

## FACTORES AGRONÓMICOS A CONSIDERAR EN LA IMPLANTACIÓN DE UN HUERTO DE PALTOS

**Francisco Gardiazabal I.**

Ingeniero Agrónomo

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso

Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda. (GAMA)

Es muy importante analizar los tres factores de producción fundamentales para la implantación de un huerto de paltos, para lograr no sólo la sobrevivencia de estos paltos, sino que obtener el máximo de rentabilidad posible. Estos factores son: Suelo, Clima y Agua, que determinarán a su vez, la o las variedades a implantar en el predio.

**SUELO:** Esta capa superior de la tierra donde crecen las plantas, es muy compleja, a causa de la gran variabilidad de sus componentes físicos y químicos que posee. El palto requiere de un muy buen drenaje en el suelo para poder vivir y producir, ya que es una de las especies más sensibles a la asfixia radicular.

Ensayos realizados en la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso, demuestran que cuando los árboles de distintas especies de hoja persistente, son sometidas a asfixia radicular, es el Palto después del Papayo, quien tiene la mayor sensibilidad a esta asfixia, siendo de una tolerancia intermedia los Chirimoyos, Lúcumos y Nísperos, y los más tolerantes los portainjertos de cítricos: *Citrus macrophylla*, *Citrang troyer* y *Poncirus trifoliata*, como lo muestra el siguiente Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Resistencia a la asfixia radicular de diferentes especies de hoja persistente.

ESPECIE	CAIDA FOLLAJE (días)	(% -	MUERTE PLANTAS (días)	(% -
PAPAYO	100 – 14 a 21		100 – 34	
PALTO	100 – 35 a 45		100 – 65	
CHIRIMOYO	80 – 150 a 225		50 – 225	
NISPERO	80 – 150 a 225		50 – 225	
LUCUMO	50 – 150 a 195		25 – 225	
P. trifoliata	100 – 150 a 195		0 – 225	
C. macrophylla	30 – 150 a 225		0 – 225	
C. troyer	30 – 150 a 225		0 - 225	

Castro y Barros U.C.V. 1989

Los aspectos más importantes a considerar en el suelo, para la implantación de un huerto de paltos, son:

**1.- Textura y Estructura:** La primera se refiere al tamaño de partículas que posee: arena, limo y arcilla, como así mismo a las proporciones que tiene de estos elementos; la segunda al orden que estas partículas están en el suelo. Los suelos donde hay un alto porcentaje de arenas, no tienen un orden estructural, como por ejemplo, cajas de ríos y de esteros.

El palto crece y produce considerables cosechas en suelos con altos contenidos de materia orgánica, no hay que olvidar que esta especie proviene de climas tropicales, con abundante agua, pero con un excelente drenaje. Estos suelos no están presentes en las zonas productoras de paltas en nuestro país, pero sí, lo vemos muy a gusto, donde predominan las arenas o cascajos, que suelen ser suelos menos fértiles pero con un muy buen drenaje.

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

**2.- Profundidad:** Esta especie, no necesita un suelo muy profundo, por que posee raíces y superficiales, produciendo abundantes cosechas en suelos de 30 a 40 cm. de profundidad, siempre y cuando tenga un subsuelo de excelente drenaje, o que esté ubicado en laderas de cerros. No obstante, un suelo profundo y de texturas medias, son condiciones determinantes en la cantidad de agua que puede retener.

La distribución radicular va a ser distinta en la medida que haya factores que así lo determinen, como por ejemplo: el tipo de suelo en que se desarrollen los árboles, de la profundidad efectiva de suelo, de la acumulación artificial de suelo que se haya hecho (camellones o montículos) y del sistema de riego que posea el huerto, entre otros.

En suelos de textura media y profundos, aproximadamente el 50% de las raíces de los paltos están en los primeros 30 cm. del suelo, un 30% a 40% entre los 30 y 60 cm. del suelo, y más abajo un 10 a 20% constituido normalmente sólo por raíces de soporte. Es impresionante observar la poca cantidad de raíces que poseen los paltos en profundidad, cuando árboles de la raza mexicana (comúnmente llamados “chilenos”, en nuestro país), sanos y de gran tamaño han caído después de un temporal, sólo se observan raíces hasta los 70 a 80 cm. de profundidad.

Si el suelo elegido, está en un plano, con pendientes menores al 15%, la profundidad del suelo necesaria para estas plantas, estará determinada por el subsuelo. Así por ejemplo, si el

subsuelo corresponde a un “hardpan” (llamado normalmente “tertel”), o un subsuelo denso (por ejemplo “cebo de burro”), o existe un nivel freático (agua libre), o cualquier otra dificultad o combinaciones de ellos, la profundidad necesaria será como mínimo de alrededor de 1,2 m. de suelo libre de cualquiera de estos impedimentos.

Esta profundidad puede ser menor, en la medida que la pendiente va siendo mayor, dentro de ciertos límites, y se considera que bastará con una profundidad efectiva de suelo de 60 a 70 cm., cuando la pendiente es superior o igual a un 60 a 70 %. No hay que olvidar que con estas pendientes, el escurrimiento de las aguas provenientes de las lluvias, es muy rápido y no deja encharcamientos.

Cuando la profundidad es escasa, se puede remediar haciendo camellones o montículos. Para el caso de camellones, existen primordialmente dos tipos:

- a) Un camellón relativamente pequeño, cuando no necesitamos subir más allá de 30 a 40 cm. el suelo, que se hace generalmente con tractor, arado y pala, con un costo que no es mayor a las 30 horas tractor, siempre que el suelo tenga una pendiente menor al 15%, y
- b) Camellones altos, en suelos que no tienen una profundidad mayor a los 40 - 50 cm. En este caso, se hacen camellones de 1 m. de altura, con diversas maquinarias como puede ser, motoniveladoras, buldozer o con excavadoras. Lo más económico, rápido y eficiente, se logra con excavadoras modernas, cuyo costo es cercano a las 25 - 40 horas de esta maquinaria especializada por há, si los camellones están cada 6 m.

Los camellones en cerros han ido variando a través de los años y es así que se ha llegado a poner los camellones de alto a bajo, en la máxima pendiente, pero, para tener la mínima erosión en estos camellones, se exige que se tomen una serie de medidas como son:

- a) Caminos: Los caminos, además de servir como vías de cosecha y movimiento de máquinas y gente, sirven para la evacuación de las aguas lluvias, las distancias entre ellos depende de la pendiente, pero, en lo posible no deben tener una distancia mayor a los 50 m ya que en caso contrario, dificultará enormemente la cosecha.

Los caminos actualmente son hechos con excavadoras y con las siguientes precauciones:

- Deben tener una pendiente (medianamente fuerte), hacia el cerro, ya que en este sector, donde existe el suelo más fuerte (rocas en descomposición o arcillas), se deberá hacer una cuneta, que impedirá la erosión al paso del agua que escurrirá de los camellones que están entre los caminos.

- Cada camino debe desaguar en quebradas, por lo tanto, debe tener una pendiente entre el 1 y el 2% entre la parte más alta del camino y el sector de desagüe en la quebrada.
- b) Quebradas: Las quebradas no sólo deben ser respetadas sino que se debe hacer algún tipo de manejo (como poner rocas grandes o reforestarlas o enrocarlas o hacer piscinas), si éstas están muy deterioradas. A toda costa debemos “romper la energía” (velocidad) del agua al pasar por las quebradas – que a su vez recibirán toda el agua de los caminos – y con esta medida evitar la erosión (y tal vez avalanchas, según sea el caso).

Otro punto muy importante de considerar en la profundidad de suelo, está relacionado con las nuevas plantaciones de Hass a 3 x 3 m, en este caso, pareciera que la necesidad de suelos profundos no es tan necesaria, ya que al llevar estos árboles una o dos podas anuales, ligado a la importancia de tener árboles de baja altura (no más de 2 m), involucran plantas con troncos y sistema radicular pequeño. Es así que en California, árboles de paltos plantados a 2,25 x 2,25 m y de 12 años de edad, tienen troncos equivalentes a paltos de 4 a 5 años de edad, plantados a distancias tradicionales de 6 x 6 m o 6 x 4m.

**3.- Topografía:** Durante muchos años, la topografía de los suelos fueron un gran impedimento para las plantaciones de frutales. Actualmente, con las modernas técnicas de riego, no sólo es factible producir en estos tipos de suelos, sino que además, se ha logrado ampliar las zonas regadas a terrenos baldíos, improductivos y con una pequeñísima vida silvestre.

El palto en nuestro país, es una de las pocas especies que pueden ser cultivadas en los cerros sin causar mayores inconvenientes, debido a que esta especie no tiene plagas o enfermedades que obliguen a hacer controles permanentes. Por otra parte, tiene la ventaja que en los cerros, en las áreas donde se cultiva esta especie, prácticamente no hay heladas, ya que el aire frío, se desplaza rápidamente hacia los sectores bajos, tal como lo hace el agua. La mayor dificultad está dada por el suelo y la cosecha.

Es difícil determinar la máxima pendiente a ser usada para las plantaciones de paltos, como así mismo, es muy difícil decidir la altura máxima (cota) del riego. En general, no se recomienda poner paltos en pendientes que superen el 100% (esto significa, la hipotenusa que forma un triángulo que tiene sus dos lados iguales, con un ángulo de 90°) y una cota de riego que va entre los 300 y 350 m. de altura con respecto a la fuente de agua, en este caso hay que considerar que el costo de subir cada metro adicional es lineal.

Existen actualmente plantaciones que exceden con mucho a estas recomendaciones, pero las dificultades vienen después, cuando hay que cosechar y al momento de pagar la energía eléctrica.

**4.- Pedregosidad:** Este factor, no tiene mayor importancia en este cultivo, ya que al no ser necesario el hacer controles químicos de pesticidas, las piedras y rocas pueden convivir con este cultivo e incluso, hemos visto crecer más rápidamente los árboles que están al lado de grandes rocas – hasta que los árboles las sombreen – posiblemente por el calentamiento de estas rocas durante el día y la posterior liberación del calor en la noche.

Sólo hace un poco más dificultoso, aumentando levemente los costos, el hacer los caminos necesarios del huerto. Los árboles y el riego, no tienen ninguna dificultad para adaptarse a esta circunstancia.

**5.-Salinidad:** Este es un factor muy importante a considerar, ya que se ha demostrado que suelos con una conductividad eléctrica del orden de 2 mmhos/ cm., provocan una pérdida de cosecha del 10%. Uno de los iones de mayor importancia en la salinidad, son los cloruros y los paltos tienen una distinta resistencia a estos iones, dependiendo de la raza a la que pertenezcan, es así que los paltos de la raza mexicana, toleran hasta 5 meq./l., mientras que los antillanos resisten hasta 8 meq./l.. No obstante, es el agua de riego la más importante en este caso, ya que si el agua es de buena calidad, se puede hacer lavados de suelo. Más adelante, cuando se aborde la problemática del agua, se volverá a tocar este tema.

Cuando hay problemas de salinidad y es necesario hacer lavados de suelo con agua, o cuando el agua de riego tiene salinidad, es necesario aplicar una fracción mayor de agua, para evitar estos excesos de cloruros que quemarán las hojas de los paltos; es en ese momento en el que necesitamos tener un suelo, ojalá del tipo arenoso o franco arenoso, con un subsuelo de muy buen drenaje y profundo, para poder aplicar mayores volúmenes de agua y no provocar asfixia radicular.

**6.-Fertilidad:** Desde el punto de vista de la implantación de un huerto de paltos, el aspecto nutricional, es menos importante que su condición física. En todo caso es imprescindible conocer, mediante análisis de suelo, antes de la implantación del huerto, el nivel nutricional, como también, el pH y la Conductividad Eléctrica que tienen los suelos.

El pH determina si el suelo es ácido o básico y nos indicará el tipo de fertilizante a usar; la Conductividad Eléctrica nos indica el grado de salinidad de los suelos, sin embargo, es necesario determinar cuales son los iones presentes, ya que en algunos casos puede que no

se trate de Cloruros, sino de Sulfatos (generalmente poco peligrosos en nuestras zonas palteras), o a veces Carbonatos, en este caso los problemas son nuevamente complicados ya que para los Carbonatos, se debiera determinar si se trata de Cal Activa o de Carbonatos Totales.

Cuando hay excesos de Cal, se reduce la asimilación del fierro, fósforo, manganeso, boro y cinc. Para paltos no están determinados los niveles máximos de Cal Activa que puedan soportar, pero se ha observado que niveles superiores al 2 – 3% en el suelo, implican deficiencias de fierro en las hojas y frutos y cuando estos niveles llegan al 4 – 5 % hay una baja en la producción y en el calibre de la fruta, problema que se puede controlar, pero con un costo alto.

Si el suelo tiene bajos contenidos de fósforo o potasio, es una de las pocas oportunidades que tendremos de aplicar algunos nutrientes de baja movilidad en el suelo. Si llegase a ser necesaria su aplicación, se puede aplicar una dosis de 100 - 150 g. de superfosfato triple y/o sulfato de potasio, por cada hoyo de plantación.

## **REQUERIMIENTOS DE CLIMA**

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

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

Tanto la raza Mexicana, como la Guatemalteca, corresponden a paltos que se desarrollaron en los países que tienen estos mismos nombres. Sin embargo, hay actualmente evidencias, que la llamada raza Antillana, tuvo su origen a lo largo de la costa del Océano Pacífico, en Centro América, y por lo tanto, sería más acertado llamarla raza de las "Tierras bajas". Por esta misma razón, la raza Antillana debiera ser designada como *Persea americana* subespecie "*occidentalis*".

La adaptación de estas razas a las condiciones ambientales en que se desarrollaron, fueron distintas, es así como la raza Antillana se adecuó a un clima genuinamente tropical, mientras

que las razas Guatemalteca y Mexicana, tuvieron otras condiciones, especialmente esta última que estaba en el límite climático y sus frutas quedaron más sujetas a pestes y enfermedades.

En las regiones palteras más frías, sólo los ejemplares provenientes de la raza mexicana lograron sobrevivir, y es así, que en los sectores de clima menos rigurosos de California, los paltos provenientes de la raza Antillana, fracasan en la cuaja de los frutos o hay problemas florales, al parecer por no tener un largo de día adecuado., en oposición a un gran crecimiento y una aparente buena salud; en estas condiciones solamente es posible cultivar algunos híbridos, quedando limitados, la producción de líneas puras. Pensamos que algo similar ocurre en la zona central de Chile, donde se han introducido algunas variedades antillanas resistentes a la salinidad.

Estas diferencias en la adaptación climática de las tres razas, se reflejan en las observaciones hechas por Popenoe en 1952 y en referencias actuales. Las tres razas además, difieren en muchos aspectos adicionales a la tolerancia climática, como se detalla el Cuadro 2.

Según el Dr. Bergh, las paltas provenientes de la raza Guatemalteca, son las de mejor calidad, pero la hibridación con las otras dos razas les confiere dos grandes ventajas. Primero, época de cosecha: tanto las provenientes de la raza Mexicana, como las de la Antillana, son mucho más tempranas en maduración, con lo cual, los híbridos alargan su período de madurez. Segundo, adaptación climática: en este punto las otras dos razas son totalmente opuestas, si se hibridizan con la raza Antillana, les confiere una buena adaptación a climas tropicales; cuando lo es con árboles de raza Mexicana, los hace más resistentes al frío.

El cultivar líder es el Hass, que ha sido considerado siempre como raramente resistente al frío (y de maduración temprana), un representante de la raza guatemalteca, sin embargo, este mismo autor señala, que en estudios sobre semillas provenientes de la auto polinización de esta variedad, es posible sugerir que tienen un 15% de sangre de la raza Mexicana.

Las tres razas difieren en cuanto al tipo de suelo y de las características que este tenga, es así como los árboles provenientes de la raza Mexicana, son altamente sensibles a la salinidad y a la clorosis férrica. Los paltos de la raza Guatemalteca son más resistentes a los problemas ya nombrados. Las zonas donde se originaron estas razas en cuanto a las condiciones de suelo y clima, son de frecuentes lluvias y habitan en suelos de muy buen drenaje.

Al contrario, los árboles provenientes de la raza Antillana, son mucho más tolerantes a ambas condiciones adversas; esta posible tolerancia a salinidad, se debe probablemente al hábitat de estas plantas en tierras bajas, sujetas a inundaciones periódicas, con una alta carga salina. Se

han visto árboles en sectores cercanos al mar, que presentan una marca en los troncos, a varios cm. sobre el suelo. Bergh (1992).

Cuadro 2. Comparación entre las tres razas hortícolas.

Raza	Mexicana	Guatemalteca	Antillana
<b>ÁRBOL</b>			
<b>General</b>	Origen	Tierras altas de México	Tierras altas Guatemala
	Adaptación climática	Subtropical	Subtropical
	Tolerancia al frío	Alto	Medio
	Tolerancia salinidad	Baja	Media
	Tolerancia clor. férrica	Media	Baja
	Añerismo	Menor	Mayor
<b>Forma</b>	Internudos	Más largos	Largos
	Lenticelas en brotes	Pronunciados	Ausentes
	Rugosidad Corteza	Menos	Más
	Pubescencia Madera	Más	Menos
<b>Hoja</b>	Tamaño	Más pequeño	Grande
	Color	Verde	Verde
	Color hoja nueva	Verdoso	Rojizo
	Olor a anís	Presente (normalmente)	Ausente
	Cerosidad envés	Más	Menos
<b>FRUTO</b>			
<b>Flores</b>	Época	Temprana	Tardía
	Flor a madurez fruto	5-7 meses	10-18 meses
	Persistencia Perianto	Mayor	Menor
<b>Pedúnculo</b>	Longitud	Corto	Largo
	Grosor	Medio	Grueso
	Forma	Cilíndrico	Cónico
<b>Fruto</b>	Tamaño	Chico - medio	Pequeño - grande
	Forma	Mayoría elongado	Mayoría redondo
<b>Piel</b>	Color	Normalmente morada	Negra o verde
	Superficie	Revestido de cerosidad	Asperosidad variable
	Grosor	Muy delgada	Gruesa
	Células pétreas	Ausentes	Presentes
	Flexibilidad	Membranosa	Rígida
	Facilidad de pelado	No	Variable
<b>Semilla</b>	Relación al tamaño	Grande	Muchas veces pequeña
	Testa	Delgada	Normalmente delgada
	Separación cavidad	Muchas veces holgada	Pegada
	Superficie	Suave	Suave
<b>Pulpa</b>	Sabor	Anisada, sazónada	Muchas veces rica
	Contenido de aceite	Más alto	Alto
	Fibrosidad	Común	Menos común
<b>Tolerancia a guardar en frío</b>	Más	Más	Menos

Fuente: Bergh, B. Dept. of Botany and Plant Sciences. Univ. California. 1992.



La **temperatura** -es dentro de los factores climáticos- el más importante a considerar, ya que ésta no sólo determinará la producción a obtener, sino que también la época de cosecha de una determinada variedad. Sin embargo, hay que distinguir que distintas temperaturas a lo largo del año, causarán diferentes efectos en la producción, es así que :

**1. Temperaturas Bajas:** Es la principal limitante, ya que el palto por ser un frutal de hoja persistente, está expuesto a las bajas temperatura que pueden ocurrir en otoño, invierno e incluso a comienzos de primavera -heladas- que provocan daños en la fruta e incluso en los árboles. En relación a las heladas, es necesario señalar que es tan importante el grado a que haya llegado la temperatura, como la duración de este fenómeno; esto puede determinar la sobrevivencia o muerte de un huerto de esta especie.

La resistencia al frío de las tres razas de palto, puede visualizarse a continuación en el Cuadro 3.

**Cuadro 3.** Resistencia al frío de los árboles de las tres razas de paltos

TIPO DE PLANTA	RAZA		
	Antillana	Guatemalteca	Mexicana
Jóvenes	- 1° a - 2°C	- 2° a - 4°C	- 3° a - 4°C
Adultas	- 1° a - 4°C	- 3° a - 5°C	- 4° a - 7°C

Se puede considerar, que las variedades pertenecientes a la raza mexicana resisten mejor el frío que la guatemalteca y antillana e incluso mejor que algunos cítricos como el limonero.

Las heladas pueden provocar daños muy graves en los árboles -dependiendo del momento en que se presenten- siendo menores si tienen lugar durante el período de reposo de las plantas, que cuando está comenzando o terminando el período vegetativo. Por ello, sólo debemos dar un cierto valor orientativo a las cifras citadas en la bibliografía, para las distintas variedades, que a continuación se detallan.

Existen varios tipos de heladas, pero la más importante en nuestro país son las heladas por **radiación**, que se caracterizan por la gran pérdida de calor durante la noche desde la superficie del suelo y que se ven favorecidas por un cielo sin nubosidad, un escaso o nulo viento y una baja humedad relativa en el aire.

Las heladas de **advección**, son provocadas por desplazamientos de masas de aire frío que invaden una zona completa. Es común en el sur de nuestro país la invasión de masas de aire

polar, sin embargo en la zona central, donde está la mayoría de los huertos de paltos, estas masas de aire frío difícilmente llegan a estos huertos, por su ubicación territorial y por la gran cantidad de cerros que frenan la entrada de estas masas de aire frío, excepto en sectores muy cercanos a la costa.

**Cuadro 4.** Resistencia al frío de frutas de distintas variedades de paltos

VARIEDAD	RAZA	RESISTENCIA AL FRÍO
Hass	Mayormente Guatemalteca	- 1,1°C
Fuerte	Mexicana x Guatemalteca	- 2,7°C
Zutano	Mayormente Mexicana	- 3,3°C
Edranol	Guatemalteca x Mexicana	- 3,3°C <sup>2</sup>
Bacon	Mayormente Mexicana	- 4,4°C
Negra de la Cruz	Mayormente Mexicana <sup>1</sup>	- 4,4°C <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Híbrido natural, producido en Chile, con características de las razas mexicana y guatemalteca, predominando en sus características, la raza mexicana.

<sup>2</sup> Resistencia similar a Zutano, en condiciones de campo.

<sup>3</sup> Resistencia similar a Bacon, en condiciones de campo.

Para escapar de las heladas, existen varios métodos de defensa, tanto activos como pasivos. Sólo me referiré a los métodos pasivos, que corresponden a tomar medidas preventivas para evitar o disminuir la intensidad de una helada.

- Evitar la implantación de variedades de palto muy sensibles al frío, como Hass, Gwen y Esther, en zonas donde existen muy altas probabilidades que ocurran heladas. En este caso preferir variedades como Negra de La Cruz, Bacon, Zutano o Edranol.
- Preferir suelos ubicados en faldeos de cerros y hasta suelos con pendientes del 100%. Es preferible -pero no indispensable- tener una exposición norte de estos suelos.
- Eliminar barreras, como por ejemplo una cortina cortavientos demasiado densa, como eucaliptus, donde el peligro de heladas es mayor hacia el lado de arriba de la pendiente.
- Mantener el suelo libre de malezas, sin hacer laboreo ni dejar mulch de paja u otro material en el suelo, ya que éstos aíslan tanto el calor recibido en el día, como el que escurre de las capas más profundas del suelo y que se debe liberar en la noche.
- Evitar las praderas, cereales o arbustos en la cercanía de los huertos ya que también actúan como aislantes del calor que proviene de las capas profundas del suelo, enfriando el contorno.

**2. Temperaturas en floración:** La temperatura influye sobre diversos procesos del árbol y especialmente sobre la floración. Es así, que en las distintas variedades comerciales de paltos estudiadas en los dos últimos años en la zona de Quillota, han mostrado que:

- a) Está influenciando directamente sobre la dicogamia de los paltos. El fenómeno de la dicogamia consiste en que las partes femeninas y masculinas de la flor maduran a distinto tiempo, hay que hacer notar que la flor del palto abre dos veces, la primera se comporta como femenina y luego, en su segunda apertura, como masculina. Por otra parte y dependiendo de este comportamiento, las variedades de palto se han clasificado en dos grupos: A y B. En las variedades tipo A, las flores abren primero al estado femenino en la mañana (primera apertura) y luego en la tarde del segundo día lo hace al estado masculino. A su vez, en las variedades tipo B, las flores abren como femeninas por primera vez en la tarde, luego cierran y en la mañana siguiente lo hacen al estado masculino.

En la zona de Quillota, en los dos años estudiados, muestran que tanto las variedades tipo A como B, presentan los dos sexos en todas las horas del día estudiadas y también en la noche; no obstante, las variedades tipo A, como Hass, Gwen y Esther, se inclinan por mostrar un patrón B y que las variedades tipo B, como Fuerte, Edranol, Bacon, Zutano y Whitsel, por un patrón tipo A.

- b) Cuando hay condiciones climáticas de altas temperaturas y luz solar, el ciclo floral se desarrolla rápidamente, por el contrario, cuando hay días nublados y fríos, seguidos noches con nieblas o lluvias, el ciclo se retrasará y puede ser inverso en el orden de la apertura floral; incluso en las variedades tipo B, no presentar la apertura del estado femenino. Altas temperaturas en la floración, estimulan el crecimiento vegetativo a expensas del desarrollo reproductivo, pues provocará abortos de frutos recién cuajados. También son nocivas las bajas temperaturas, ya que un elevado porcentaje de flores no abrirán nunca o sólo abrirán al estado femenino o masculino, perdiéndose una gran cantidad de flores.

Temperaturas irregulares y frías al comienzo de primavera prolongan la floración, provocando cuajas a lo largo de esta y presentando los frutos diferencias de 2 a 3 meses en su edad, pudiendo ser la causa de problemas en la exportación, esto es más importante en áreas cálidas, donde el crecimiento de los frutos es más rápido.

El palto tiene una floración prolongada, que dependiendo de los distintos cultivares, dura entre 2,5 a 3 meses; además, la época de floración va con relación a la raza que pertenezca la variedad, es así que, los cultivares del tipo mexicano florecen más temprano que los de la raza guatemalteca (como Hass), esta es una enorme ventaja para esta variedad, ya que nuestros mejores umbrales de temperaturas están hacia fines de octubre y en noviembre y que corresponden a la última época de floración.

- c) En Israel se ha demostrado para la variedad Fuerte, que aquellos árboles que presentan una gran cantidad de flores, no tendrán necesariamente una gran cuaja que a su vez se traducirá en una gran producción. Por el contrario, el tener una floración prolongada y no muy abundante en todo su período, produce más cantidad de fruta que una floración corta, violenta e intensa, ya que en este último caso, se agotan las reservas del árbol, como carbohidratos, reguladores del crecimiento y elementos minerales, fundamentales para una buena cuaja. Estos fenómenos están influenciados directamente por las temperaturas que se presenten en el período de la floración.
- d) Las condiciones ambientales juegan un papel fundamental en la formación de los granos de polen, por ejemplo en Estados Unidos, la variedad Fuerte en el área costera de Los Ángeles produce menos polen que en otras áreas de California (4.733 granos de polen, contra 9.747 granos de polen/flor como promedio).

En Australia, la Dra. Sedgley ha llevado una serie de experiencias con temperaturas en el momento de la floración de los paltos. Ella ha demostrado que:

- En la variedad Fuerte, observó que temperaturas diurnas mayores a 30°C o inferiores a 20°C afectaron a la floración, ya que, temperaturas altas estimulan el crecimiento vegetativo a expensas del desarrollo reproductivo, provocando aborto de flores y frutos. Las bajas temperaturas a su vez, son particularmente nocivas, ya que menos del 10% de las flores presentaron el estado femenino.
- Otros cultivares del tipo B, como Ryan, Edranol, Sharwill y Hazard, también presentaron esterilidad femenina con temperaturas diurnas de 17°C.
- Sólo Bacon (entre las variedades estudiadas), fue la excepción al presentar una alta proporción de flores al estado femenino, con temperaturas diurnas de 17°C.
- Cultivares tipo A como Hass, Reed, Wurtz, Rincon y Jalna, responden mejor que los del tipo B a bajas en las temperaturas durante la floración. Todos presentaron estados femeninos, sin embargo, el ciclo floral se prolongó hasta casi el doble en algunos casos

y los principales períodos de apertura floral ocurrieron en la noche. Esto también lo hemos comprobado en estudios hechos en la zona de Quillota, hecho que afecta a la polinización y cuaja, ya que los insectos polinizadores no son activos en la noche.

- La temperatura óptima para el crecimiento del tubo polínico para la mayoría de los cultivares es de 25°C, demorando alrededor de 3 horas en llegar hasta la base del estilo de la flor, sin embargo, la penetración de éste en el ovario, para alcanzar el óvulo no ocurre antes de 18 a 24 horas después de la polinización.
- Existen diferencias en la fertilidad femenina entre las diversas variedades, así por ejemplo, Fuerte tiene mayor proporción de embriones defectuosos al ser comparada con Hass, en consecuencia, tendrá menor cantidad de fruta fertilizada.
- Las temperaturas óptimas para floración y cuaja, serían:
  - Para los cultivares del tipo B como Fuerte y Sharwill: 25°C en el día, seguido de 20°C en la noche. El Dr. Whiley, también de Australia, demostró que la autopolinización en la variedad Fuerte puede ocurrir cuando las temperaturas son de 25°C en el día, seguido de 10°C en la noche.
  - La variedad Hass es menos sensible y tiene una buena cuaja, si las temperaturas varían entre: 28 y 33°C en el día, seguidos de temperaturas entre 12 y 17°C en la noche. Sin embargo, observó que el polen disponible en la etapa femenina estaba restringido y que este aumentaba cuando las temperaturas variaban día a día, por ej. un día con temperaturas de 20°C/10°C, seguido de un día con 30°C/15°C.

Basado en esta información, escogió un rango de temperatura diurna de 23 a 27°C, con una temperatura nocturna superior a 10°C, como óptima para la floración y cuaja.

En estudios realizados para la zona de Quillota, hemos tenido una buena correlación entre umbrales de temperatura (temperaturas diurnas iguales o mayores a 20°C, seguidos de temperaturas nocturnas iguales o mayores a 10°C) y la producción de la variedad Hass, cuando existen en el período de floración, a lo menos 14 días con estos umbrales.

Estas bajas temperaturas en épocas de floración (menores a 20°C en el día y bajo 10°C en la noche) pueden provocar una reducción considerable de la cuaja, echo que se registra periódicamente en las zonas cercanas al litoral.

Muchas veces sucede que en el día no hace mucho frío, pero al bajar la temperatura en la noche, ocasiona la muerte del tubo polínico, el que no alcanza a llegar al ovario para fecundar el óvulo.

### **3. Viento:**

Puede ser que la temperatura no sea tan fría, pero que tengamos - como es frecuente en Quillota y en otras áreas de producción de nuestro país - un viento costero fuerte, esta velocidad del aire hace que la temperatura baje y que también falle la polinización. De lo anterior se desprende que un método de lucha que podría reducir la falta de cuaja en el palto sería el uso de cortinas cortavientos. En huertos más abrigados protegidos por puntillas de cerros, cuajan más frutos que en otros, que se encuentran abiertos en pleno valle y expuesto al viento. Una buena posición protegida puede ahorrar las cortinas cortavientos.

Estas cortinas cortavientos se necesitan sólo por los primeros años de vida de los paltos, hasta que éstos se cubran y tapen la entrada del viento; pueden ser artificiales (malla raschell u otro tipo de malla) o naturales, empleando casuarinas o álamos.

En el caso de las cortinas cortavientos naturales, deben ponerse varios años antes que la plantación, para que crezcan lo suficiente como para proteger los paltos al ser plantados. Desgraciadamente estas cortinas originan tres problemas muy graves:

1. Sombreamiento de los paltos. La competencia producida por sombreamiento se puede reducir cortando las ramas de la cortina que dan hacia el huerto, recortándolas todos los años o cada 2 ó 3 años, dependiendo de la especie que se trate, disminuyendo así la sombra en el sentido lateral, pero al mismo tiempo en una primera etapa, sin reducir la altura de la cortina para obstruir el viento. Luego hay que hacer un manejo anual en altura, dejándola de una medida tal, que pueda ser manejada con cierta facilidad.  
Estas cortinas en general, cubren una distancia de 10 veces su altura, si la plantación está en un plano. En el caso de las plantaciones en pendientes, es distinto ya que dependerá en gran medida del ángulo de ataque del viento, como de la velocidad que éste tenga.
2. Competencia de raíces por agua y nutrientes. Esto se puede reducir cortando las raíces que dan hacia el huerto mediante la excavación de zanjas a unos 2 m. de distancia de los árboles y como mínimo 1,50 m de profundidad, o subsolando este mismo sector en forma anual y bajo 1 metro de profundidad.
3. Se puede agravar el daño de heladas al huerto, dependiendo ello de la dirección de los vientos dominantes. Pueden dañarse las primeras hileras de árboles contiguas a la cortina al acumularse al aire helado.

En el caso de las cortinas artificiales, su gran dificultad radica en el costo de estas cortinas, no sólo por el valor de las mallas, sino que de toda la infraestructura que éstas necesitan (palos

cuya base no se pudra con facilidad, alambres acerados y galvanizados o forrados, para evitar oxidaciones que a su vez romperán las mallas, tirantes de madera o de alambre, la instalación, la subida y bajada de estas mallas todos los años, tanto en otoño como en primavera, ya que su estructura generalmente no está calculada para soportar los vientos de temporales de otoño – invierno).

Otros problemas que acarrea el viento son: provocar russet en los frutos, rotura y desganche de ramas y obstaculizar el vuelo de abejas y de otros agentes polinizadores en el momento de la floración, cuando la velocidad del viento supera los 10 Km./hora.

No todo es negativo en el viento, ya que éste ayuda a la autopolinización (polinización de las flores del mismo árbol), siendo un medio muy importante en la polinización de los paltos expuestos al viento en Florida, donde debido a las condiciones climáticas – principalmente la humedad relativa – hace que el polen de las variedades antillanas que allí se cultivan, no sea adhesivo, pudiendo transferirse entre las plantas. También se ha comprobado en Israel, que el polen de la variedad Ettinger – usada como polinizante de Hass en ese país – es el más liviano de los granos de polen entre varios cultivares estudiados, llegando a polinizar árboles vecinos.

#### **4. Humedad:**

Tiene gran importancia la humedad relativa en la receptividad de los estigmas (parte femenina de la flor), cuando la humedad relativa del aire cae por debajo del 50%, hay una disminución de los líquidos del estigma, impidiendo la germinación de los granos de polen. Se ha visto que los estilos - parte superior de los estigmas, donde se depositan los granos de polen – permanecen de color blanco y receptivos en ambas aperturas de la flor, sí la humedad relativa del ambiente es alta (superior al 80%). Estos estigmas tienden a secarse rápidamente en la segunda apertura floral, sí la humedad relativa va entre el 40 y el 75% y/o con días ventosos, cuyas ráfagas superen los 25 Km./hora.

La viabilidad de los granos de polen dependen tanto de la temperatura como de la humedad relativa que exista en el lugar. Se ha estudiado que el polen permanece activo por 5 a 6 días, cuando las temperaturas fluctúan entre 21 y 33°C y la humedad relativa esté entre 57 y 63%.

### **REQUERIMIENTOS DE AGUA**

Este es otro de los factores fundamentales a considerar en la planificación de un huerto de paltos, ya que así como esta especie es muy sensible al exceso de agua en el suelo, también

una falta de este elemento traerá como consecuencia una merma importante en la producción, por la violenta reducción del calibre que sufren sus frutos al no disponer de la cantidad adecuada de agua.

Dentro de los requerimientos de agua, se debe considerar:

1. **Calidad del agua:** El palto es una de las especies más sensibles al exceso de sales presentes en el agua de riego. A continuación se dan valores referenciales de los distintos elementos que pueden ser peligrosos en el agua de riego.

- ❑ Conductividad Eléctrica : Menor a 0,75 mmhos/cm.
- ❑ Cloruros : Menor a 2,8 meq/litro o 100 ppm.
- ❑ Boro : Menor a 0,2 meq/litro

Los ríos que riegan las plantaciones de la IV, V y VI Regiones, tienen agua de buena calidad y los que riegan la Región Metropolitana, son de calidad inferior, que obliga a usar portainjertos más resistentes a la salinidad. La cantidad de agua en estos ríos es variable y faltan embalses que la puedan almacenar durante los inviernos lluviosos, para poder disponer de ella en los veranos absolutamente secos que tenemos en la zona central y norte del país.

Según Bernstein, Zilverstaine, Ioffe y Meiri en ensayos ejecutados en los últimos años en Israel, demuestran que el crecimiento de los brotes de los paltos son menos sensibles a la salinidad que el crecimiento del sistema radicular. Al trabajar en plantas de vivero, con el portainjerto Degania 117 (portainjerto antillano, tolerante a la salinidad) y al poner en la solución de riego 15 mM de NaCl, el crecimiento radicular se redujo en un 43%. Crecimiento que se redujo a un 75%, si la solución tenía 25 mM de NaCl. Sin embargo a estas dosis de salinidad, sólo se redujo la parte vegetativa en un 15%. Algo similar ocurrió cuando se trabajó con el portainjerto de origen mexicano Schmidt, que es sensible a la salinidad.

Al llevar estos ensayos al campo, obtuvieron similares resultados al comparar agua reciclada (de las ciudades), con agua normal de riego, el crecimiento radicular y la producción se redujo fuertemente.

En California (USA), Bender reporta pérdidas del 48% de la producción de Hass, al comparar agua de riego de buena calidad con agua reciclada, después de 4 años consecutivos de cosecha.



**2. Cantidad de agua:** La cantidad de agua a agregar en suelo, va a estar en relación directa a la transpiración de la planta, esta a su vez depende de varias contingencias como: factores ambientales (temperatura, humedad relativa, viento, radiación, superficie evaporante y presión), tipo y profundidad del suelo y a las características particulares de la planta (edad, tamaño, estructura, nivel de producción y la distribución de sus raíces).

Para poder dar algunas cifras al respecto, se considerará un huerto adulto, regado por microaspersión, en la zona de Quillota (con una precipitación promedio anual de 430 mm. y una evaporación de bandeja máxima de 7 mm./día en los meses más cálidos: diciembre y/o enero):

- Necesidad de agua anual: Alrededor de 9.000 m<sup>3</sup>/há.
- Necesidades diarias en el mes de máxima evaporación: 0,55 litros/seg./há./día.

Estas necesidades de agua variarán en cada una de las zonas de cultivo, al tener distintas temperaturas diarias o por la presencia de vientos o distintas humedades relativas del sector.