

ESTRATEGIAS PARA LA RECUPERACIÓN DE HUERTOS DE PALTOS (*Persea americana* Mill) DECAIDOS, EN CHILE.

F. Gardiazabal, F. Mena y C. Magdahl.
Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.
Parcela 49 San Isidro, Quillota - E-mail: secretaria@gama.cl

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

Durante las temporadas 2002-2003 y 2006-2007 se ha realizado una serie de ensayos en riego (distinta cantidad de pulsos versus riego por microaspersión), mediciones del potencial hídrico de las hojas, medición de la contracción y expansión diaria del tronco y del fruto, uso de tensiómetros y estaciones meteorológicas, evaluaciones de aplicaciones de enmiendas y ácido sulfúrico al suelo, aplicaciones de Ácido Fosforoso y otros productos comerciales al follaje y poda.

Se propone un manejo de suelo, riego, fertilización, poda, uso de enmiendas y aplicaciones al follaje, para recuperar plantaciones de paltos decaídas, evitando nuevamente el decaimiento de éstas.

Palabras clave: Paltos, Suelo, Riego, Yeso, Nutrición, Enfermedades, Fertilización.

STRATEGIES FOR THE REHABILITATION OF AVOCADO ORCHARDS (*Persea americana* Mill) IN CHILE

F. Gardiazabal, F. Mena and C. Magdahl.
Sociedad Gardiazabal y Magdahl Ltda.
Parcela 49 San Isidro, Quillota - E-mail: secretaria@gama.cl

A large percentage of avocado orchards in Chile are planted in fine-textured soils (clay) with bulk densities between 1.3 to 1.5 g cm⁻³ and an air capacity ranging from 15 % to 20%. Ideal growth and production conditions for avocados in Chile are reached when the air capacity in soil is higher than 27%. Mexican soils where avocados are grown have a bulk density between 0.5 and 0.8 g cm⁻³ and porosity around 45%. In addition to the lack of porosity in soils in Chile, irrigation management and other cultivation practices in many orchards with fine-textured

soil have resulted in declined plantations, lowering yield and reducing fruit size. Between the years 2002 and 2007, several irrigation trials were carried out, comparing drip, pulse and micro-sprinkler irrigation technologies which included the measurement of leaf water potential, fruit and trunk diameter changes, together with meteorological and tensiometer data. Other trials included applications of mulching and sulfuric acid to soil as well as phosphorous acid and other commercial products to foliage and pruning.

From all of the research and experiences, under Chilean growing conditions, it is clear that the rehabilitation of orchard performance requires an integrated management approach where soil health and aeration together with irrigation management play a key role. Other management tools such as the use of fungicides and pruning are essential to support the rehabilitation, but can not be considered as long-term strategies to maintain trees healthy and productive.

1. INTRODUCCIÓN:

En Chile, la superficie plantada con paltos, según CIREN (2006) habría alcanzado las 26.731 há. En los últimos 8 a 10 años una parte importante de las plantaciones han tenido fuertes decaimientos, incluyendo plantaciones adultas que durante muchos años fueron buenas productoras y se mantuvieron en buen estado, han declinado mostrando una baja en la producción y calibre de la fruta, también ha sucedido con muchas de las plantaciones nuevas una vez éstas llegan los 5 a 7 años de edad, ocurriendo un decaimiento generalizado de los árboles.

El palto en sus orígenes evolucionó en suelos Andisoles derivados de cenizas volcánicas, que se consideran óptimos para su crecimiento debido a las propiedades físicas que presentan, como una baja densidad aparente (0,5 a 0,8 g/cm³), alta macroporosidad (alrededor del 46%), alto contenido de materia orgánica y pH ácido (entre 5 y 6). En este tipo de suelos las raíces del palto se desarrollaron siempre en presencia de oxígeno, de allí su susceptibilidad a la falta de este elemento, Ferreira et al (2006) indica que el palto comienza a presentar síntomas de asfixia radicular con niveles de aire en el suelo de 17% y presenta un buen desarrollo con niveles cercanos al 30%. El mismo autor señala que gran parte de los suelos en Chile, donde se está cultivando el palto, corresponden a suelos Alfisoles de origen aluvial que tienen una densidad aparente entre 1,3 y 1,6 g/cm³ y una macroporosidad de alrededor de un 15%.

Por otra parte, el riego en paltos es un factor fundamental que afecta el crecimiento del árbol, la productividad y la calidad de la fruta (Whiley, 2002). El crecimiento de los brotes está directamente relacionado con la disponibilidad de agua.

El regar frecuentemente es una forma eficaz de mantener los cultivos con un suministro adecuado y continuo de agua. Esta práctica se adapta especialmente a suelos que tienen inicialmente una alta infiltración, la cual disminuye rápidamente debido a una baja salinidad o a un valor alto de RAS (Ayers y Wescott, 1987). En

los últimos 10 años se impuso en gran parte de los productores chilenos el riego por pulsos y el uso de dendrometría para regar, esto trajo como consecuencia anegamiento de los árboles, asfixia radicular, decaimiento y muerte de plantas.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA:

2.1. Suelo: El desarrollo de esta especie se ha desplazado en los últimos 20 años hacia las laderas de cerro buscando buenas condiciones climáticas, sin embargo, los suelos ubicados en los cerros en su gran mayoría presentan serias limitaciones por una pobre profundidad efectiva y por un mal drenaje interno. El traslado del cultivo del palto a condiciones edáficas o químicas más desfavorables hace que frecuentemente se presenten problemas de decaimiento, que bajan la productividad y la calidad del producto (Ruiz, 2006).

Una de las formas de evitar en parte los problemas de suelo es el uso generalizado de camellones en las plantaciones de paltos, que permite independizarse de algunas de las propiedades negativas del suelo original, a la vez que le otorga mayor seguridad para el drenaje del agua (Ruiz, 2006), sin embargo es frecuente observar problemas de decaimiento aún en camellones.

La hipoxia de raíces o la anoxia del palto trae como resultado una inhibición de la expansión de la lámina foliar, una reducción radicular y en la formación de nuevos crecimientos, un moderado a severo marchitamiento de brotes y hojas, abscisión de hojas y necrosis de raíces (Schaffer y Whiley, 2002). Cuando la concentración de oxígeno es baja en el suelo hay una reducción en la producción de energía (ATP) durante la respiración de las raíces. La muerte celular de las raíces se debe a la exposición de condiciones de anoxia, que está asociada con la acidificación del citoplasma debido a la fermentación ácido láctica que reduce el pH celular (Schaffer, 2006).

2.2. Riego: Según Whiley (2002), el palto presenta una estructura radicular superficial, extensamente suberizada, relativamente ineficiente en la absorción de agua, baja conductividad hidráulica y baja frecuencia de pelos radiculares, lo cual puede producir una variación diurna excesiva en el contenido de agua del árbol, lo que puede tener como consecuencia una pérdida de frutos durante las etapas críticas del desarrollo, como la floración.

La disponibilidad de agua y su forma de aplicación tiene un efecto claro sobre la producción del palto. Bajo condiciones de estrés hídrico ocurre una fuerte reducción de la producción (Richards et al., 1962; Lahav y Kalmar, 1977; Steinhardt, 1991). En otros estudios se ha verificado el aumento del tamaño de los frutos mediante el acortamiento del intervalo entre riegos y mediante el aumento del volumen de agua aplicado (Meyer et al., 1990; Lahav y Kalmar, 1977). Esta situación corrobora el fuerte impacto económico que tiene el riego sobre la producción. El riego tiene también un importante efecto sobre el contenido de aceite del fruto, habiéndose observado un aumento en el

contenido de aceite del fruto al reducir el intervalo entre riegos y aumentar el volumen de agua aplicado (Lahav Y Kalmar, 1977).

Sin embargo, riegos excesivos, pueden ser causal de mayores daños que el causado por cualquier otra práctica agronómica, debido principalmente a que favorece la presencia del agente causal de la podredumbre de las raíces, provocada por *Phytophthora cinnamomi* Rands (Calabrese, 1992), y que es conocida comúnmente como “tristeza del palto”.

2.3. Phytophthora cinnamomi: La predisposición de la enfermedad ante excesos de riego, se debe a que *Phytophthora cinnamomi* forma esporangios sólo en medios líquidos a diferencia de otras especies del mismo género. Además el medio líquido es esencial para la liberación de zoosporas desde el esporangio para su subsecuente dispersión, favoreciendo de esta manera el desarrollo de esta enfermedad. Ataca y penetra las raicillas de 1 a 3 mm de diámetro (Zentmyer, 1985). En concordancia con lo anterior Du Plessis (1991) señala que en suelos pesados siempre existe el peligro de sobresaturar las primeras estratas cuyas condiciones físicas y químicas empeoran con el tiempo, afectando la zona donde se encuentra el mayor número de raíces.

2.4. Sulfato de Calcio: Conjuntamente a su efecto nutricional, el calcio tendría otro efecto favorable a la productividad de los paltos, ya que aplicaciones de yeso agrícola ejercen un efecto supresor sobre el desarrollo de *Phytophthora cinnamomi*. En huertos de paltos cultivados en California, Messenger et al (2000) observaron que las aplicaciones de yeso redujeron la producción y el tamaño de los esporangios y la producción de zoosporas de *Phytophthora cinnamomi*, disminuyendo por ende la incidencia de esta enfermedad.

En un estudio realizado en Australia oriental se evaluó el efecto de 7 tratamientos de manejo de suelo, que incluían la adición de enmiendas calcáreas y materia orgánica, durante 6 años en paltos cv. Fuerte cultivados en un suelo franco arcilloso (Trochoulis et al., 1986; Broadbent et al., 1989). Las aplicaciones de 5 ton/ha/año de dolomita aumentaron las concentraciones de Ca y Mg intercambiables a una profundidad de 30 cm bajo la superficie del suelo y elevaron el pH de 5,1 a 6,1. No obstante, las aplicaciones de dolomita no tuvieron efecto sobre los niveles foliares de Ca y Mg. En cambio, aplicaciones de 10 ton/ha/año de yeso aumentaron el nivel de Ca intercambiable en el suelo hasta una profundidad de 50 cm, sin afectar al pH del suelo. En el período de 6 años de este estudio el yeso aumentó el nivel de Ca foliar y el rendimiento en un 40%, comparado con el tratamiento que recibió dolomita (Broadbent et al., 1989).

Además, la aplicación de enmiendas cálcicas al suelo mejora la producción al aumentar la permeabilidad del suelo, mejorando su drenaje y aireación (Messenger et al, 2000).

2.5. Aplicaciones de Fosfito de Potasio: En la década de los 80 con la aparición de inyecciones de Fosfito de Potasio en los troncos de los árboles se da un vuelco en el tratamiento de esta enfermedad. En la década de los 90 se prueba la efectividad de las aplicaciones aéreas y el uso de portainjertos

tolerantes (Giblin et al, 2005). El fosfonato actúa de dos maneras contra *Phytophthora*: i) directamente inhibiendo el crecimiento de esta enfermedad. Esto ocurre con altas concentraciones de Fosfonatos en que no mata a esta enfermedad sino que retarda su crecimiento. ii) Indirectamente estimulando las defensas de la planta (p. ej. Promoviendo la producción de ácido salicílico en plantas infectadas (Giblin et al, 2005).

- 2.6. Mulch: La aplicación de una cobertura vegetal a la superficie del suelo tiene el potencial de producir condiciones que son beneficiosas para el crecimiento de cítricos y paltos, siendo al mismo tiempo dañinas para ciertos patógenos del suelo tales como *Phytophthora* spp y nemátodos (Turney y Menge, 1994). Los guanos animales reducen directamente las poblaciones de *Phytophthora* por supresión microbiológica y además por la producción de amonio (Giblin et al 2005). El uso de mulch permite que haya una mayor disponibilidad de agua para las plantas y a la vez permite un aumento en el tamaño de poros del suelo en los primeros centímetros, que corresponden al área más fértil y aireada, donde está la mayoría de las raíces del palto (Tuckey y Schoff, 1963; Turney y Menge, 1994; Wolstenholme y Whiley, 1995).

3. Estrategias para la Recuperación de Huertos de Paltos:

- 3.1. Suelo: Existen varias alternativas para mejorar un suelo, dentro de las cuales hay tres que son las más utilizadas:
- 3.1.1. Camellones: Consisten en poner la(s) primera(s) estratas suelo de buena calidad sobre el suelo existente en el terreno o revolver estas primeras estratas de suelo para formar un suelo más homogéneo y de buena profundidad.

En sectores con pendientes, al revés de lo que se piensa, los camellones de alto a bajo, es el sistema más adecuado y con menor daño de erosión si se toman en cuenta las siguientes precauciones: Deben ser construidos en verano y como máximo antes de las primeras lluvias de otoño – invierno. Los camellones deben ser hechos de alto a bajo y no deben tener más de 50 m de largo (entre los caminos), así la cantidad de agua que cada uno de ellos generará no será mayor a 1 litro por segundo (como promedio), con lluvias de 300 mm caídas en 24 h. Los caminos deben tener dos tipos de pendientes, la primera es con una inclinación del 5 al 8% hacia el pie del cerro – por ese lugar, donde existe el suelo más firme (arcillas y rocas normalmente), se conducirá el agua que descargan los camellones – y la segunda pendiente va del lugar más expuesto da la loma (zona de crestas) hacia cada una de las quebradas (donde desaguarán estas aguas lluvias), con una pendiente cercana al 1%. Las quebradas que recibirán estas aguas no sólo deben ser respetadas sino que en muchos casos replantadas o hacer un manejo de ellas, impidiendo que el agua vaya con mucha velocidad y forme una avalancha provocando inundaciones.

3.1.2. Terrazas: Sistema muy eficaz si se toma la precaución de sujetar cada una de las paredes que conforman las terrazas (a un costo muy alto) y además, considerar las pendientes dentro de cada terraza, ya que una pequeña depresión en el piso de la terraza o una mala construcción por pendiente, provocará no sólo la destrucción de esa terraza, sino de todas las que están bajo esta. Hay que hacer notar que las terrazas tal como se confeccionan en Chile, donde normalmente no se toma ninguna de estas precauciones, han tenido una severa destrucción del suelo por erosión.

Otros problemas que presentan son: los taludes que quedan entre las terrazas tienen una pendiente muy superior al 100%, resultando una cosecha difícil de ejecutar en esa cara. La plantación debe ser realizada en el borde de la terraza o en el talud de ésta, dificultando los manejos propios de la especie, ya que si se planta en el centro o pegado al cerro, las plantas morirán por asfixia radicular.

3.1.3. Otra forma de mejorar la profundidad efectiva del suelo es: el uso de riego acidificado a pH 2 (adicionando normalmente Ácido Sulfúrico) con el objetivo de eliminar los carbonatos presentes en la primera estrata de suelo (cuando han sido regados por el río Mapocho, Maipo, Aconcagua o los ríos ubicados al norte de este último). Es un tema que recién estamos investigando, a continuación se muestra el resultado preliminar de la acidificación del agua de riego, en la parte química del suelo.

Cuadro1. Análisis de suelos (pasta saturada) luego de riego por goteo con agua a pH 2 durante 8 horas más 3 horas con agua normal. Repetición de este riego 30 días después con 5 horas a pH 2 más 3 horas con agua normal.

Table 1. Soil saturated paste analysis after drip irrigation with water at pH 2 during 8 hours plus 3 hours of regular pH water. Treatment was repeated after 30 days, reducing time of pH 2 water to 5 hours plus 3 hours of normal pH water.

Parámetro	0 a 30 cm de profundidad			30 a 60 cm de profundidad		
	S1-antes del riego	S1-5 días después	S1-35 días después	S1-antes del riego	S1-5 días después	S1-35 días después
Ph	7,32	8,24	7,82	7,99	8,05	8,07
C.Eléctrica (ds/m)	0,55	1,26	1,76	1,15	3,60	1,06
Calcio (meq/l)	2,95	8,69	10,90	7,25	24,10	6,21
Magnesio (meq/l)	1,00	4,02	6,00	1,88	10,80	2,43
Sodio (meq/l)	0,79	1,05	3,16	1,09	5,05	1,95
Potasio (meq/l)	0,15	0,16	0,23	0,18	0,16	0,27
Sulfatos (meq/l)	3,10	5,36	15,50	3,10	26,70	5,01
Bicarbonatos (meq/l)	0,35	3,65	4,10	2,05	2,90	4,25

Cloruros (meq/l)	0,58	0,68	1,73	0,70	2,34	1,20
N-NH ₄ ⁺ (meq/l)	NSD	0,16	NSD	NSD	1,04	NSD
N-NO ₃ ⁻ (meq/l)	0,88	4,06	NSD	5,04	8,16	NSD
RAS	0,56	0,42	1,09	0,51	1,21	0,94
CIC (meq/100g)	16,20	28,9	20,30	16,40	14,05	20,90

Como se puede observar en el Cuadro 1, cinco días después del riego a pH 2 en la primera estrata de 0 a 30 cm hay una liberación importante de calcio, magnesio, sodio, sulfatos, bicarbonatos y nitratos, aumentando además el CIC. Los Análisis hechos treinta y cinco días después, con un segundo riego a pH 2 (en el día 30) el calcio, magnesio, sodio, potasio, sulfatos, bicarbonatos y cloruros han vuelto a liberarse en el suelo.

En la segunda estrata de 30 a 60 cm después del primer riego sucede lo mismo que en la estrata 1 en cuanto a la liberación de numerosos elementos a la solución del suelo, sin embargo, el segundo riego casi no tiene influencia sobre los distintos nutrientes, posiblemente porque al regar sólo con 5 horas a pH 2 no se logró llegar a esta estrata.

3.2. Riego:

En Chile se impuso como una moda el trabajar con riego por goteo con tres líneas de riego (incluso 4 líneas de riego por cada línea de plantas), riego por pulsos (con 30 a 40 pulsos diarios), reponiendo diariamente la misma lámina de agua que marcan las estaciones meteorológicas y trabajando con los tensiómetros de 30 y 60 cm bajo 10 cb. También se ha tratado de hacer con los antiguos sistemas de riego (por microaspersión y microchorro) y el resultado en ambos casos ha sido una asfixia generalizada de los árboles, con huertos muy decaídos e incluso con la muerte y arranque de parte de estas plantaciones.

Entre los años 2003 y 2004 se realizó una investigación sobre “Evaluación del riego por pulsos y uso de dendrometría para aumentar la productividad en Paltos” donde se comparó el riego por microaspersión con reposición de lámina cada 23 mm de evaporación de estación Meteorológica y el riego por goteo con 3 líneas de goteros y uno, tres y siete pulsos diarios. Se midió: crecimiento radicular, crecimiento vegetativo, perímetro de troncos, contracción y expansión diaria de troncos y frutos, medición del potencial hídrico de las hojas, producción y calibre de frutas. Para medir la extracción de agua por las raíces y determinar las características de mojamiento del perfil en cada tratamiento, se utilizaron tensiómetros marca Irometer ubicados a tres profundidades (20, 40 y 80 cm), además se midió la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad de modo de evaluar el efecto de las distintas frecuencias de riego sobre esta variable. El tratamiento de microaspersión fue regado de noche y los tratamientos por pulsos sólo de día.

Los resultados muestran que el sistema de riego por microaspersión no fue superado en las variables de producción y calibre de los frutos por ninguno de los riegos por pulsos, como lo muestra el Cuadro 2.

Cuadro 2. Resultados de producción de fruta temporadas productivas 2003 y 2004. Peso de frutos e Índice de Alternancia Productiva (ABI)

Table 2. Fruit production results during season 2003 and 2004. Fruit weight and Alternate Bearing Index (ABI).

Tratamiento	K/árbol promedio 2003	K/árbol promedio 2004	N° promedio de frutos por árbol-2004	Peso promedio del fruto (g)-2004	Índice ABI promedio 2003-2004
Microaspersión	69,6 a	79,7 a	470 a	174,3 a	0,48 b
3 pulsos/día	70,3 a	81,3 a	524 a	162,6 b	0,56 ab
7 pulsos/día	61,3 ab	59,8 b	368 b	168,6 a	0,63 a
1 pulso/día	43,9 b	71,7 ab	518 a	139,8 c	0,55 ab

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($P < 0,05$ Test de Duncan).

Además los mejores pesos promedio de frutas en el año 2004 los dieron los tratamientos de riego por microaspersión y de 7 pulsos por día, en este último caso las plantas tenían menos frutos por árbol. En el índice ABI el mejor tratamiento fue microaspersión que fue distinto a 7 pulsos por día, estando intermedios los otros dos tratamientos.

3.3. Aplicaciones de Sulfato de Calcio:

La velocidad de infiltración se aumenta cuando se le adiciona al suelo Sulfato de Calcio (FERTIYESO), es así que ensayos realizados por Ruiz (2006), muestran velocidades que van desde 15 mm/hora en el suelo virgen a más de 140 mm/hora en un camellón y a más de 260 mm/hora en ese mismo camellón aplicado manualmente sobre el lomo de este camellón 2 toneladas de yeso por há. Resultados similares hemos obtenido en GAMA en suelos arcillosos con y sin camellones donde las velocidades de infiltración son muy superiores al aumentar las dosis de FERTIYESO.

El Fertiyeso además cumple con una serie de funciones en la planta como estimular el crecimiento radicular, incrementa la resistencia a enfermedades en raíces de Paltos, deteriora la actividad de *Phytophthora*, por reducir la formación de esporangios, interfiere la motilidad de las zoosporas o induce a un prematuro encapsulamiento de ellas y estimula a los microorganismos antagonistas de enfermedades radiculares.

3.4. Uso de Mulch:

Dentro de los mulch probados, la acícula de pino y la paja con guano de caballo presentaron un mayor crecimiento radicular que la corteza de pino, que se puede relacionar con las mayores temperaturas registradas en los primeros mulch nombrados (Cuadro 3), no existiendo raíces con guano de pavo ni en el testigo, este último tenía insuficiente capa de hojarasca para el crecimiento de raíces.

Cuadro 3. Largo promedio, número de raíces por decímetro al cuadrado y diámetro promedio de raíces presentes en los diferentes mulch.

Table 3. Mean root growth, number of roots per square decimeter and average diameter of roots present in different mulches.

Tratamientos	Largo (cm)	Nº Raíces/dm ²	Diámetro (mm)
Acícula de Pino	3,67 b	2,2	1,74
Corteza de Pino	3,23 a	2,6	1,51
Paja más Guano de Caballo	3,66 b	1,2	1,51
Guano de Pavo	¹	¹	¹
Testigo	²	²	²

Test de Tukey: promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas (P<0,05).

¹ Sin raíces. ² Pocas raíces.

El guano de pavo sin compostar no constituyó un buen material para ser usado como mulch en paltos, debido a la alta humedad que mantuvo generando condiciones de anaerobiosis, además de la liberación de compuestos tóxicos producto de su descomposición y de su alta salinidad inicial que generaron un

brusco cambio del medio que provocó la muerte de las raicillas existentes y limitó el crecimiento de nuevas raicillas como lo muestra el Cuadro 4.

Cuadro 4. Análisis químico de la solución de los distintos mulch y del suelo

Table 4. Chemical analysis of saturated paste of different mulches and regular soil.

	Cloruros (mg/l)	Sodio (ppm)	Nitratos (mg/l)	Amonio (mg/l)	Fósforo (mg/l)	Potasio (g/l)
Acícula de Pino	38	21	30	<10	4	0,35
Corteza de Pino	32	35	34	<10	3	0,35
Paja más Guano de Caballo	672	110	208	<10	4	0,5
Guano de pavo	1.1120	210	3.760	0	3	0,42
testigo	36	17	368	<10	5	0,3

Test de Tukey: promedios con letras iguales no presentan diferencias significativas ($P < 0,05$).

3.5. Aplicaciones de Fosfitos de Potasio:

Entre los años 2004 y 2006 se llevó a cabo un ensayo en árboles decaídos donde se comparó aplicaciones al follaje de Ácido Fosforoso (neutralizado a pH 7,2 con Hidróxido de Potasio) con el producto comercial FOSFIMAX, para tal efecto se elaboró una escala de decaimiento de árboles del 1 al 9 (siendo 1: árbol sano y 9: árbol muy decaído).

Cuadro 5. Nota promedio y desviación estándar del estado sanitario del árbol en cada tratamiento en dos fechas de evaluación. Temporada 2005-2006.

Table 5. Average tree health score and standard deviation in every treatment in two evaluation dates. Season 2005 – 2006.

Tratamientos	Fecha de evaluación				Diferencias	
	04.10.2004	21.01.2005	26.01.2006	27.04.2006	Ene 05- Ene 06	Ene 05 - Abr 06
T1	6 ± 0,95 a	3,50 ± 0,94 b	3,4 ± 1,10 a	2,77 ± 0,97 a	0,9 ± 0,8 a	1,0 ± 0,87 a
T2	6,03 ± 1,0 a	4,43 ± 1,25 a	3,5 ± 0,70 a	2,53 ± 0,90 a	1,2 ± 1,1 a	1,9 ± 1,30 a
T3	6,1 ± 0,76 a	3,67 ± 1,52 b	3,4 ± 1,10 a	3,03 ± 1,13 a	1,2 ± 1,4 a	1,37 ± 1,3 a

Letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ($P \leq 0,05$, Test de Duncan).

El Cuadro 5 muestra que en la primavera de 2004 todos los tratamientos cuando comenzó el ensayo eran estadísticamente iguales y presentaban una nota promedio de 6. Para la evaluación de enero 2005, el tratamiento T2 presentaba una peor condición que los tratamientos T1 y T3. Sin embargo para la evaluación

de enero y abril de 2006 todos los tratamientos presentaron la misma condición sanitaria, habiendo mejorado sustancialmente y estando su nota entre 2,5 y 3.

4. CONCLUSIONES:

Antes de realizar cualquier manejo en un huerto de paltos decaídos se debe buscar el o los problemas del decaimiento. Debido al tipo de suelos existentes en la mayor parte donde se cultiva el palto en Chile y al abuso que se ha dado al riego, generalmente el decaimiento proviene por una asfixia radicular y posterior muerte de raíces de los árboles.

En base a lo anterior se debe reducir fuertemente el riego, regando en base a parámetros objetivos (tensiómetros, sondas de capacitancia, contenido de agua del suelo) y subjetivos (calicatas). Mejorar la infiltración del suelo con aplicaciones de Sulfato de Calcio, dar riegos acidificados, usar mulch orgánicos y hacer camellones si procede. Recortar los árboles con el objeto de equilibrar la parte aérea con la parte radicular, aplicar productos contra *Phytophthora* como Ácido Fosforoso neutralizado a pH 7,2 o el uso de productos formulados en base a Fosfitos de Potasio. Dar riegos en base a NPK.

5. BIBLIOGRAFÍA:

- AGUILAR, J.J., LOPEZ, A., CORTES, J., SAMANO, R. Y MARTÍNEZ, A. 1997. Efecto de la fertilización orgánica e inorgánica en el crecimiento, producción y estado nutricional del aguacate. Memoria Fundación Salvador Sánchez Colín, CICTAMEX S.C. Coatepec Harinas, México. pp. 32-37.
- ALLWOOD, M. and WOLSTENHOLME, B. 1995. Modified atmosphere shock treatment and an orchard mulching trial for improving Fuerte fruit quality. South African Avocado Growers' Association Yearbook 18:85-88.
- ANSORENA, J. 1994. Sustratos propiedades y caracterización. Madrid. Mundiprensa. 172 pp.
- BARNARD, R.O. 1989. Cation distribution during soil profile amelioration with lime and gypsum. South African Avocado Growers' Association Yearbook 12: 43-47.
- BEN-YA' ACOV. 1995. Stionic combination and organic manure evaluation in a Fuerte avocado orchard at Bnei-Dror, Israel. California Avocado Society Yearbook 78:157-164.
- BORST, G. 1983. Organic Matter helps control root rot spread. Avocado Grower 7(12):38-47.
- BROWER, JP., CUTTING, J.G.M and VAN LELYVELD, L.J. 1986. Long-term irrigation as influencing avocado abscisic acid content and fruit quality. S.A. Avocado Growers' Association Yearbook. (9): 43-45.
- BROADBENT, P., TROCHOULIAS, T., BAIGENT, D.R., ABBOTT, T.S. and DETTMANN, E.B. 1989. Effect of soil management on avocados in a krasnozem soil. Scientia Horticulturae 38: 87-104.

- CABRERA, F., LÓPEZ, R., MARTÍN, P. y MURILLO, J. 1997. Aprovechamiento Agronómico del Compost de Alpechín. *Fruticultura Profesional* N° 88:94-105.
- CALVERT, E. 1993. Aproximación al ciclo fenológico del palto (*Persea americana* Mill.) cv. Fuerte, para la zona de Quillota, V región. Taller de Licenciatura. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 128p.
- CASTILLO, A., TIRADO, J., RUBI, M. and AVITIA, E. 2000. Seasonal variation in nutrient concentration in leaves and inflorescences of avocado. *Journal of Plant Nutrition* 23: 663-671.
- DIXON, J., ELMSLY, T. FIELDS, F., SMITH, D., MANDEMAKER, A., GREENWOOD, A., PAK, H. and CUTTING, J. 2005. Mulching – is it worth it?. In *Avocado Growers' Conference 05. New Zealand and Australian. Tauranga 20-22 September 2005.* 7 pp.
- DU PLESSIS, S. and KOEN, T.J. 1987. Comparaison of different calcium sources on avocado production. *S.Afr.Avocado Grow.Assn.Yearb.* 10: 49-51.
- _____, and KOEN, T.J. 1992. Relationship between mineral nutrition and postharvest fruit disorders of "Fuerte" avocados. *In: Proceedings of II World Avocado Congress, University of California, Riverside and California Avocado Society.* pp. 395-402. (vol 2).
- FERREIRA, R. 2006. La asfixia radicular y el manejo del riego en palto. In *Seminario Inter. Manejo del Riego y Suelo en el Cultivo del palto. INIA – CORFO 27 y 28 de septiembre.* pp 1 – 20.
- GIBLIN, F., PEGG, K., WILLINHAM, S., ANDERSON, J., COATES, L., COOKE, T., DEAN, J. and SMITH, L. 2005. *Phytophthora Revisited.* In *Avocado Growers' Conference 05. New Zealand and Australian. Tauranga 20-22 September 2005.* 9 pp.
- GOODALL, G.E., EMBLETON, T.W. and PLATT, R.G. 1965. Avocado fertilization. *University of California, Cooperative Extension Bulletin 2024.* University of California, California, 6 pp.