana* Mill.) – Relationship to yield. Univ. Calif., Riverside, PhD Diss.
- ✓ Schroeder, C.A. 1951. Flower bud development in the avocado. *California Avocado Society Yearbook* 36:159-163.
- ✓ Stushnoff C., Fowler D.B., Brule-Babel A. 1984. Breeding and selection for resistance to low temperature. pp 115-136. In P.B. Vose (ed.) *Plant Breeding - A contemporary basis*. Pergamon Press, Oxford.
- ✓ Tapia P. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Hass. 141 p. Tesis Ingeniero Agrónomo Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Quillota, Chile.
- ✓ Thorp T.G., Sedgley M. 1993. Architectural analysis of tree form in a range of avocado cultivars. *Scientia Horticulturae* 53: 85-98.
- ✓ Whiley A.W., Chapman K.R., Saranah J.B. 1988 a. Water loss by floral structures of avocado (*Persea Americana* Mill.) cv Fuerte during flowering. *Australian Journal of Agriculture Research* 39: 457-467.
- ✓ Whiley A.W., Saranah J.B., Cull B.W., Pegg K.G. 1988 b. Manage avocado tree growth cycles for productivity gains. *Queensland Agricultural Journal* 114: 29-36.
- ✓ Whiley A.W. 2002. Crop Management. p. 231-258. In: Whiley, A.W., B. Schaffer, and B.N. Wolstenholme (eds). *The Avocado, Botany, Production and Uses*. CAB International Publishing. Wallingford, UK.
- ✓ Wilhite D.A., Glantz M.H. 1985. Understanding the drought phenomenon: the role of definitions. *Water International* 10:111-120.
- ✓ Wolstenholme B.N. Whiley A.W., Saranah J.B. 1990. Manipulating vegetative reproductive growth in avocado (*Persea americana* Mill.) with paclobutrazol foliar sprays. *Scientia Horticulturae* 41: 315-327.
- ✓ Zilkah S., Klein I., Feigenbaum S., Weinbaum S.A. 1987. Translocation of foliar-applied urea 15N to reproductive and vegetative sinks of avocado and its effect on initial fruit set. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112:1061-1065.

Aclimatación: Proceso de adecuación de una planta a las condiciones ambientales que varían en un plazo de tiempo relativamente corto, por ejemplo en el transporte de una planta desde el vivero al lugar de plantación.

Acrótono: Describe el desarrollo mayoritario de yemas ubicadas cerca del ápice o punta de un brote, y es opuesto a basítono, cuando el desarrollo de yemas se produce principalmente cercano a la base del brote.

Axilar: Indica que una estructura pertenece o se asocia a la axila de un brote o de una hoja.

Bifurcado: Denota un sistema de conducción de la estructura de los árboles en que se desarrollan dos troncos principales que crecen inclinados en un ángulo que puede ser variable.

evapo-transpiración: Define la cantidad de vapor de agua que se pierde desde el suelo por evaporación y que sale desde las hojas al ambiente en el proceso de transpiración.

Mexícola: Nombre usado en Chile para definir el grupo de paltos de origen mexicano usados como raíz al realizar el injerto de una variedad sobre un patrón o portainjerto.

Portainjerto o patrón: Es la parte inferior del árbol injertado que incluye la raíz y la porción del tronco donde se inserta la variedad o cultivar de paltas de un determinado tipo.

PS II : El fotosistema II es una parte del sistema que tienen los tejidos verdes de las plantas para el procesamiento electrónico de la energía lumínica captada desde el sol.

Quelatos: Es un compuesto químico complejo en que una molécula orgánica se une a un elemento iónico de tipo metálico, y son usados para suministrar algunos nutrientes a las plantas.

Rauh: Un modelo de desarrollo arquitectónico de plantas que define características específicas para el desarrollo de brotes, para la ubicación de las flores y para el crecimiento de sus órganos estructurales.

RFA: Radiación fotosintéticamente activa es una fracción de la luz solar, que puede ser usada por las plantas para realizar el proceso de asimilación de gas CO₂ desde el aire y transformación de este gas en carbohidratos o azúcar en el proceso de la fotosíntesis.

Tendinitis: Inflamación de un tendón.

Tijerón: Nombre usado en Chile para denominar una tijera de mangos largos.

umol/m²/s: Es una unidad de medida que especifica una determinada cantidad de micromoles en un metro cuadrado por segundo, micromoles especifica una millonésima de una unidad de mol, y el mol especifica una cantidad específica de moléculas de un determinado tipo.

U.V.: Radiación solar o electromagnética ultravioleta, la cual puede afectar a los seres vivos en diferentes maneras.

Visión Estereoscópica: La visión estereoscópica se produce cuando al mirar los árboles con ambos ojos, se ven dos imágenes separadas, que al fundirse mentalmente en una imagen, produce un efecto visual de relieve tridimensional (ver ejemplos en esta página).

