

Seminario Internacional Manejo del Riego y Suelo en el Cultivo del Palto

Situación hídrica de las plantaciones de palto en Chile

Pilar Gil Montenegro
Ing. Agrónoma
INIA CRI V Región
Candidata a Doctor en Ciencias de la Agricultura

1. Introducción

La industria de la palta en Chile es uno de los rubros frutícolas que mayor desarrollo ha presentado en la última década. Hoy en día la superficie plantada con esta especie es la tercera en importancia después de la vid de mesa y manzano, llegando a 26.731 ha (CIREN, 2006). Además de esto, hoy en día Chile es el segundo país exportador de esta fruta a nivel mundial. La producción nacional alcanza las 163.000 ton (temporada 2005, Gámez, 2006), y de esto el volumen exportado alcanza 113.592 ton (temporada 2004/2005, Gámez, 2006).

El desarrollo del cultivo del palto cv. Hass en Chile, debido principalmente a los beneficios económicos que tiene respecto a otros frutales, ha provocado que las zonas de producción se hayan desplazado hacia el norte y en gran parte a laderas de cerro, en busca de lugares con climas benignos, que signifiquen producciones tempranas y libres de heladas, o bien reemplazar cultivos frutales que hoy en día carecen de rentabilidad. Por esta razón, el palto se cultiva hoy en día en suelos cada vez más limitantes, lo que junto a problemas en el manejo y diseño de sistemas de riego, ha aumentado el decaimiento por asfixia radical de zonas cultivadas en la mayoría de los huertos. Lo anterior podría ser una explicación de porqué la producción promedio nacional alcanza sólo 9 ton/ha en huertos productivos, mientras el potencial productivo de esta especie supera las 30 ton/ha.

La producción del palto y de la mayoría de las especies frutales, depende en gran medida del manejo de riego. En este caso, el manejo del agua no sólo se traduce en kilogramos exportables, sino también en el estado sanitario de la planta y en la longevidad del huerto. Las estrategias de riego son variadas y su ejecución depende principalmente de las características de cada caso.

En el presente trabajo se presenta un diagnóstico de la situación hídrica actual de las plantaciones de palto en Chile, relacionada a las características edáficas de cada localidad.

2. Zonificación de las plantaciones de palto en Chile

La superficie de huertos comerciales de palto (*Persea americana* Mill.) en Chile alcanza hoy las 26.731 ha (ODEPA y CIREN, 2002, 2003, 2004 y 2005), lo que significa un

crecimiento de 83.4% en 10 años. Esta superficie se concentra en la IV Región, Región Metropolitana, VI Región y principalmente en la V Región, donde existe 55,8% de la superficie plantada con palto en Chile (Cuadro 1).

Cuadro 1: Distribución de la superficie cultivada de paltos en Chile.

Superficie plantada con paltos por región			
IV Región	V Región	RM	VI Región
3.932 ha	14.930 ha	5.577 ha	2.007 ha

Fuente: ODEPA y CIREN, 2002, 2003, 2004 y 2005.

En los últimos años se ha observado un importante crecimiento de la superficie cultivada con palto en la IV región, donde por motivos de precocidad en la cosecha y menor valor de la tierra, agricultores de la zona y de la V región han invertido en la zona norte.

Con respecto a los sistemas de riego utilizados en las plantaciones de palto en Chile, se puede señalar que de un total de 26.603 ha correspondientes a la superficie total de plantaciones de palto bajo riego, un 54.7% corresponde a microaspersión y un 24.8% a goteo (Cuadro 2). Cabe destacar que la superficie regada con este último sistema ha aumentado en los recientes años.

Cuadro 2: Distribución de los sistemas de riego utilizados en paltos en Chile.

Sistemas de riego en huertos de palto				
Microaspersión	Goteo	Aspersión	Surco	Tendido
54.7%	24.8%	0.5%	16.9%	2.6%

Fuente: CIREN, 2006

Las nuevas plantaciones de paltos presentan en algunos casos sistemas de riego por goteo, con tres líneas de riego y emisores de bajo caudal, o bien sistemas de microaspersión diseñados para trabajar en forma intensiva, muchas veces con drenaje reducido (líneas de emisores antidrenantes). Estos sistemas presentan un mayor costo por hectárea pero permiten riegos de mayor frecuencia con menores diferencias de descarga entre emisores.

3. Características edáficas para el desarrollo del palto.

3.1. Condición edáfica original del palto.

El palto es un cultivo originario de bosques ubicados en las Antillas, Guatemala y México. Estas zonas, además de presentar climas de tipo tropical y subtropical, presentan suelos de tipo Andisol, de origen volcánico, los que se caracterizan por presentar una baja densidad

aparente (Da: 0.4-0.8 g/cm³), una alta macroporosidad (mayor a 46%), profundos, pH entre 3.5 a 6, con alto contenido de materia orgánica (10%), altamente permeables y de rápido drenaje. A su vez, las pendientes son poco pronunciadas (Aguilera y Salazar, 1991, Matava, 1991, Bergh, 1992, Wolstenholme, 2002, Anguiano *et al*, 2003).

3.2. Condición edáfica del palto en Chile.

En Chile, los suelos en los cuales se cultiva el palto corresponden principalmente a suelos Alfisoles, de origen aluvial, los que se caracterizan por presentar una alta densidad aparente, que fluctúa entre 1.3- 1.5 g cm⁻³ (Lemus *et al.*, 2005). Por su parte, estos suelos presentan una baja macroporosidad (15%) lo cual es un factor limitante si consideramos que el palto cv. Mexícola presenta más de un 44% de raíces dañadas cuando hay bajos niveles de difusión de oxígeno en el suelo (menor a 0,17 µg cm⁻² min⁻¹) (Stolzy *et al.*, 1967).

El crecimiento de la superficie plantada de paltos en Chile se ha realizado principalmente en laderas de cerro, donde generalmente se presentan condiciones heterogéneas de textura y profundidad efectiva (30 cm a 1,5 m). El material parental de los cerros de la zona central es de origen granítico y basáltico, originando suelos con texturas arcillosas en su mayoría. Además de esto se presentan pendientes que varían desde 15% a más de 100%. (Ferreira *et al.*, 2001).

De acuerdo a estudios realizados por INIA en la Provincia de Quillota, algunas de las principales características de los suelos en cerro son que corresponden a suelos de clase VI, presentando humedad y anegamiento, baja profundidad efectiva, alta susceptibilidad a erosión, y pendientes con 30 a 45% (muy inclinado), aunque últimamente se ha observado un aumento de huertos establecidos en pendientes de más de 45% de inclinación (fuertemente inclinado). De acuerdo a este estudio existen 7 sistemas de plantación en cerro: plantaciones directas en suelo, camellones a favor y en contra pendiente, terrazas, curvas de nivel, montículos y plantaciones con presencia de zanjas a favor de la pendiente. Con respecto a las zonas de decaimiento, según este estudio, en los sistemas de camellones y terrazas se aprecia entre un 0 y 4% del área plantada con presencia de árboles desfoliados y con síntomas de asfixia radical. Por su parte en suelo sin manejo de profundidad efectiva y en aquellos donde se han realizado zanjas de evacuación, se presenta entre un 5 y 10% del área plantada con árboles decaídos (Ferreira *et al.*, INIA, 2001).

Las características anteriormente señaladas son comunes en los cerros de la zona central, considerando laderas de la IV región y RM. Es importante considerar estas características en lo referente al diseño de sistemas de riego y principalmente en el manejo de éste, considerando que aún existe un gran potencial de crecimiento de la superficie plantada con paltos en ladera de cerro. A modo de ejemplo, sólo en la cuenca del río Aconcagua existen 40.000 hectáreas sobre cota canal posibles de ser plantadas. (Ferreira *et al.*, INIA, 2001).

4. Situación hídrica de huertos de palto en Chile.

4.1. Situación en la V Región

La V región de Chile presenta 14.930 ha palto (55,8% de la superficie nacional), de las cuales un 48.4% se ubican en la Provincia de Quillota, un 37.9% en la Provincia de Petorca, un 10.67% en la Provincia de San Felipe, un 1.35% en la Provincia de los Andes, y un 1.6% en las provincias de Valparaíso y San Antonio. (ODEPA y CIREN, 2002). Un gráfico de la distribución de los huertos de palto en esta zona se puede observar en la figura n°1.

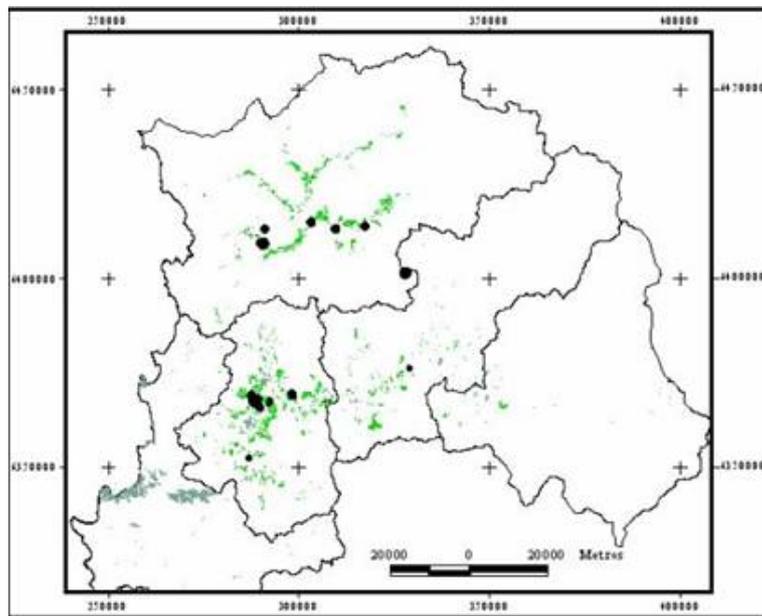


Figura n°1: Distribución de las plantaciones de palto en la V región.
(Nájera, 2006)

La ubicación de las plantaciones de palto en la V región se presenta en plano (principalmente huertos antiguos) y en cerro, situación en aumento toda vez que las nuevas plantaciones se realizan principalmente en estas condiciones. Los principales sistemas de plantación son directamente en suelo y en camellones a favor de la pendiente, aunque también se observa una importante superficie en terrazas.

Con respecto a las características del agua de riego, en general se observan pocas limitantes en la calidad de ésta, ya sea proveniente de los principales ríos de la región o aguas subterráneas. Los pH de las aguas de la V región fluctúan entre 7.2 a 8.3, mientras que su Conductividad Eléctrica presenta valores cercanos a 0.6 dS m^{-1} .

La evapotranspiración potencial anual es variable según la zona, pero es posible señalar que ésta varía entre Eto anual de 1550 mm/año (Chincolco) y 795 mm/año (Santo Domingo).

Los suelos plantados con palto en la V región son variados, aunque un 40% de las plantaciones se concentran en suelos de la Serie Asociación Challay (18%), Serie Ocoa (11%), y Series misceláneas (11%), las que en general presentan texturas francas a franco – arcillosa, principalmente en piedmont. En la figura n° 2 es posible apreciar la distribución textural de los suelos con palto en la provincia de Quillota.

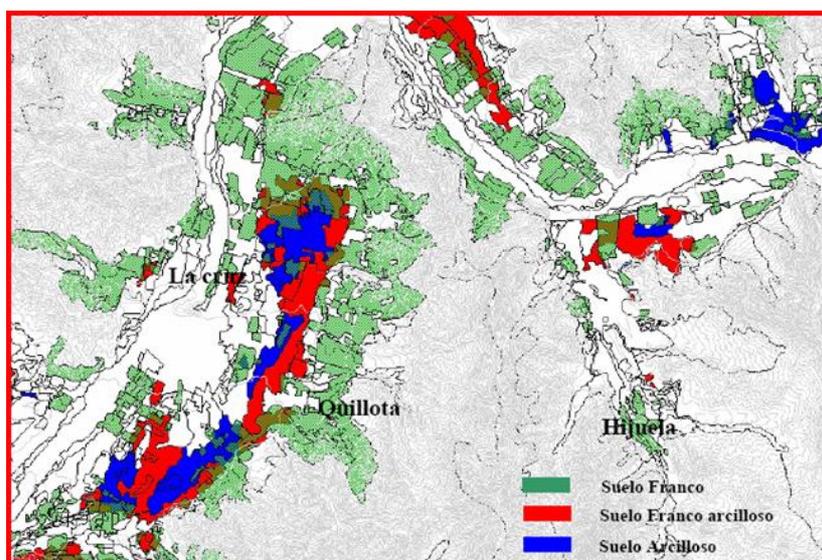


Figura n°2: Suelos plantados con palto en la Provincia de Quillota
(Nájera, 2006)

Con respecto a las propiedades físicas de los suelos plantados con palto en la V región, es posible señalar que más de un 60% de la superficie está establecida en suelos con densidad aparente entre 1 y 1.2 g cm⁻³, mientras que más de un 20% se encuentra en suelos con densidad aparente de 1.3 a 1.6 g cm⁻³ (Figura n° 3) (Nájera, 2006).

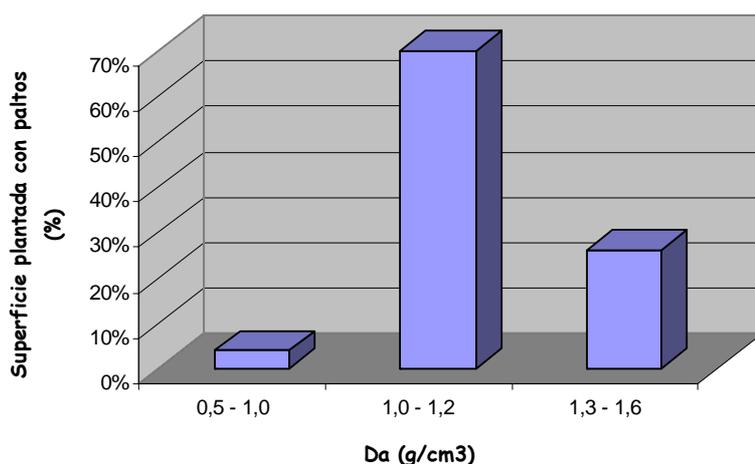


Figura n° 3: Distribución porcentual de superficie plantada con paltos según densidad aparente de suelo.

Con respecto a la clase textural, es posible señalar que más de un 50% de la superficie cultivada con palto presenta suelo con 20 a 39% de arcilla, mientras que menos del 40% se ubica en suelos que sólo presentan entre 5.8 y 19% de arcilla en su composición (Figura n° 4). (Nájera, 2006).

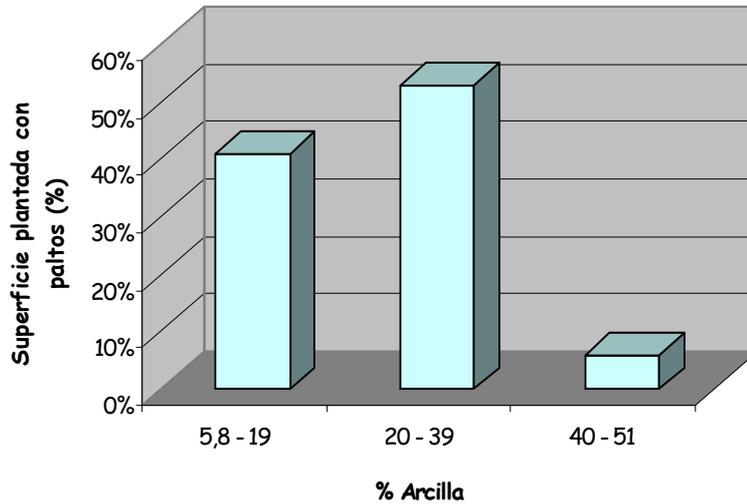


Figura n° 4: Distribución porcentual de superficie plantada con paltos según densidad porcentaje de arcilla.

Con respecto a la macroporosidad de los suelos cultivados con palto en la V región, es posible señalar que un 40% se encuentra en suelos de entre 20 y 36.8% de macroporos, mientras que cerca de un 30% se encuentra en suelos de 17 a 19.9% de macroporos, y cerca de un 20% en suelos de entre 8.3 y 16.9% de macroporosidad. (Figura n°5). (Nájera, 2006).

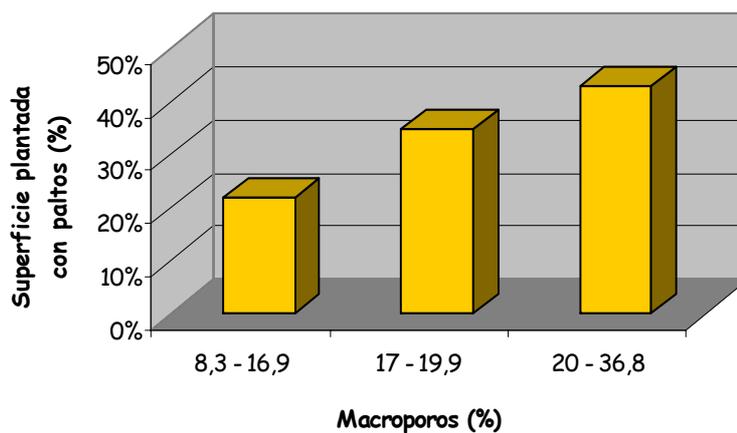


Figura n° 5: Distribución porcentual de superficie plantada con paltos según porcentaje de macroporos.

El potencial productivo del cultivo del palto es cercano a las 30 ton/ha, como se ha demostrado en huertos de distintas zonas productivas del mundo incluyendo Chile. En la V región se observan estos rendimientos en huertos trabajados en forma muy intensiva y con altos costos de producción, aunque estas producciones no son sustentables en el tiempo. Una constante en estos huertos altamente productivos es el uso de metodologías de monitoreo del estatus hídrico de la planta y el suelo.

En zonas donde se presentan texturas de tipo Franco arenoso y alta pedregosidad, como por ejemplo laderas de cerro en Panquehue, es posible llegar sin mayores esfuerzos a rendimientos promedios de 18 - 20 ton/ha de forma perdurable en el tiempo, y en ausencia de zonas decaídas. (Foto n°1).



Foto n°1: Perfil de suelo plantado con palto en la zona de laderas en Panquehue.

Sin embargo, al realizar un recorrido por otras zonas de la V región es posible observar que muchos huertos presentan zonas con plantas decaídas, la mayoría ubicadas en las zonas bajas de las laderas de cerro. Algunas plantaciones se observan con plantas de menor desarrollo foliar o amarillentas, y otros casos se observan con plantas muertas o bien rebajadas. (Fotos n°2 y n°3).



Foto n°2: Plantación en ladera de cerro con zona de decaimiento, Cabildo, V Región.



Foto n°3: Plantación en ladera de cerro con zona de decaimiento, La Ligua, V Región

Aunque hace un tiempo el decaimiento de los paltos se atribuía a la enfermedad Tristeza del palto causada por el hongo *Phytophthora cinamommi*, la localización del problema en zonas bajas de los cerros o bien en depresiones causadas por la irregularidad de la topografía de las laderas, sumado a que el decaimiento ocurre en forma pausada, y que los pH de los suelos son más bien neutros a básicos en la zona central de Chile, hacen pensar que este problema corresponde más bien a un estrés de tipo abiótico debido a la acumulación de agua en estas zonas, lo que provocaría el problema de asfixia o hipoxia radical, el cual se manifiesta generalmente luego del 4° año de la plantación.

Las razones de la acumulación de agua en las zonas bajas de las plantaciones en ladera puede atribuirse a que por una parte, los cerros presentan horizontes de suelo de textura franca a franca arcillosa, seguido de roca, lo que provoca que exista un pobre drenaje en profundidad, y que éste se realice principalmente en un movimiento descendente subsuperficial (Figura n° 6). Por otra parte, el drenaje del agua en tuberías que no presentan sistemas de válvulas antidrenantes o de retención, provoca que los emisores de las zonas terminales entreguen un volumen de agua significativamente superior a las zonas superiores del huerto (Figura n° 7).

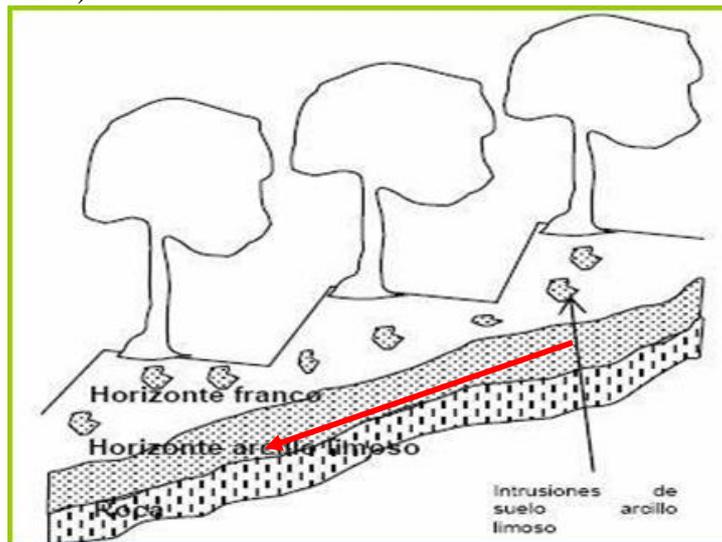


Figura n°6: Ejemplo de perfil de suelo en cerro. Drenaje subsuperficial de aguas.
(Figura: Maldonado y Celedón, 2006).

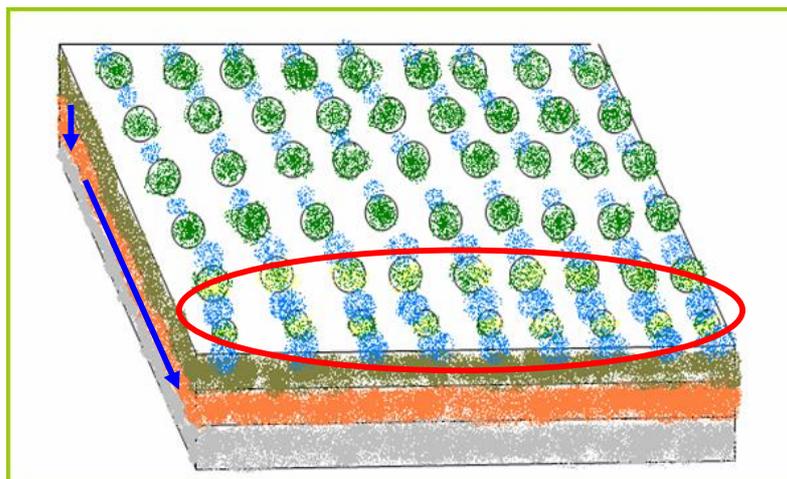


Figura n°7: Esquema de una situación de anegamiento en laderas de cerro plantadas con palto.

4.2. Situación en la Zona Norte (IV Región).

Las plantaciones en la zona norte de Chile suman 3.932 ha, las cuales se distribuyen en el valle de Elqui (8.6%), el valle del Limarí (76.1%) y el valle del Choapa (15.3%). Las condiciones de las plantaciones de palto son similares en las áreas de los ríos Limarí y Choapa, donde los huertos se ubican principalmente en laderas de cerros circundantes. Los suelos de estos huertos son principalmente Franco Arcillosos a Arcillosos; los sistemas de plantación son principalmente en camellones a favor de la pendiente. Con respecto a problemas de salinidad e iones específicos, en general no existen problemas, aunque sí hay zonas con problemas de carbonatos de calcio. Con respecto a la calidad del agua, esta presenta buenas condiciones, considerando que la Conductividad Eléctrica fluctúa entre 0.5-0.7 dS m⁻¹ y el pH entre 7-8.

Las áreas plantadas del valle del Limarí, presenta características climáticas que permiten una cosecha más temprana y concentrada. A su vez, estas características también permiten que este cultivo tenga un potencial productivo superior a 20 ton/ha sustentables en el tiempo. La evapotranspiración potencial bajo el nivel del embalse La Paloma alcanza niveles de 11.000 m³/ha/año, mientras que sobre este nivel el ETo alcanza niveles de hasta 19.000 m³/ha/año. Este factor, combinado con la presencia de suelos arcillosos, complica el manejo del riego en esta zona alta de la IV región.

En Ovalle se repite el problema mencionado con respecto a los cerros de la V región, observándose zonas fuertemente decaídas en las partes bajas de las laderas o de sectores de riego, pero también existen casos donde se observa una distribución azarosa de árboles con síntomas de asfixia. Lo anterior dificulta la toma de decisiones para superar el problema de asfixia en estos huertos, obligando muchas veces a manejar el riego para cada caso, lo cual se torna inmanejable y costoso.

En la figura n° 8 se aprecia la distribución de los tipos de suelo en los cuales se cultiva el palto en la zona de Ovalle. Cabe destacar la gran proporción de de suelos Franco Arcillosos y Arcillosos en la zona.

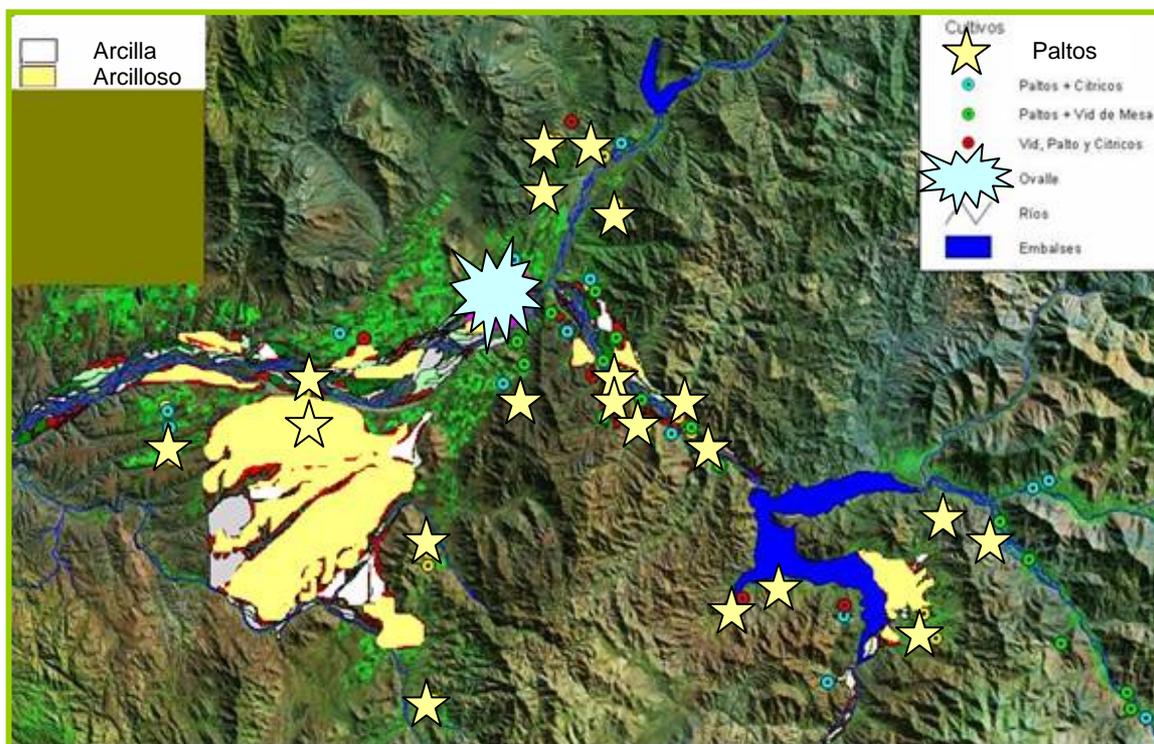


Figura n° 8: Distribución de distintos tipos de suelo en la zona de cultivo de paltos y otros frutales en la zona de Ovalle. (J. Cuevas, INIA Intihuasi).

La zona del Valle de Elqui, Río Claro y Río Turbio es un área de menor superficie cultivada con palto, pero que presenta grandes ventajas con respecto a la producción de fruta temprana. Los suelos de esta zona presentan en general un bajo contenido de materia orgánica (< 1.5%), pH mayores a 7.2, y en las zonas regadas por el río Turbio se observa acumulación de sodio y cloruros, carbonatos (> 5% en algunos sectores) y Boro. Los problemas de salinidad en esta zona son comunes por la falta de lavado de aguas lluvia y por los altos contenidos de sales el agua de riego. Por otra parte, en esta zona se presenta una alta evapotranspiración potencial, llegando a 20.000 m³/ha/año en algunas ocasiones. (Ibacache y Rojas, 2006).

4.3. Situación en la Región Metropolitana

La Región Metropolitana que actualmente presenta 5.577 ha plantadas con palto, concentra estas plantaciones principalmente en la zona de Melipilla (61%) y Talagante (28%), aunque también existen huertos en la Provincia de Maipo (10%).

La situación de Melipilla, Talagante y María Pinto, es muy similar a la V región, es decir, existen plantaciones ubicadas en plano y fuertes pendientes, presentando suelos principalmente de tipo Franco Arcillosos y Arcillosos y sistemas de plantación directamente en suelo, camellones y terrazas.

Los suelos de Mallarauco y algunos cercanos a Melipilla, son suelos de drenaje lento o moderado. Por otra parte, las aguas de riego provienen del río Mapocho y Maipo, y por lo tanto contienen una alta concentración de sales (cloruros), lo que obliga a realizar lavados de perfil cada cierto tiempo. Sin embargo, la existencia de problemas de drenaje en estos suelos dificulta el manejo de lavado, problema especialmente agudo en las zonas depresionales de la zona de Mallarauco. En la zona de María Pinto la situación es similar, aunque en este caso a este problema se suma la existencia de una tosca, y por lo tanto la imposibilidad de evacuar las sales del perfil de suelo (C. Bonomelli, comunicación personal).

La calidad del agua de riego en esta zona se caracteriza por un pH que fluctúa entre 7.3 y 8.2, una Conductividad Eléctrica de 1.2-1.6 dS m⁻¹ y una concentración de cloruros de entre 87.5 - 182 ppm. Esto es importante de considerar ya que el límite de tolerancia del palto a cloruros es de 177 ppm (Gardiazábal, 1998) (Fotos n° 4 y 5). Cuando los niveles de cloruros aumentan, principalmente al disminuir el caudal de los ríos, es necesario dar lavados que obligan a realizar riegos largos de al menos 20 mm. Lo anterior, sumado a la complejidad de las características del suelo y topografía de los cerros, más los altos niveles de evapotranspiración de la zona que pueden llegar a 1.200 mm/año, complican el manejo de riego, aumentando la posibilidad de que se desarrollen zonas con decaimiento (Foto n° 6). Lo anterior se traduce en que pocos huertos puedan lograra maximizar su potencial productivo



Foto n° 4: Toxicidad por cloruros en hojas de palto.



Foto n° 5: Acumulación de sales en zona de goteo.



Foto n° 6: Decaimiento por asfixia en Mallarauco.

4.4. Situación en la VI Región

La sexta región de Chile es la zona límite para la producción de palto debido principalmente a factores climáticos relacionados con bajas temperaturas y riesgo de heladas. Sin embargo, existen huertos bastante antiguos en esta zona y desde hace un tiempo se han establecido huertos nuevos, principalmente en laderas de cerro. Hoy en día la superficie plantada llega a las 2.007 ha en la VI región. Las plantaciones de palto se ubican principalmente en las zonas de Peumo (42%), San Vicente de Tagua Tagua (16%) y Pichidegua (13%).

En estas áreas las plantaciones se ubican en plano (huertos antiguos) y cerro (huertos relativamente nuevos) (Foto n° 7). En Peumo los suelos son aluviales profundos, correspondientes a terrazas aluviales antiguas del Río Cachapoal. Las texturas superficiales son de tipo franco limosa a franco arenosa muy fina, y el drenaje de la Serie Peumo varía

de bueno a moderado y en algunos sectores drenaje imperfecto asociado a texturas más pesadas. (C. Bonomelli, comunicación personal).

En general en la VI región se aprecian menos problemas asociados a decaimiento por asfixia, aunque en cerros con texturas franco arcillosos es más probable encontrar estas condiciones. Los suelos de las laderas plantadas poseen texturas más bien franco arcillosa, y los sistemas de plantación son directamente en suelo, camellones y terrazas.



Foto n° 7: Huerto de palto ubicado en zona plana, sin problemas de asfixia.

El caso de esta zona en particular, es interesante debido a que en algunos sectores, tales como la serie San Vicente Tagua Tagua y Pichidegua, se presentan algunas diferencias en el pH de suelo con respecto a otras zonas de cultivo de palto, existiendo pH entre 6,2 y 6,8 (C. Bonomelli, comunicación personal). Esta característica podría significar que en este caso, no sólo se observe un problema de decaimiento por asfixia en huertos, sino que eventualmente también por el ataque del hongo *Phytophthora cinamommi*, el cual pese a ser un habitante endémico de los suelos de la zona central, presenta un mejor desarrollo con pH de suelo ácido y sub ácido. La presencia de *Phytophthora cinamommi* combinado con un problema de saturación continua del suelo podría provocar que los problemas de decaimiento se presente en forma más rápida, ya que el decaimiento observado en paltos debido a asfixia radical, se ve aumentado en intensidad y magnitud cuando hablamos de pudrición radical debido a este patógeno.

4.5. Problemas comunes de zonas con asfixia radical en Chile.

Considerando que el problema de asfixia radical es una constante en los huertos de palto en Chile, principalmente en aquellos establecidos en ladera de cerro, es importante analizar cuáles son los factores en común que explicarían este decaimiento de los huertos. En general, el problema de decaimiento por asfixia radical se repite en huertos establecidos bajo las siguientes condiciones:

- Texturas franco arcillosas a arcillosas.
- Pendientes mayores a 40%.
- Heterogeneidad del material vegetal (portainjertos francos).
- Falta de diagnóstico del estado del sistema de riego.
- Desuniformidad de caudales y volúmenes de riego.
- Sistemas de alta frecuencia sin drenaje regulado.
- Riegos de baja frecuencia con largos periodos de saturación.
- Deficiencias en el monitoreo del estatus hídrico planta – suelo.

Los factores anteriormente nombrados son recurrentes en los casos donde se aprecian zonas con mortalidad o decaimiento de árboles. También es una constante que los huertos no decaigan en forma rápida como ocurre en presencia de *Phytophthora cinamommi*, sino que luego de un tiempo, principalmente cuando el huerto comienza a producir altos volúmenes de fruta, lo que coincide en general con el cuarto año desde el establecimiento. Lo anterior es una razón más para concluir que el problema al cual nos enfrentamos se relaciona con un estrés de tipo abiótico como es la hipoxia radical.

5. Causas de la asfixia radical en frutales.

La hipoxia o asfixia radical se presenta cuando existe inundación de la zona de raíces, desplazando el aire del espacio poroso del suelo. El oxígeno remanente es disuelto en agua o atrapado en cavidades del suelo, y es utilizado en la respiración de raíces y microorganismos. Cuando no existe un buen drenaje del agua acumulada en el suelo, el oxígeno se agota rápidamente debido a que este elemento difunde 10.000 veces más lentamente en agua que en el aire. Cabe destacar que el transporte de O₂ en el suelo hacia las raíces es 300.000 veces mayor en un sistema poroso aireado comparado con un sistema saturado (Kramer, 1995).

Algunos de los factores que favorecen la hipoxia radical son

- Texturas con alto porcentaje de arcillas o limo.
- Falta de estructura en suelo (suelos sódicos, o mala genética de suelo).
- Horizontes compactados, roca u horizonte Gley que impiden la percolación profunda de las aguas.
- Alta densidad aparente del suelo (reflejo de problemas de compactación).
- Presencia de napas colgantes por abrupto cambio de textura en perfil del suelo.
- Riego excesivo.

Lo anterior, combinado con una alta demanda atmosférica, y por lo tanto, una alta necesidad de transpiración de las plantas, provoca que la planta manifieste problemas de asfixia.

5.1. Asfixia radical en palto (*Persea americana* Mill.)

El cultivar Hass es la variedad más plantada de palto en nuestro país, y la mayoría de las plantaciones se encuentran sobre patrón Mexícola de semilla. Hace más de quince años las plantaciones de palto Hass se han establecido en laderas de cerro, con el fin de mejorar las condiciones climáticas y también por el valor de la tierra, significativamente menor que en el plano. Además de lo anterior, las zonas tradicionalmente aptas para el cultivo del palto presentan cada vez menos superficie disponible para el establecimiento de huertos frutales.

Debido a este cambio en las condiciones de establecimiento, y a las características limitantes de los suelos en pendiente, como por ejemplo una baja profundidad efectiva, características de textura franco arcillosas a arcillosas, errores en el diseño de riego y falta de control para el manejo de riego, se han presentado problemas asociados a excesos de humedad en la zona de las raíces, lo que provoca un decaimiento de sectores de la plantación, donde los árboles manifiestan síntomas de asfixia o hipoxia radical.

Aunque el potencial productivo de la variedad Hass alcanza las 30 ton/ha, es común observar sectores deprimidos asociados a una situación de asfixia radical, lo que podría explicar en parte que el rendimiento promedio de palto Hass bordeé tan sólo las 9 ton/ha. Cabe destacar que el palto es considerado una especie altamente sensible al estrés hídrico, provocado por déficit o por exceso de agua. Los sectores deprimidos generalmente se ubican en las zonas terminales de las hileras de plantación en terrenos con pendiente, lo que coincide con una mayor descarga de emisores. Esta situación, junto con suelos de texturas finas, baja profundidad efectiva y baja infiltración, incrementa el problema, presentándose incluso en otros sectores de las plantaciones.

Algunos problemas generados por la asfixia radical en palto son crecimiento tardío de brotes de primavera, pérdida de hasta un 40% de frutos por árbol a la cosecha, disminución de la acumulación de biomasa, pérdida de follaje e incluso muerte del árbol (Foto n° 8). Cuando el problema se presenta durante estados críticos del desarrollo de la fruta en palto, es posible que se generen desórdenes reproductivos como aborto de órganos (flores, frutos recién cuajados, frutos en desarrollo), anillado de pedúnculo, elongación de fruto y reducción de la vida de postcosecha. (Whiley and Schaffer, 1994, Whiley *et al.*, 1996, Zamet, 1997, Schaffer, 1998, Hofman et al. 2002).

Cabe destacar que en presencia de *Phytophthora cinamommi* los problemas anteriormente nombrados se ven aumentados en precocidad y severidad. (Ploetz y Schaffer, 1987, 1992, Schaffer y Ploetz, 1989).



Foto n° 8: Algunos problemas asociados a estrés por asfixia en palto cv. Hass.

Enfrentar el problema del estrés por asfixia radical en palto no es un tema fácil e implica muchas veces tomar decisiones como por ejemplo rebajar huertos completos, hacer cambios en el sistema de riego y principalmente en el manejo de éste. Es importante tomar en cuenta los factores que provocan el desarrollo de este problema, con el fin de tomar una decisión correcta.

Agradecimientos.

El presente trabajo no habría sido posible sin la ayuda de las siguientes personas e instituciones, cuyo aporte en información y puntos de vistas son base en la obtención de este trabajo de diagnóstico.

- Claudia Bonomelli (Pontificia Universidad Católica de Chile)
- José Cuevas (INIA CRI Intihuasi)
- Raúl Ferreyra (INIA CRI V Región)
- Antonio Ibacache (INIA CRI Intihuasi)
- Leoncio Martínez (INIA CRI Intihuasi)
- Fernando Munizaga (Productor IV Región)
- Alfonso Osorio (INIA CRI Intihuasi)
- Finca el Ingenio (IV Región)
- Paloma Estates (IV Región)

Revisión Bibliográfica

Aguilera, J. y Salazar, S. 1991. The Avocado Industry in Michoacán, México. South African Avocado Growers' Association Yearbook 14:94-97.

Anguiano-Contrera, J., Coria-Avalos, V., Ruiz-Corral, J., Chavez-León, G., y Alcántar-Rocillo, J. 2003. Caracterización Edáfica y Climática del área productora de aguacate *Persea americana* cv Hass en Michoacán, México. Proceedings V World Avocado Congress 2003. pp. 323-328

Bergh, B. 1992. The Origin, Nature, and Genetic Improvement of the Avocado California Avocado Society Yearbook 76: 61-75.

CIREN, 2006. Seminario de Paltos. Asociación de Exportadores de Chile, 3 y 4 de mayo, 2006.

Ferreyra R., G. Sellés, P. Gil, P. Maldonado, G. Cabezas y V. Rodríguez. 2001 Diagnóstico de la situación de las plantaciones de frutales en cerro, Provincia de Quillota. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Informe n° 4, PROVALTT Quillota, Julio 2001.

Gámez, M. 2006. Mercado externo de las paltas y los frutos cítricos. Oficina de estudios y planificación agraria (ODEPA). Documento electrónico disponible en www.odepa.cl.

Gardiazábal, F. 1998. Factores agronómicos a considerar en la implantación de un huerto de paltos. Soc. Gardiazábal y Magdahl. Seminario Internacional de Paltos, Viña del Mar, 4, 5 y 6 de Noviembre, pp 17-38.

Hofman P., S. Vuthapanich, A. Whiley, A. Klieber y D. Simona. 2002. Tree yield and fruit mineral concentrations influence "Hass" avocado fruit quality. *Scientia Horticulturae* 92: 113 - 123.

Ibacache, A. y N. Rojas. 2006. El cultivo del palto en el Valle de Elqui y su relación con factores ambientales. *Revista Tierra Adentro* (en prensa).

Kramer, P. y J. Boyer 1995. Water relations of plants and soils. Academia Press, San Diego, USA.

Lemus, G., R. Ferreyra, P. Gil, P. Maldonado, C. Toledo, C. Barrera y J. Celedón. 2005. El cultivo del palto. La Cruz, Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. *Boletín INIA* n° 129. 76 p.

Matava, M. 1991. Mulching practices in avocado orchards. California Avocado Society Yearbook: 43-44.

Nájera, F. 2006. Acidulación de suelos alcalinos plantados con paltos (*Persea americana* Mill.) en la V región de Chile. Memoria de Título, Agronomía, Universidad de Chile.

ODEPA y CIREN. 2002. Catastro frutícola V región, principales resultados. Oficina de estudios y planificación agraria (ODEPA) y Centro de Información y recursos naturales (CIREN). Documento electrónico disponible en www.odepa.cl.

ODEPA y CIREN. 2003. Catastro frutícola VI región, principales resultados. Oficina de estudios y planificación agraria (ODEPA) y Centro de Información y recursos naturales (CIREN). Documento electrónico disponible en www.odepa.cl.

ODEPA y CIREN. 2004. Catastro frutícola Región Metropolitana, principales resultados. Oficina de estudios y planificación agraria (ODEPA) y Centro de Información y recursos naturales (CIREN). Documento electrónico disponible en www.odepa.cl.

ODEPA y CIREN. 2005. Catastro frutícola IV región, principales resultados. Oficina de estudios y planificación agraria (ODEPA) y Centro de Información y recursos naturales (CIREN). Documento electrónico disponible en www.odepa.cl.

Ploetz, R. y B. Schaffer. 1987. Effects of flooding and Phytophthora root rot on photosynthetic characteristics of avocado. Proc. Fla. State Hort. Soc. 100:290-294.

Ploetz R. y B. Schaffer. 1992. Effects of flooding and Phytophthora root rot on net gas exchange of avocado in Dade County, Florida. Proc. Of Second World Avocado Congress, pp 111-117.

Schaffer, B. y R. Ploetz. 1989. Net gas exchange as damage indicator for Phytophthora root rot of flooded and nonflooded avocado. HortScience 24 (4): 653-655.

Stolzy, L., Zentmyer, G., Klotz, L. y Labanauskas, C. 1967. Oxygen Diffusion, Water, and Phytophthora cinnamomi in Root Decay and Nutrition of Avocados American Society for Horticultural Science. 1967 90:67-76

Whiley, A, T. Rasmussen, J. Saranah y B. Wolstenholme. 1996. Delayed harvest effects on yield, fruit size and starch cycling in avocado (*Persea americana* Mill.) in subtropical environments. II. The late-maturing cv. Hass. Scientia-Horticulturae. 66(1/2): 35-49.

Whiley A. y B. Schaffer. 1994. Avocado. En: Schaffer, B., P. Anderson, eds. Handbook of environmental physiology of fruit crops, Volumen 2. Subtropical and tropical crops. Boca raton, Florida: CRC Press, 3-35.

Wolstenholme, N. 2002. Ecology: Climate and the Edaphic Enviroment. En: Avocado: Botany, Production and Uses, Chapter 4, 2002 Edited by A. W. Whiley, B. Schaffer and B. N. Wolstenholme. Pp: 500.

Zamet, D. 1997. Winter flooding effects on avocado tree growth and yield. California avocado society yearbook 81: 113-116.