

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

Francisco Gadiazabal Irazabal

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*, *Citrange troyer* y *Poncirus trifoliata*, como lo muestra el siguiente Cuadro.

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

ESPECIE	CAÍDA FOLLAJE (%- días)	PERTE PLANTAS (%- días)
PAPAYO	100%- 14 a 21	100%- 34
PALTO	100%- 35 a 45	100% -65
CHIRIMOYO	80% - 1 50 a 225	50% - 225
NÍSPERO	80%- 150 a 225	50%- 225
LÚCUMO	50% - 1 50 a 225	25% -225
P. trifoliata	100%- 150 a 195	0% - 225
C. macrophylla	30% - 1 50 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 paltos en nuestro país, pero si, lo vemos muy a gusto, donde predominan las arenas o cascajos, que suelen ser suelos menos fértiles pero con un muy buen drenaje.

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 y el árbol se decae. 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 superficiales, produciendo abundantes cosechas en suelos con 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% y normalmente sólo 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 y sólo se observan raíces superficiales.

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 1 a 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 30 a 40 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 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, y

b) Camellones altos, en suelos relativamente planos, que no tienen una profundidad mayor a los 30 - 40 cm.. En este caso, se hacen camellones de 1 m. de altura, con diversas maquinarias como puede ser, motoniveladoras, buldozer o con retroexcavadoras. Al parecer, lo más económico, rápido y eficiente, se logra con retroexcavadoras modernas, cuyo costo es cercano a las 25 - 30 horas de esta maquinaria especializada por ha.

Para el caso de los montículos, se usan en laderas para suelos que presentan un "hardpan" a muy poca profundidad (30 a 40 cm.) y que una vez roto este tipo de suelo, se vuelve a estructurar pero no a cementar, como estaba inicialmente. También resultan eficaces, cuando hay "ojos de agua", que matarán al árbol, muchas veces aún haciendo drenes.

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 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 150 y 200 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.

Es indispensable en los cerros tener un acceso expedito y rápido, para todos los sectores plantados; para ello, se recomienda hacer caminos cercanos, no más allá de 6 líneas de paltos (plantados a 6 m.), cuando la pendiente no supera el 50% y no más de 4 líneas, cuando la pendiente del cerro es mayor. Estos caminos laterales, deben estar comunicados por un camino principal, cuya pendiente, no debe ser mayor a un 14%, para que puedan transitar los tractores sin mayores dificultades, con los carros cosecheros o con pulverizadoras.

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, posiblemente por el calentamiento de estas 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 Sulfates (generalmente poco peligrosos en nuestras zonas palteras), o a veces Carbonates, en este caso los problemas son nuevamente complicados ya que para los Carbonates, se debiera determinar si se trata de Cal Activa o de Carbonates 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% 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.

Cuadro 2. Comparación entre las tres razas hortícolas.

Raza	Mexicana	Guatemalteca	Antillana
ÁRBOL			
General			
Origen	Tierras altas de México	Tierras altas Guatemala	Tierras bajas
Adaptación climática	Subtropical	Subtropical	Tropical
Tolerancia al frío	Alto	Medio	Bajo
Tolerancia salinidad	Baja	Media	Alta
Tolerancia clor. férrica	Media	Baja	Alta
Añerismo	Menor	Mayor	Menor
Forma			
Internudos	Más largos	Largos	Más cortos
Lenticelas en brotes	Pronunciados	Ausentes	Ausentes
Rugosidad Corteza	Menos	Más	Más
Pubescencia Madera	Más	Menos	Menos
Hoja			
Tamaño	Más pequeño	Grande	Más grande
Color	Verde	Verde	Verde pálido
Color hoja nueva	Verdoso	Rojizo	Verde amarillento
Olor a anís	Presente (normalmente)	Ausente	Ausente
Cerosidad envés	Más	Menos	Menos
FRUTO			
Flores			
Época	Temprana	Tardía	Temp-intermedia
Flor a madurez fruto	5-7 meses	10-18 meses	6-8 meses
Persistencia Perianto	Mayor	Menor	Menor
Pedúnculo			
Longitud	Corto	Largo	Corto
Grosor	Medio	Gruoso	Delgado
Forma	Cilíndrico	Cónico	Cabeza de clavo
Fruto			
Tamaño	Chico - medio	Pequeño - grande	Medio-muygrande
Forma	Mayoría elongado	Mayoría redondo	Variable
Piel			
Color	Normalmente morada	Negra o verde	Verde pálida castaño
Superficie	Revestido de cerosidad	Asperosidad variable	Lustrosa
Grosor	Muy delgada	Gruosa	Medio
Células pétreas	Ausentes	Presentes	Muchas
Flexibilidad	Membranosa	Rígida	Cueruda
Facilidad de pelado	No	Variable	Si
Semilla			
Relación al tamaño	Grande	Muchas veces pequeña	Grande
Testa	Delgada	Normalmente delgada	Gruosa
Separación cavidad	Muchas veces holgada	Pegada	Mayormente holgada
Superficie	Suave	Suave	Rugosa
Pulpa			
Sabor	Anisada, sazónada	Muchas veces rica	Dulce, suave
Contenido de aceite	Más alto	Alto	Bajo
Fibrosidad	Común	Menos común	Intermedia
Tolerancia a guardar en frío	Más	Más	Menos

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

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 hibridan 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 Guatemalteca y más aún los de la raza Mexicana, son altamente sensibles a la salinidad. Además los paltos Mexicanos y en mayor medida, los de la raza Guatemalteca son muy sensibles a la clorosis férrica. Esto se debe a que en las zonas donde se originaron estas razas, las condiciones de suelo y clima son tales que, tienen 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 habitat 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).

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.

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 ²
Bacon	Mayormente Mexicana	- 4,4°C
Negra de la Cruz	Mayormente Mexicana ¹	- 4,4°C ³

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

² Resistencia similar a Zutano, en condiciones de campo.

³ Resistencia similar a Bacon, en condiciones de campo.

Existen varios tipos de heladas, pero las más importantes 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.

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, Rincón 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 principales zonas productoras de paltas en nuestro país y que afecta mayormente a los huertos que están muy cercanos al mar.

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 una cortina cortaviento. 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 la cortina cortaviento.

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 eucaliptos, 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 y ojalá con maquinaria.

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 depende 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
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 6.000 m³/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.