UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA DE FRUTICULTURA

TALLER DE LICENCIATURA

EVALUACIÓN DE DOS MÉTODOS DE APLICACIÓN DE FOSFITO POTÁSICO EN LA RECUPERACIÓN DE PALTOS *(Persea americana Mill)* cv. HASS DECAÍDOS POR *Phytophthora cinnamomi* Rands.

MARIO CHRISTIAN OPAZO REGGINATTO

QUILLOTA CHILE

2000

ÍNDICE DE MATERIAS

1. INTRODUCCIÓN.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.

2.1. Cultivo del palto *(Persea americana* Mill).

2.1.1 Generalidades de la especie.

2.1.2 Fisiología y ciclo fenológico del palto.

2.1.3 Anatomía y fisiología del sistema radical.

2.2. Pudrición radical causada por *Phytophthora cinnamomi*.

2.2.1. Antecedentes generales.

2.2.2. Sintomatología.

2.2.3. Caracterización y etiología de *Phytophthora cinnamomi*.

2.2.4. Factores predisponentes.

2.2.5. Medidas de prevención y control.

2.2.5.1. Prevención y manejos culturales.

2.2.5.2. Control físico.

2.2.5.3. Uso de portainjertos tolerantes y resistentes.

2.2.5.4. Control biológico.

2.2.5.5. Control químico.

3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Periodo de estudio.

3.2. Ubicación del ensayo.

3.3. Definición del área del provecto.

3.3.1. Clima.

3.3.2. Suelo.

3.3.3. Agua.

3.4. Material vegetal..

3.5. Parámetros en estudio.

3.5.1. Densidad de brotación

3.5.2. Densidad de raíces.

3.5.3. Calidad de raíces.

3.6. Tratamientos

3.7. Diseño estadístico.

3.7.1. Variable densidad de crecimiento vegetativo.

3.7.2. Variables densidad y calidad de raíces.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. Densidad de brotes.

4.2. Densidad de raíces.

4.2.1. Análisis de densidad radical.

4.3. Calidad de raíces.

4.3.1. Análisis de resultados de calidad de raíces.

5. CONCLUSIONES.

6. RESUMEN.

7. LITERATURA CITADA.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo del palto ha experimentado un fuerte desarrollo durante la última década, convirtiéndose en uno de los negocios hortofrutícolas más dinámicos de nuestro país. Esto se refleja claramente en el aumento de la superficie plantada, que ha pasado de 7665 ha a comienzos de la década de 1990 a alrededor de 21000 ha actualmente con un crecimiento anual sostenido de 500 a 1000 ha por año (AGROCHELE, 2000). El negocio, por ende, se hace cada vez más competitivo y riguroso, lo cual desafía a los productores y exportadores a preocuparse cada vez más de la comercialización y colocación de su fruta y de mejorar los manejos técnicos del cultivo, donde inevitablemente se debe dar una gran importancia al tema fitosanitario.

Si bien el cultivo del palto en Chile se caracteriza por ser muy simple en cuanto a problemas fitopatológicos, es importante señalar que la principal enfermedad asociada a esta especie es la pudrición radical o "tristeza del palto" causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands (COFFEY, 1987; COFFEY, 1991 ZENTMYER, 1980; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991; LÓPEZ, PÉREZ y GARCÍA, 1998)

Las estrategias de prevención y control tienden a un manejo integrado de *Phytophthora cinnamomi*, utilizando variados recursos dentro de los cuales se considera el regar eficientemente, dar preferencia a la plantación en suelos profundos y de buen drenaje, injertar sobre patrones resistentes, adicionar enmiendas orgánicas, utilizar biocontrol, usar material de propagación sano y controlar químicamente (COFFEY 1987; SMITH *et al.,* 1992; BENDER, CÁSALE y RAKEMIAN, 1992).

En huertos establecidos, el control químico de *Phytophthora* se ha centrado en productos de similar característica. Éstos son los llamados fosfonatos, donde encontramos fosetil- aluminio o etil fosfito de aluminio (ej. Aliette 80wp) y el ácido

fosforoso neutralizado con hidróxido de potasio. Estos fungicidas han tenido un mayor uso para el control de *Phytophthora*, que Metalaxilo, una fenilamida (ej. Ridomil), pues este último sólo tiene movimiento ascendente dentro de la planta, mientras que los fosfonatos tienen un movimiento bidireccional (ascendente y descendente) lo cual permite más y mejores alternativas de aplicación, como aspersión foliar, inyección al tronco o aplicación vía riego localizado (LATOKRE, DE ANDRACA y BESOAÍN, 1998)

1.1.Objetivo

El objetivo de la experiencia es evaluar la respuesta de árboles afectados por *Phytophthora cinnamomi* a la aplicación de fosfito potásico como inyección o pintura al tronco, considerando parámetros de copa de árbol (densidad de brotes) y de suelo (calidad y densidad de raíces) para lograr determinar la mejor metodología de aplicación dirigida a árboles diferenciados en tres niveles de decaimiento causado por el patógeno.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultivo del palto *(Persea americana* Mill).

2.1.1. Generalidades de la especie.

El palto es nativo de América y pertenece al género *Persea* de la faMilla Lauraceae. En la actualidad, este género contiene aproximadamente 85 especies distribuidas en América desde Estados Unidos *(Persea borbonid)* hasta Chile *(Persea lingue),* salvo excepciones como *Persea indica* originaria de las Islas Canarias (España) y otras del sur de Asia cuya inclusión en el género *Persea* aún no está definida (BARRIENTOS y LÓPEZ, 2000).

Existe una clasificación que separa a la especie *Persea americana* en tres razas; Mexicana, Guatemalteca y Antillana. BERGH y ELLSTRAND (1987) clasificaron a cada una de estas razas de palto como variedad botánica. Así, la raza mexicana quedó como variedad botánica drymifolia *(P. a.* var. *drymifolia),* la raza guatemalteca como var. guatemaltensis *(P. a.* var *guatemaltensis)* y la raza antillana como var, americana *(P. a.* var *americana).*

BEN-YA'ACOV *et al. (1995)* citados por BARRIENTOS y LÓPEZ (2000) indican que en Costa Rica de las tres razas conocidas de palto, sólo la raza antillana se encuentra en forma común en los sectores bajos, sin embargo un nuevo tipo o variedad botánica conocido como "Aguacate de Monte" ha sido propuesto como *Persea americana* var *costaricensis,* después de practicar análisis de ARNr y otras pruebas genéticas.

El cultivar más importante a nivel mundial es Hass, representante de la variedad botánica guatemaltensis, con un 15% de influencia de la raza mexicana (var. *drymifolia)* (GARDIAZÁBAL, 1998). Otras variedades con relativa importancia a nivel internacional son Fuerte, Ettinger, Gwen, Reed, Bacon, Zutano y Edranol entre otras.. En el ámbito nacional, a estas variedades hay que sumar las denominadas "paltas chilenas", como Champion, Mexícola y Negra de La Cruz (GARDIAZÁBAL, 1998)*.

2.1.2. Fisiología y ciclo fonológico del palto.

El palto es una especie de hoja persistente, por lo cual, vegeta los doce meses del año. Al igual que otras especies perennifolias, presenta cierto desorden en su ciclo fenológico, pues se produce solapamiento entre los crecimientos reproductivo, vegetativo y radical, con distintas intensidades dentro del ciclo anual (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993; VERHELT, 1986).

La fenología es una rama de la ecología que se dedica a estudiar los fenómenos periódicos de los seres vivos y sus relaciones con las condiciones imperantes en el medioambiente (DE FINA y RÁYELO, 1985) y describe patrones cíclicos de crecimiento. En forma práctica, sirve para realizar labores agrícolas en el momento adecuado, pues es necesario conocer en qué fase de crecimiento se encuentran las plantas para tomar decisiones acertadas y oportunas.

HERNÁNDEZ (1991) y TAPIA (1993) realizaron una aproximación al ciclo fenológico del cultivar Hass para la zona de Quillota, V Región-Chile. Según estos autores, el palto presenta dos "falshes" vegetativos, dos "falshes" radicales y una

---

* GARDIAZÁBAL, F. Ing.Agr. 1998. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

prolongada floración concentrada en los meses de primavera, secuencia muy similar a la estudiada por WHILEY *et al.* (1988 a) en Australia para el cv. Fuerte.

El primer y más grande "flash" vegetativo ocurre en primavera desde fines de agosto hasta mediados de diciembre, con un pick a fines del mes de octubre. Desde el momento en que la tasa de crecimiento de brotes comienza a disminuir, el crecimiento radical repunta alcanzando su máxima tasa de crecimiento a fines del mes de diciembre, coincidente con el mínimo ritmo de crecimiento vegetativo (TAPIA, 1993). Esta secuencia se vuelve a repetir en verano, el crecimiento vegetativo repunta a inicios de febrero luego de aproximadamente un mes (enero) con tasa de crecimiento cercana a cero, alcanza su pick en marzo y termina a fines de mayo, momento en el cual el segundo "flash" de crecimiento radical se encuentra en su pick (HERNÁNDEZ, 1991; TAPIA, 1993). La Figura 1 muestra el comportamiento cíclico de los crecimientos vegetativo y radical del palto para la zona de Quillota.

El comportamiento cíclico y alterno entre raíces y brotes obedece a una íntima relación de balance entre la parte aérea generadora de fotoasimilados y la subterránea captadora de agua y nutrientes (WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988).

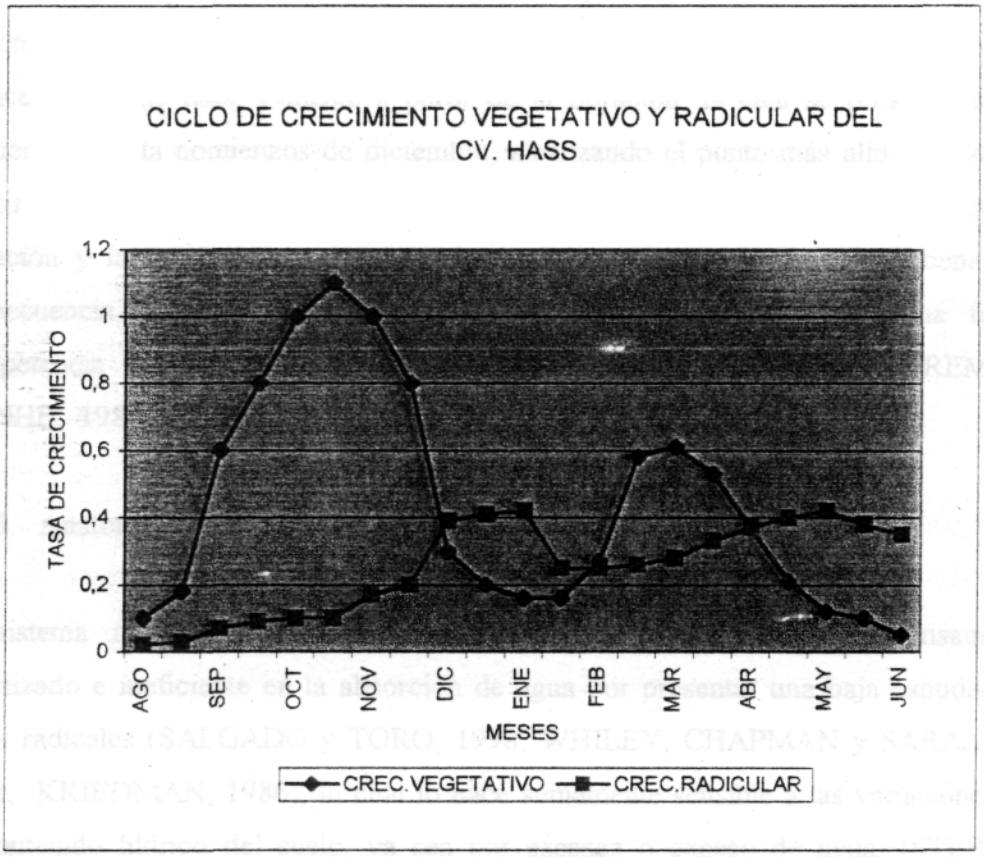

FIGURA 1. Ciclos de crecimiento vegetativo y radical de árboles adultos de palto cv. Hass para la zona de Quillota, V Región (Tapia, 1993).

El crecimiento reproductivo comienza desde el momento en que los ápices se inducen, pero se hace evidente a partir de la floración, la cual se prolonga desde septiembre hasta comienzos de diciembre, alcanzando el punto más alto en octubre, pocos días antes del pick de crecimiento vegetativo primaveral. El hecho de que la floración y la máxima tasa de crecimiento de brotes sean tan cercanos tiene una consecuencia negativa para el cuajado de frutos, pues se genera una fuerte competencia entre la parte vegetativa y la reproductiva (KÖNHE y KREMER-KÖNHE, 1987; WHILEY, 1990).

2.1.3. Anatomía y fisiología del sistema radical.

El sistema radical del palto se caracteriza por ser superficial, extensamente suberizado e ineficiente en la absorción de agua por presentar una baja cantidad de pelos radicales (SALGADO y TORO, 1998; WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988; KRIEDMAN, 1986), lo cual lo hace sumamente sensible a las variaciones en el contenido hídrico del suelo, ya sea por escasez o exceso de agua; (STERNE, KAUFMAN y ZENTMYER, 1977).

La absorción de agua se realiza en los crecimientos radicales de los extremos, caracterizados por ser jóvenes, no suberizados y de color blanco cuando son raíces sanas y activas (WOLSTENHOLME, 1990). Estos crecimientos son altamente vulnerables a la pudrición producida por *Phytophthora cinnamomi* (WHILEY *et ai*, 1987).

SALGADO y TORO (1998); TAPIA (1993) y HERNÁNDEZ (1991) indican que el 80% de las raicillas se distribuyen en los primeros 30 a 40 cm de suelo y el 20% restante entre 40 cm y 60 cm de profundidad, información que coincide con WHILEY *et al.* (1987) quienes afirman que el sistema radical del palto tiene su mayor volumen de raíces distribuido en los primeros 450 mm del perfil del suelo.

Según GARDIAZÁBAL (1998), el palto es el segundo frutal más susceptible a la asfixia radical después del papayo y debido a eso, debe ser plantado en suelos que no presenten impedimentos al drenaje, tales como fuertes cambios estructurales, duripán, arcillas densas, etc. El mismo autor indica que es posible la implantación de huertos de palto en suelos delgados de 30-40 cm de profundidad siempre y cuando el subsuelo facilite la evacuación de agua en profundidad o exista una pendiente que conduzca los excesos de agua en forma superficial, tal como sucede en huertos plantados en ladera de cerro.

SALAZAR y CORTÉS (1986), al estudiar el comportamiento del sistema radical del palto en suelos arenosos y suelos arcillosos, concluyen que esta especie prefiere suelos de textura arenosa, pues las raíces se distribuyen mejor tanto horizontal como verticalmente, presentando casi la totalidad de sus raíces en los primeros 60 cm de suelo para ambos tipos de textura.

Según WHILEY *et al.* (1987) el crecimiento de las raíces del palto está determinado principalmente por la temperatura del suelo, alcanza su mayor tasa sobre 18 °C, se detiene cuando la temperatura del suelo cae por debajo de 13 °C, y es lento entre 13 °C y 18°C.

TAPIA (1993) y HERNÁNDEZ (1991) atribuyen el comportamiento cíclico entre crecimiento vegetativo y radical al efecto de la temperatura ambiental, a la competencia entre los puntos de demanda vegetativos, reproductivos y radicales, y al necesario balance entre raíces y follaje.

2.2. Pudríción radical causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands

2.2.1. Antecedentes generales.

Numerosos autores coinciden al decir que la pudrición causada por *Phytophthora cinnamomi* es la más importante de las patologías que afectan al palto en todas las zonas en que se cultiva (COFFEY, 1987; COFFEY, 1991 ZENTMYER, 1980; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991; LÓPEZ, PÉREZ y GARCÍA, 1998).

Phytophthora cinnamommi fue aislado por primera vez por Rands en 1922 desde un árbol de canela *(Cinnamomum burmanii* Blume) en Sumatra (ERWIN y RIBEIRO, 1996; SMITH *et al,* 1992; LÓPEZ, 1998) y hasta hoy ha sido aislado en más de 70 países del mundo desde más de 1000 especies y variedades de plantas. Entre sus hospederos se incluyen palto, kiwi, pina, castaño, nogal, eucalipto, varias especies del género *Pinus,* duraznero, almendro, cerezo, ciruelo, peral, vid, macadamia, cranberry, plantas nativas de Australia y Sudáfrica y muchas ornamentales como azaleas, hibiscos, magnolios, camelia y rododendro (LÓPEZ, 1998; SMITH *et al.*, 1992; BIGRE, MORAND y THARAUD, 1990).

2.2.2. Sintomatología.

Un palto afectado por tristeza se caracteriza por un progresivo decaimiento, hojas flácidas, pequeñas, cloróticas y sin brillo, defoliación y muerte de ramas El crecimiento vegetativo se detiene y la producción se reduce cada vez más, tanto en calidad como en cantidad (LATORRE, DE ANDRACA y BESOAÍN 1998). Estos corresponden a los síntomas secundarios de la enfermedad, pues son el resultado de una deficiente absorción de agua y nutrientes, a causa de un daño en las raíces activas (ZENTMYER, 1980; COFFEY, 1991). Al observar el sistema radical, se ven raíces necróticas y quebradizas, lo que corresponde a la pudrición ocasionada por el

patógeno. En estado muy avanzado de la enfermedad el árbol puede llegar a morir, proceso que puede demorar entre tres y diez años, dependiendo de las condiciones climáticas.

Ocasionalmente, *Phytophthora cinnamomi* puede infectar raíces gruesas y causar cancros en el cuello de los árboles; sin embargo, es poco frecuente y es un síntoma más característico de *Phytophthora citricola* (ZENTMYER *et al*, 1974 y COFFEY, 1992, citados por. ERWIN y RIBEIRO, 1996)

La infección estaría determinada por una atracción positiva o quimiotaxis entre el tubo germinativo de las zoosporas y las raíces del palto, debido a exudados radicales ricos en aminoácidos generados en la zona de elongación (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994; LATORRE, DE ANDRACA y BESOAÍN, 1998).

STERNE, KAUFMAN Y ZENTMYER (1977) señalan que la sintomatología aérea de la tristeza del palto es muy similar a la de déficit hídrico (marchitez, decoloración foliar, decaimiento general y reducción del crecimiento reproductivo), por lo que es de suma importancia observar la presencia del daño en las raíces para hacer un adecuado diagnóstico.

Debido a la muerte progresiva de raíces absorbentes, es común advertir que el suelo ocupado por árboles enfermos se encuentra siempre húmedo, pues la planta es incapaz de captar el agua de riego aportada y por lo tanto, se producen anegamientos que provocan asfixia al árbol y acentúan aun más las condiciones favorables al patógeno.

Árboles en estado avanzado de la enfermedad presentan una abundante floración y cuaja; y por ello frutos de bajo calibre (ZENTMEYER, 1980; COFFEY, 1991),

probablemente debido a la acumulación de carbohidratos en la parte superior del árbol, siendo un efecto atribuido a la muerte de raíces (ZENTMYER, 1980).

Referente al mismo tema, BESOAÍN (1990) señala que las raíces no actúan como puntos demandantes de nutrientes (sitios "sink"), causa por la cual los fotosintatos quedarían retenidos en la parte aérea de la planta, provocando un aumento en la floración al primer año de la infección. A esto se suma que al estar el árbol sometido a un estrés, se produce un incremento de inhibidores del crecimiento como ácido abscísico y etileno que frenan el crecimiento vegetativo, fenómeno favorable para el proceso de inducción floral.

2.2.3. Caracterización y etiología de *Phytophthora cinnamomi.*

Phytophthora cinnamomi pertenece a la clase Oomicete, orden Peronosporales, faMilla Pitiaceae y al género *Phythophthora*. Es un hongo habitual del suelo en muchas partes del mundo y tiene un amplio rango de hospederos.

Este hongo presenta micelio irregular, poco ramificado, compuesto de bifes aéreas y sumergidas; hifas aéreas hialinas, delgadas, 5-7 µm de diámetro que con la edad se engrosan y les aparecen septas en las paredes. Posee clamidiosporas (esporas asexuales) con paredes delgadas, globosas a piriformes con un diámetro que va de 31 a 50 µm, terminales o sobre ramificaciones laterales cortas, presentándose frecuentemente en racimos de tres a diez, germinando mediante 3-11 tubos germinativos. Esporangióforos no diferenciados, simples o ramificados en forma simpoidal. Esporangio no papilado y persistente de forma elipsoide a ovoide, con un largo entre 45 y 75 µm y 24-47 µm de ancho (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994).

Presenta 8 a 20 zoosporas por esporangio, las cuales tienen forma arriñonada, con dos flagelos desiguales implantados en el lado cóncavo (11-18 µm). Oogonios de 32 µm de diámetro; y oosporas de 27,*2* µm de diámetro.

Las clamidiosporas son el principal propágulo de la enfermedad y junto con las oosporas constituyen las estructuras de resistencia de la especie frente a condiciones ambientales adversas para la formación de micelio (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994).

Phytophthora cinnamomi es heterotálico, es decir, requiere de combinación entre dos talos para la producción de oosporas por ser individuos autoestériles. Existen dos grupos de compatibilidad sexual llamados Al y A2, siendo este último más común que el Al. El tipo A2 puede comportarse como homotálico en presencia de *Trichoderma viride* y ácido oleico. (ZENTMYER, 1980).

LATORRE, DE ANDRACA y BESOAÍN (1998), en 16 aislamientos de *Phytophthora cinnamomi* realizados en la Sexta Región de Chile, encontraron sólo exponentes de la raza sexual A2.

2.2.4. Factores predisponentes.

Factores nutricionales y ambientales como temperatura, humedad, pH, aireación y luz son muy importantes en el desarrollo de la tristeza del palto.

Quizás el más importante de todos los factores sea la humedad del suelo, pues está directamente ligada al crecimiento, esporulación, diseminación e infección causada por *Phytophthora cinnamomi,* especie que sólo forma esporangios en medios líquidos a diferencia de otros representantes del mismo género (ZENTMYER, 1980).

STERNE, KAUFMAN y ZENTMYER (1977) indican que condiciones de alta humedad (-10 cb o mayores), incrementarían la intensidad de ataques de *Phytophthora* en las raíces de paltos. Debido a esto, se debe evitar la saturación hídrica del suelo realizando programas de riego racionales (LATORRE, 1988; WHILEY, CHAPMAN y SARANAH, 1988; DUPLESSIS, 1991).

Phytophthora cinnamomi puede permanecer en el suelo como saprofito, colonizando materia orgánica o raíces de palto muertas, particularmente cuando el contenido hídrico es alto. El hongo puede sobrevivir más de seis años en ausencia de hospederos cuando el suelo está saturado y presenta temperaturas cercanas a 20° C (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994). Esto hace que el inoculo se encuentre permanentemente en los suelos que hayan tenido antecedentes de ataque por *Phytophthora.*

ERWIN y RIBEIRO (1996) indican que la temperatura mínima para que se produzca la infección es de 5-6 °C, teniendo un óptimo entre 24 y 28 °C y un máximo que va de 32 a 34 °C. Por su parte, ZENTMYER (1980), basándose en un gran número de reportes, establece las temperaturas cardinales para esta especie de *Phytophthora,* con una mínima de 5-15 °C, una óptima de 20-32 °C y una temperatura máxima entre 30-36 °C. Una temperatura de 16 °C permite el crecimiento de micelio en la planta y la producción de zoosporas se genera entre 15 °C y 31 °C con un óptimo de 27 °C (BIGRE, MORAND y THARAUD, 1990).

Según los reportes de TAPIA (1993), HERNÁNDEZ (1991) y WHILEY (1987), el crecimiento radical del palto se desarrolla en forma óptima sobre 18 °C y se suprime bajo 13 °C de temperatura de suelo, lo cual es altamente coincidente con gran parte del rango de temperaturas óptimas para la infección y desarrollo del patógeno causante de la tristeza del palto. Esto apoya las observaciones de GARDIAZÁBAL y ROSENBERG (1991) y de WHILEY *et al* (1988 b) que se refieren a la baja

actividad invernal de este hongo y a que el mayor daño se produce en los meses de verano con una abundancia de raíces finas susceptibles a ser infectadas.

ZENTMYER (1980) señala que *Phytophthora cinnamomi* crece mejor en suelos ácidos y determina que tiene un rango óptimo de pH entre 6 y 6,5 para la producción de esporangios, aunque es factible que crezca en un rango que va de 4 a 7.

BIGRE, MORAND y THARAUD (1990) indican que el pH óptimo para el crecimiento de micelio fluctúa entre 3,8 y 4,7 y que puede producirse hasta pH 9,2. La formación de esporas asexuales fluctúa entre pH 3 y 9 con un óptimo de 6-7. En condiciones de laboratorio se puede controlar la pudrición reduciendo el pH a 3,0-3,5 lo cual es impracticable en condiciones de cultivo, pues el palto no tolera tal acidez (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994).

Respecto a la aireación, se puede mencionar que la infección es acelerada con una buena aireación pues la falta de oxígeno o exceso de CO_2 afectan negativamente la producción de esporangios, a pesar de que es compleja la interrelación entre potencial hídrico y la aireación (ZENTMYER, 1980).

Finalmente, la excesiva fertilización nitrogeneda, incrementa la sensibilidad de las plantas al ataque de *Phytophthora,* debido a que los tejidos son más suculentos y ofrecen una menor resistencia física a la entrada del patógeno.

2.2.5. Medidas de prevención y control.

Numerosos autores indican que el problema de la pudrición radical o tristeza del palto debe ser abordado con un plan de manejo integrado que combine medidas preventivas, prácticas culturales, uso de portainjertos resistentes, control biológico y productos químicos (COFFEY, 1987; COFFEY, 1991; LATORRE, DE ANDRACA

y BESOAÍN, 1998; ERWIN y RIBEIRO; 1996; LÓPEZ, 1998; ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994; TÉLIZ *et al,* 1992)

2.2.5.1. Prevención y manejos culturales.

La prevención de la enfermedad comienza en el vivero, con la producción y distribución de plantas sanas y continúa con la no-diseminación del patógeno en plantaciones ya establecidas, tomando siempre en consideración las condiciones que predisponen a un ataque de *Phytophthora.*

Lo primero que se debe procurar, es utilizar material de propagación sano, libre de contaminación, por lo tanto, para la obtención de portainjertos francos las semillas deben ser cosechadas del árbol, no recogidas desde el suelo en donde pueden tener contacto directo con el patógeno (GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991). Además, es conveniente realizar un tratamiento térmico consistente en inmersión de semillas en agua caliente (49° C durante 30 min) para eliminar todo el inoculo que pueda estar presente en éstas. Por otra parte, el sustrato a utilizar debe estar completamente desinfectado ya sea con fumigantes del suelo (como bromuro de metilo) o por vaporización (LÓPEZ, 1998).

Se deben evitar los sustratos con alta capacidad de retención de agua (como turba) y utilizar otros más livianos y con buen drenaje, como mezclas que contengan arena o corteza de pino. Es conveniente no reutilizar sustratos, contenedores ni agua, debido a que pueden estar contaminados (BIGRE, MORAND y THARAUD, 1990).

COFFEY (1987) señala que es recomendable utilizar plantas indicadoras de *Phitophthora cinnnamomi* (p. ej. *Persea indica}* en viveros, pues cuando se utilizan portainjertos resistentes o tolerantes al patógeno, éstos pueden estar infectados y no

presentar síntomas, pudiendo ser vectores del hongo desde vivero hacia los suelos en que se van establecer esas plantas.

Por otra parte, es de gran importancia considerar las características del suelo en donde se realizará la plantación, pues en aquellos que presentan un deficiente drenaje interno y superficial, se puede producir una saturación permanente, lo cual afectaría a las raíces y crearía condiciones ideales para el ataque de *Phytophthora cinnamomi* (DUPLESSIS, 1991).

Cuando se piensa realizar plantaciones de palto en suelos de dichas características, es conveniente tomar ciertas precauciones para mejorar la permeabilidad en donde se encuentran distribuidas las raíces, rompiendo compactaciones con un subsolador o realizando obras de drenaje para eliminar napas freáticas que estén por sobre 80 cm de profundidad (MASS y KOTZ, 1990; GARDIAZÁBAL y ROSENBERG, 1991; BEKEY, 1987)

Una alternativa es aumentar el volumen de suelo, realizando plantaciones en camellones o montículos, los cuales son muy útiles en suelos poco profundos y arcillosos, como también para replantes. Además, el suelo queda mucho más suelto y con una mayor cantidad de macroporos, por lo cual no se produce un cambio tan abrupto entre las condiciones del sustrato de vivero y las del suelo definitivo como ocurre en plantaciones tradicionales (sin montículos), en donde el suelo se encuentra más compactado y presenta un fuerte impedimento físico a la penetración de las raíces en él cuando éstas comienzan a salir del pan de suelo del vivero (COFEEY, 1987).

COFFEY (1991) indica que un déficit hídrico reduce el vigor y con ello su resistencia fisiológica al ataque de *Phytophthora* y agrega que tanto el exceso como el

déficit hídrico pueden acelerar los síntomas de tristeza; por lo cual el manejo adecuado del riego es fundamental para prevenir esta enfermedad (DUGO, 1996).

GEORGI (1993) comenta que cualquier herida o lesión producida a nivel de cuello o raíces por maquinaria u otros medios, puede facilitar la infección, por lo tanto, éstas deben ser evitadas (a pesar de que este patógeno puede penetrar en forma activa en los tejidos radicales).

COFFEY (1987) se refiere al movimiento de inoculo en suelo contaminado presente en maquinaria, zapatos o ruedas de vehículo, y señala que es necesario prevenir la contaminación por esta vía utilizando rodiluvios y pediluvios que contengan una solución fungicida o fungistática (p. ej. caldo bórdeles) a la entrada de predios y viveros.

2.2.5.2 Control físico.

Un método limpio y barato para inactivar a los patógenos a una determinada profundidad del suelo, lo constituye el tratamiento de solarización, cuyo efecto se basa en el control de organismos patógenos causándoles una pérdida de viabilidad por calor húmedo (LÓPEZ, 1998).

Esta técnica consiste en aplicar una cubierta de polietileno transparente (entre hileras de árboles contiguas) sobre el suelo previamente roturado y regado hasta saturación, por un período de, al menos, seis semanas durante los meses de verano (LÓPEZ, 1998).

Bajo las condiciones climáticas de las Islas Canarias, GALLO y SIVEIRO (1998) demuestran el éxito de esta práctica para el control de *Phytophthora*, llegando a registrar temperaturas de suelo superiores a 40 °C a una profundidad en la cual se

encuentran la mayoría de las raíces del palto. Dichas temperaturas, al sobrepasar el umbral máximo de sobre vivencia del patógeno indicado por ZENTMYER (1980), pueden erradicar al hongo hasta una profundidad acorde con la mayor cantidad de raíces del árbol en un período de 4-6 semanas durante la temporada de verano.

LÓPEZ *et al.* (1998) presentan similares resultados, para el control de *Dermatophora necatrix*, causante de la pudrición blanca de raíces del palto, en donde logran erradicar al patógeno en un período de 4-8 semanas a una profundidad de 60 cm, no pudiendo reaislar micelio desde árboles infectados y tratados hasta transcurridos 14 meses después de la solarización, con temperaturas que también hubiesen controlado a *Phytophthora* de haber estado presente.

2.2.5.3 Uso de portainjertos tolerantes y resistentes.

Es común que en fruticultura se estén llevando a cabo constantemente programas de investigación tendientes a desarrollar nuevas variedades y portainjertos, persiguiendo satisfacer los gustos y preferencias del mercado y mejorar algunos aspectos involucrados con la producción, tales como aumentar los rendimientos, incorporar resistencia al frío o resistencia a plagas y enfermedades.

De esta forma, se ha intentado permanentemente mejorar la resistencia del cultivo del palto a la pudrición radical causada por *Phytophthora cinnamomi* a través del uso de portainjertos tolerantes o resistentes al patógeno. Dicha labor fue iniciada por Zentmyer en la década de 1950, obteniendo los primeros patrones tolerantes como Duke 6 y Duke 7 (MENGE *et al*, 1992). Posteriormente a la introducción comercial de Duke 6 y 7 alrededor del año 1975, se seleccionaron los patrones G6, G755 (Martín Grande), Thomas, Barr Duke y Toro Canyon, los cuales son más resistentes que Duke 7, pero poco productivos, por lo cual no son de gran interés comercial (LÓPEZ, 1998).

Existe resistencia en muchos portainjertos, pero ninguno es inmune a *Phytophthora cinnamomi* (ERWIN y RmEIRO, 1996). PINKAS, ZUBERSTAINE y HERSHENHORN (1992) señalan que, en portainjertos sensibles, existe una positiva correlación entre la resistencia al patógeno y la cantidad de lignina en las raíces, motivo por el cual el ataque es poco común en raíces estructurales aun en presencia de razas virulentas del patógeno. A su vez, los mismos autores indican que hay una correlación negativa entre la resistencia y la presencia de compuestos fenólicos (fítoalexinas) y que ésta tampoco está relacionada con la suberización de tejidos.

RUIZ *et al* (1992) indican que la tolerancia del cv. Duke 7, está determinada por hipersensibilidad, la cual varía dependiendo de la virulencia del hongo, aunque otros autores le atribuyen también importancia a su habilidad para regenerar raíces rápidamente (KELAM y COFFEY, 1986, citados por ERWIN y RIBEIRO, 1996)

GARDIAZÁBAL (1998)* afirma que en Chile los huertos normalmente conviven con ataques del hongo en mayor o menor grado, debido a que las razas presentes no son tan virulentas como en otras zonas de producción tales como Australia, Sudáfrica o California. Según BESOAÍN 2000** el hecho de que no se presenten comúnmente ataques severos del patógeno en Chile se debe más a un factor climático local que a una ausencia de razas altamente virulentas. Estos antecedentes ponen de manifiesto la interrogante de si se justifica realmente la utilización de portainjertos clónales resistentes o tolerantes a *Phytophthora,* considerando que su costo de producción es muy superior al de portainjertos de semilla.

---

*GARDIAZÁBAL, F. Ing. Agr. 1998. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

**BESOAÍN, X. Ing. Agr. 2000. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal.

2.2.5.4 Control biológico y uso de materia orgánica.

El uso de control biológico es una práctica que se extiende cada vez más en agricultura, y su aplicabilidad a gran escala está siendo estudiada con mayor profundidad. El biocontrol de *Phytophthora cinnamomi* se ha centrado en California, Australia y Sudáfrica, en donde han hecho reportes de suelos supresores de este hongo, la mayoría de los cuales presentan altos niveles de materia orgánica, hecho que siempre se encuentra asociado a una alta diversidad en la microflora del suelo.

ZENTMYER, MENGE y OHR (1994), señalan que un alto nivel de materia orgánica complementado con altos niveles de nitrógeno y de cationes intercambiables como Ca y Mg, en el uso de enmiendas orgánicas resulta beneficioso para el control de *Phytophthora.*

RAHIMIAN y CÁSALE (1992) investigaron suelos supresores de California, y además de señalar altos contenidos de materia orgánica, aislaron alrededor de 26 microorganismos (bacterias y hongos) que inhiben el crecimiento de *Phytophthora cinnamomi.*

Reportes de DUVENHAGE y KÓNE (1998), indican que *Paecilomyces lilacmus, Aspergillus candidus* y *Trichoderma hamatum* son capaces de suprimir la pudrición en plantas de palto bajo condiciones de invernadero, aunque en huertos establecidos no se ha visto más efecto que un aumento progresivo en las poblaciones de estos microorganismos.

COFFEY (1987) señala que debido a que el sistema radical del palto es superficial, el uso de bio-antagonistas se vería favorecido, dado que los agentes controladores se ubicarían rápidamente en la rizósfera, en donde deben ejercer el control.

2.2.5.5 Control químico.

El control químico de *Phytophthora cinnamomi,* se puede dividir en dos partes; una de pre-plantación o pre-siembra (en el caso de vivero) y otra post-establecimiento del cultivo (BIGRE, MORAND y THARAUD, 1990).

El primer caso se refiere al uso de fumigantes del suelo como bromuro de metilo, producto altamente biocida que está pronto a ser definitivamente prohibido en Chile por disposiciones legales tendientes a proteger el medioambiente. El segundo caso enmarca a los fungicidas pertenecientes a las fenilamidas (acilamidas) y a los fosfonatos, los cuales se desarrollaron en la década de 1970 y se masificaron en su uso a partir de los años 80 (ZENTMYER, MENGE y OHR, 1994). Estos fungicidas son específicos para hongos oomicetes como *Phytophthora* spp, *Pythium* sp y los mildius *(Peronospora* spp) (APIPA, 1998; WfflLEY *et al,* 1995)

Metalaxilo (p.c. Ridomil®, Metalaxil® es la fenilamida más utilizada, y resulta efectivo en aplicaciones al suelo para un control pre y post-infección (LATORRE, DE ANDRACA y BESOAÍN, 1998). Este fungicida presenta una sistemicidad unidireccional en forma ascendente dentro de la planta, por lo cual sólo es útil en aplicaciones dirigidas al suelo o directamente en la zona afectada como raíces y cancros (COEFEY, 1987; ERWIN y RIBEIRO, 1996).

Las características de movilidad del metalaxilo dentro de la planta, hacen que su uso sea prácticamente restringido a vivero y replantes. COFFEY (1987) señala que el uso de este producto es más económico y seguro que bromuro de metilo.

Tal como ocurre en la mayoría de los productos químicos, el uso reiterado de metalaxilo puede producir resistencia del patógeno al producto. Al respecto, PEGG *et al.* (1987), como resultado de una experiencia realizada en Australia, señalan que al

tercer año consecutivo de aplicaciones de metalaxilo al suelo, se produce una recaída en los síntomas de tristeza.

Sin embargo la resistencia no es la única problemática que enfrenta este agroquímico, pues, además, se sabe que es vulnerable a ser biodegradado rápidamente como resultado de la actividad de ciertos microorganismos en el suelo, por lo cual el período efectivo de control se reduce significativamente, haciéndose necesarias nuevas aplicaciones que a su vez pueden aumentar el riesgo de resistencia (BAUJEY y COFFEY, 1985, citados por ERWIN Y RIBEIRO, 1996; COFFEY, 1987). Estos antecedentes sugieren que es conveniente rotar productos y complementar con otras prácticas de manejo como las mencionadas en los puntos anteriores.

Los productos de tipo fosfonato están representados por fosetil aluminio (Aliette®, fosetil calcio (Aliette-Ca® y ácido fosforoso neutralizado a pH 6,2 con hidróxido de potasio, quedando bajo la forma de fosfito potásico (o fosfonato potásico). Fosetil aluminio y fosetil calcio son degradados a ácido fosforoso dentro de la planta y en el suelo, siendo este último el verdadero ingrediente activo (LÓPEZ, PÉREZ y GARCÍA, 1998)

Estos fungicidas son altamente solubles en agua, escasamente retenidos por los coloides del suelo y presentan la particular ventaja de poder desplazarse en forma ascendente y descendente en la planta vía xilema y floema respectivamente (ERWIN y RIBEIRO, 1996; YOUNG *tí al*, 1992; COFFEY, 1987; COFFEY, 1991;)

La facultad de movilizarse en ambos sentidos, hace posible que los métodos de aplicación de los fosfonatos sean más numerosos y variados. Entre las modalidades de aplicación utilizadas, se encuentra la aspersión foliar, inyección al tronco, incorporación junto al agua de riego y pintura al tronco (YOUNG *et al.*, 1992, WHILEY *et al*, 1995).

Cuando se trata de recuperar árboles adultos con avanzados estados de la enfermedad, los tratamientos con fosfonatos resultan ser más efectivos que aquellos en que se utiliza metalaxilo, sobre todo cuando se realizan aplicaciones mediante inyección al tronco, pues una baja cantidad de follaje y raíces dificultan la absorción del producto cuando se utilizan otros métodos (LÓPEZ, 1998).

El efecto de los fosfonatos puede ser explicado por una combinación entre fungitoxicidad y activación de los mecanismos de defensa de las plantas (por promoción de compuestos fenólicos llamados fitoalexinas) y se presenta extremadamente inhibitorio en estados críticos del ciclo de *Phythophthora* spp, especialmente en la esporulación (HAMALAWI, MENGE y OHR, 1995).

KAISER Y WHILEY (1998) señalan que las aplicaciones al suelo de fosfonatos son poco útiles y de elevado costo, pues se requieren aplicaciones con una frecuencia mensual de 40 g/1 de ácido fosforoso para mantener un nivel crítico (protector a la infección) de 20 mg de producto por cada Kg de raíces, lo cual hace que sea altamente costoso si se le compara con la dosis de 1,25 g de ácido fosforoso por cada metro lineal de diámetro de canopia al año requerido cuando se utilizan inyecciones. Además, se genera una presión selectiva sobre el patógeno que incrementa la resistencia de éste al ingrediente activo.

Es muy importante conocer el ciclo fenológico del cultivo y la relación de éste con el ciclo de vida del patógeno a fin de decidir el momento más apropiado para realizar el control. Es por eso que después de diversos estudios acerca de la movilidad y persistencia del ion fosfonato en las distintas estructuras de plantas tratadas, se ha llegado a la conclusión de que el mejor momento para inyectar los árboles es aquel periodo en que los crecimientos vegetativos de la temporada están dejando de ser sitios consumidores ("sink") y han pasado a ser exportadores ("source"), lo cual coincide con el momento en que las raíces se constituyen en el mayor punto de

demanda de fotoasimilados (WHILEY *et al,* 1992.; WHILEY *et al,* 1995). Cronológicamente hablando, para el caso de Chile, habría que situar las aplicaciones en primavera y a fines de verano, en Noviembre y Marzo, respectivamente, como se muestra en la Figura 2 (LATORRE, DE ANDRACA y BESOAÍN, 1998).

Cuando se quiere recuperar árboles severamente afectados por *Phytophthora cinnamomi,* frecuentemente se requieren cuatro inyecciones de fosfonatos (fosetil aluminio o ácido fosforoso) en un período de dos años, después de los cuales los árboles presentan una notable recuperación e incluso logran buenas cosechas (PEGG *et al,* 1987; LÓPEZ, 1998)

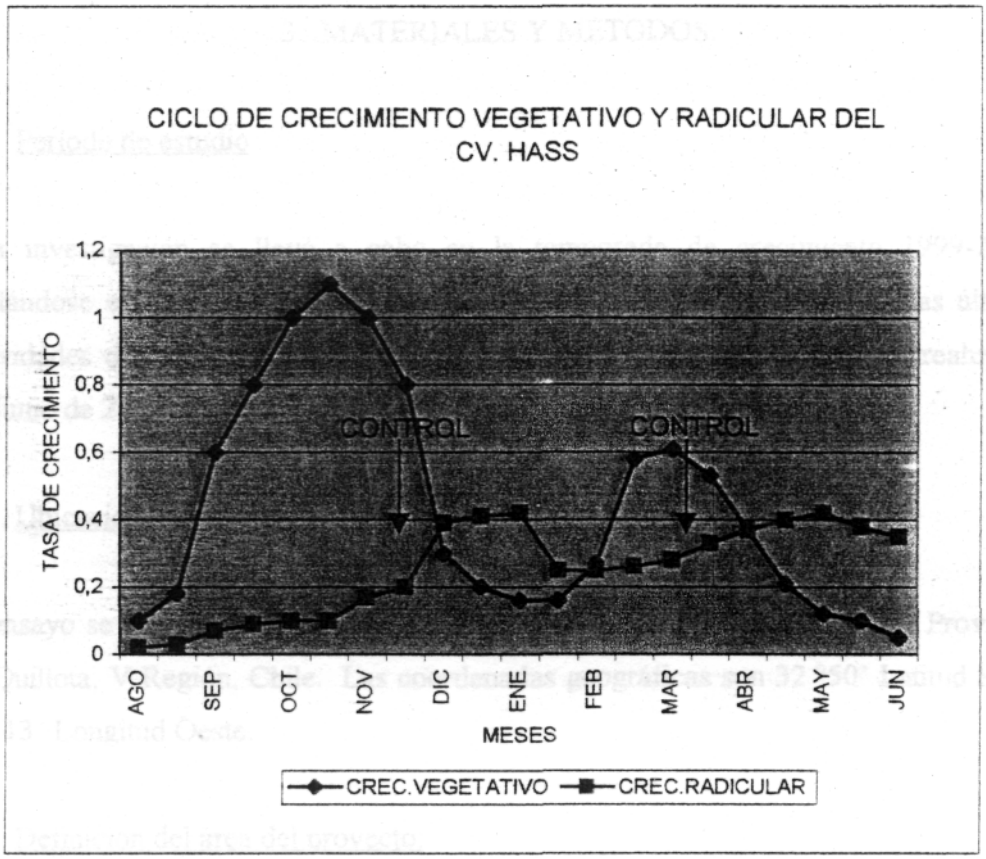

FIGURA 2. Época aproximada para control químico de *Phytophthora cinnamomi.* (TAPIA, 1993).

.3. MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1. Periodo de estudio

Esta investigación se llevó a cabo en la temporada de crecimiento 1999-2000, iniciándose el 16/09/1999 con el reconocimiento del sector de estudio. Las últimas actividades de terreno, correspondientes a toma de muestras de raíces, se realizaron en Junio de 2000.

3.2. Ubicación del ensayo

El ensayo se efectuó en el Fundo La Palma, ubicado en el sector La Palma, Provincia de Quillota, V Región, Chile. Las coordenadas geográficas son 32 °50' Latitud Sur y 71° 13'Longitud Oeste.

3.3. Definición del área del provecto:

3.3.1. Clima

Según la clasificación climática de Köepen, la provincia de Quillota posee un clima templado cálido caracterizado por una temperatura media anual superior a los 10 °C, con veranos secos y cálidos e inviernos lluviosos. El promedio anual de precipitaciones bordea los 400 mm (MARTÍNEZ, 1981).

El régimen térmico de esta zona se caracteriza por una media anual de 15.3 °C, una máxima media de 27 °C en el mes más cálido (enero) y una mínima promedio de 5,5 °C en el mes más frío (julio) (NOVOA *et al..*, 1989). Las heladas se concentran en el invierno, siendo escasas y de corta duración existiendo un período libre de heladas de nueve meses (septiembre a mayo).

La humedad relativa a lo largo del año es alta y uniforme, registrando los más altos valores en invierno.

3.3.2. Suelo

Según un estudio agrológico realizado por el Departamento de Conservación de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura (1966), los suelos del estudio pertenecen a la serie Quillota. Éste es de origen lacustre, moderadamente profundo, de textura franco arcillosa, color pardo grisáceo muy oscuro en el tono 10 YR en la superficie y textura franco arcillosa, de colores pardo grisáceo muy oscuro y negro en el tono 10 YR en profundidad. Descansa sobre un *substratum* aluvial constituido por gravas redondeadas con matriz franco-arcillo-arenosa. Suelo de topografía plana de permeabilidad lenta y drenaje imperfecto. Presenta gravas redondeadas tanto en la superficie como en el perfil.

3.3.3. Agua

El agua de riego es obtenida del canal Ovalle abastecido por el río Aconcagua y de tres pozos profundos del predio, con los cuales asegura el caudal de riego. El agua del canal Ovalle no presenta peligro de sodificación ni salinización, por lo cual no existen mayores limitaciones para su uso agrícola.

3.4. Material vegetal

Se utilizaron árboles de palto *(Persea americana* Mill) cv. Hass injertados sobre patrón franco cv. Mexícola pertenecientes a un huerto establecido el año 1990, en un marco de plantación de 6 m entre hileras y 6 m sobre la hilera, los cuales fueron seleccionados en septiembre de 1999, presentando bajo rendimiento dentro del ciclo de producciones alternantes (en espera de una alta floración para dicha temporada de

crecimiento). Todos corresponden a un solo sector de riego, el cual fue considerado completo para la obtención de la muestra. En éste, se realizó una categorización no aleatoria de tres grupos de árboles, los cuales fueron discriminados en tres niveles de decaimiento dentro de una escala de 0-3 (0= sano, 3= muerto) desde una población de 277 árboles. Los árboles de nivel 3 no fueron considerados en el ensayo. Cada grupo consta de 15 árboles, haciendo un total de 45 en el estudio.

Los tres grupos de decaimiento considerados para el ensayo, fueron seleccionados por sintomatología visual de la canopia y el sistema radical superficial siguiendo una metodología similar a la propuesta por GEORGI (1993). En el Cuadro 1 se aprecia un resumen del criterio de diferenciación de los estados de decaimiento de los árboles de este estudio. Las Figuras 3, 4, y 5 muestran árboles tipo para cada uno de los niveles de decaimiento descritos.

CUADRO 1: Resumen de la caracterización visual de los niveles de decaimiento

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICA VISUAL
1 ENFERMO	Planta brotada, clorótica, de aspecto translúcido con escaso crecimiento, 25% sana. Raíces muy poco abundantes y enfermas (color negro).
2 REGULAR	Planta brotada, clorótica, creciendo 50% - 75% sana. Presencia de raíces sanas y enfermas en regular cantidad.
3 SANO	Planta completamente sana, expresado en buen vigor y color. Raíces sanas, color blanco a crema en abundancia.

Fuente: GEORGI (1993).

FIGURA 3. Sintomatología de árbol clasificado dentro del nivel enfermo.

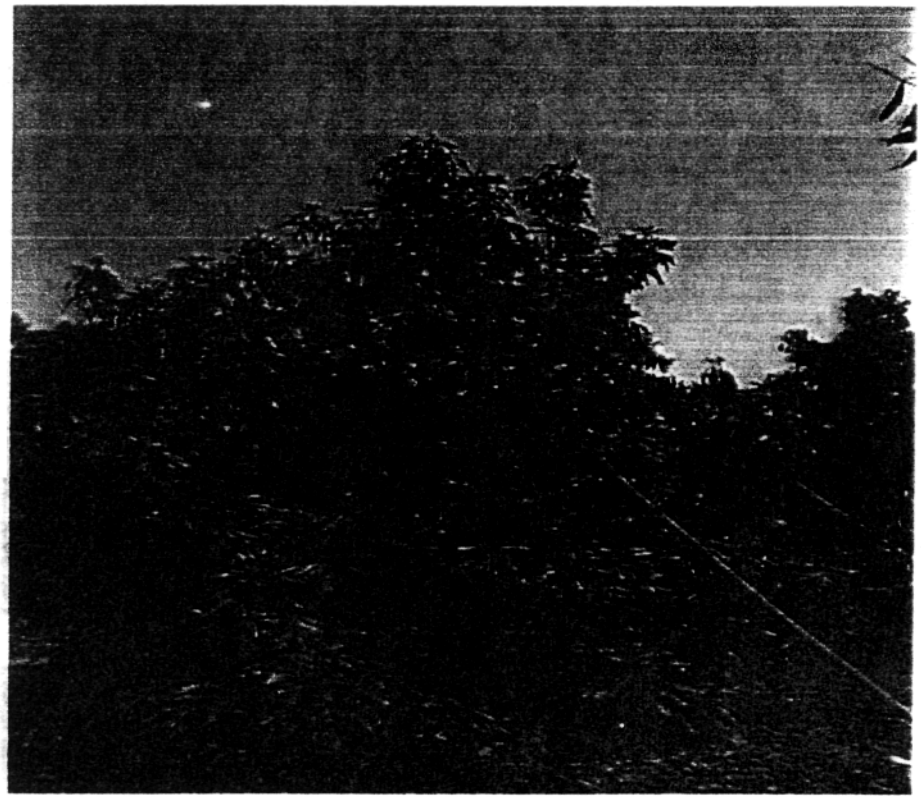

FIGURA 4. Sintomatología de árbol clasificado dentro del nivel regular.

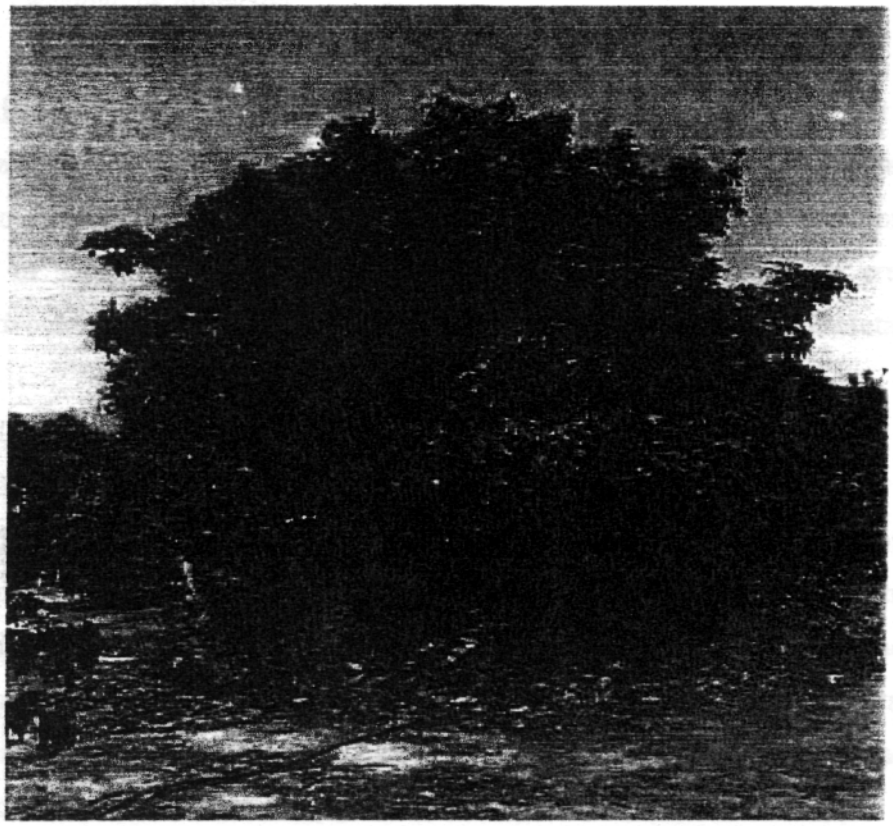

FIGURA 5. Sintomatología de árbol clasificado dentro del nivel sano.

3.5. Parámetros en estudio

3.5.1. Densidad de brotación.

Se midió la densidad de brotación expresada en número de brotes por área de canopia. Para ello, se utilizó un cuadrante de madera de 1 m^2 y se tomó una muestra por punto cardinal del centro de cada unidad experimental, a una altura aproximada de 1,6 m. Dicha medición se realizó antes y después del "flash" de crecimiento vegetativo de verano. Corresponde a una variable de tipo cuantitativa discreta.

3.5.2. Densidad de raíces.

Se midió la densidad de raíces en muestras de suelo extraídas de dos puntos cardinales (Este y Oeste) utilizando para ello barreno de cilindro de 1 litro a una distancia de 1,5 m medida desde el emisor de riego más cercano y, aproximadamente, a 50 cm del tronco, registrando los datos como gramos de peso fresco de raíces por volumen de suelo extraído (g/l) antes del "flash" y una vez terminado éste. Corresponde a una variable de tipo cuantitativa continua.

3.5.3. Calidad de raíces.

Variable de tipo cualitativa que se evaluó como porcentaje de raíces enfermas contenidas en un volumen de suelo extraído con barreno de cilindro de 1 litro. Se utilizaron las mismas muestras tomadas para la variable densidad de raíces. El criterio de clasificación, se basó en la designación de cinco grados de intensidad de daño (Cuadro 2).

CUADRO 2. Categorización de raíces según su estado sanitario

PORCENTAJE DE RAÍCES ENFERMAS	CLASIFICACIÓN
80% - 100%	Mala
60% - 79%	Regular a Mala
40% - 59%	Regular
20% - 39%	Regular a Buena
0% - 19%	Buena

3.6. Tratamientos

Los árboles pertenecientes a cada uno de los tres niveles de decaimiento fueron asignados en forma aleatoria a las siguientes aplicaciones:

1. Sin aplicación (Testigo)
2. Inyección al tronco con Biofosyek® fabricado por Carla Val España (18% fosfito potásico), 20ml por cada metro lineal de diámetro de la canopia.
3. Pintura al tronco, 2 L de Biofosyek® fabricado por Carla Val España (18% fosfito potásico) diluido en 5 L de agua.

.

En el Cuadro 3, se presenta el resumen de los nueve tratamientos, los cuales constan de 5 repeticiones cada uno.

CUADRO 3. Tratamientos implementados por la interacción entre tipo de aplicación y nivel de incidencia de tristeza.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	Enfermo	Regular estado	Sano
Ninguna	T_1	T_4	T_7
Pintura	T_2	T_5	T_8
Inyección	T_3	T_6	T_9

Las inyecciones se hicieron con una máquina inyectora hidráulica Superfrut® la cual arroja un volumen fijo de 20cc de producto por cada inyección. Para hacer los orificios se utilizó un taladro de manivela con una broca para madera de 4 mm. Estos agujeros fueron distribuidos equitativamente en todo el perímetro del tronco y en algunos casos en la base de ramas gruesas que nacen cercanas al cuello.

Para pintar los troncos, se utilizó un balde de 10 L de capacidad y una brocha gruesa. 3.7.

Diseño estadístico

Este ensayo, básicamente, se trata de un experimento multifactorial con restricciones en la aleatorización, aunque presenta algunas modificaciones para cada variable en estudio.

3.7.1. Variable densidad de crecimiento vegetativo.

Esta variable se analizó a través de Modelos Lineales Generalizados, debido a que la distribución de los datos es de tipo exponencial y, por lo tanto, obedece a una

distribución estadística de Poisson, utilizando el logaritmo para linealizar la ecuación del modelo correspondiente:

$$\mathbf{Log\ (Y_{ijk}) = :\mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}}$$

i=1,2,3

j= 0,1,2

k=1,2,3,4

Donde:

$Log(Y_{ijk})$	: Densidad del crecimiento vegetativo al aplicarle la j-ésima aplicación en el i-ésimo nivel de decaimiento del árbol del k-ésimo bloque.
μ	: Media general.
τ_i	: Efecto del i-ésimo nivel de decaimiento del árbol.
β_j	: Efecto de la j-ésima aplicación.
$(\tau\beta)_{ij}$	: Efecto de interacción entre el i-ésimo nivel de decaimiento y la j-ésima aplicación.
δ_k	: Efecto del k-ésimo bloque (orientaciones Norte, Sur, Este y Oeste).
ε_{ijk}	: Error aleatorio experimental.

Se rechaza la hipótesis nula (Anexo 1) para diferencias de desvianzas mayores que un valor de la distribución X^2 con la respectiva diferencia de grados de libertad, para un nivel de significación de 0.01.

3.7.2. Variables densidad y calidad de raíces.

Estas dos variables se analizarán bajo un mismo modelo multifactorial con restricciones en la aleatorización. Se efectuará una análisis estadístico a través de un diseño factorial en un bloque aleatorizado, sin interacción de los factores con el bloque, primero por análisis de varianza multivariado y posteriormente por análisis de varianza univariado para cada época de medición.

Para la variable calidad de raíces, se trabajará con la marca de clase de cada intervalo de clasificación como se muestra en el Cuadro 4.

CUADRO 4. Categorización y marca de clase de raíces, según su estado sanitario.

PORCENTAJE DE RAÍCES ENFERMAS	MARCA DE CLASE	CLASIFICACIÓN
80% - 100%	90%	Mala
60% - 79%	70%	Regular a Mala
40% - 59%	50%	Regular
20% - 39%	30%	Regular a Buena
0% - 19%	10%	Buena

Modelación estadística:

El modelo correspondiente a un diseño factorial en un bloque aleatorizado es:

$$Y_{ijk} : \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Con

i = 1,2,3 (niveles de decaimiento del árbol)

$j = 0,1,2$ (niveles de las aplicaciones)

$k = 3,4$ (niveles del bloque Este, Oeste))

Donde:

Y_{ijk} : Es la variable de respuesta en la l - ésima réplica del k –ésimo bloque que fue observado bajo algunas de la j -ésima aplicación del producto en el i -ésimo nivel de decaimiento del árbol.

μ : Media general.

τ_i : Efecto del i-ésimo nivel de decaimiento del árbol.

β_j : Efecto de la j-ésima aplicación del producto.

$(\tau\beta)_{iJ}$: Efecto de interacción entre el i-ésimo nivel de decaimiento y la j-ésima aplicación del producto.

δ_k : Efecto del k - ésimo bloque (orientaciones Este, Oeste)

ε_{ijk} : Error aleatorio experimental, bajo cualquiera de las aplicaciones.

Supuestos : Por las características del experimento, se supone que no hay interacción de los factores con el bloque. Además, se supone que $\boldsymbol{\varepsilon}$ esta IID N_P (O, $\boldsymbol{\Sigma}$), en donde p es él numero de variables incluidas en el modelo.

Para este experimento se utilizará una significancia de 5% (a = 0.05) para decir que la prueba es significativa.

En aquellos casos en que las hipótesis descritas en el Anexo 2 sean rechazadas, se realizarán comparaciones de medias con el test de Intervalos Múltiples de Duncan

para detectar cual o cuales son los niveles de los factores que difieren e identificar el efecto de los distintos tratamientos.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Densidad de brotes

Sobre la base de los resultados del análisis (Anexo 3), los tres modelos aceptados contienen el factor "nivel de decaimiento" de árbol, lo que indica que existe un efecto significativo de dicho factor en la experiencia. Esto pone en evidencia que la categorización inicial realizada a los árboles del estudio (enfermo, regular o sano) fue significativa para este parámetro.

Con un nivel de confianza del 99%, se puede afirmar que las aplicaciones no presentan efecto significativo, y que existe interacción entre los niveles de decaimiento del árbol con las distintas aplicaciones (Anexo 3).

El hecho de que el factor "aplicación" no haya resultado significativo, probablemente se debe a que los árboles del nivel sano, no presentaron mayor variación en la densidad de brotes al ser sometidos a alguna de las tres aplicaciones (control, inyección o pintura), pero resulta interesante la afirmación de que existe un efecto de interacción entre los factores "nivel de decaimiento" y "aplicación", lo cual pone en evidencia que uno o más tratamientos resultaron ser influyentes en el comportamiento de esta variable; además, concuerda con los resultados de YOUNG *et al.* (1992) que indica que el efecto de los fosfonatos está ligado a la condición inicial de los árboles tratados y el método utilizado para controlar la enfermedad.

En la Figura 6, se observa el efecto de los distintos tratamientos en la densidad de brotación medida antes y después del "flash" vegetativo de verano, donde claramente se puede ver que dentro del nivel "sanos" se presenta un gran incremento en el número de brotes por árbol, independientemente del tipo de aplicación al que fueron

sometidos, indicando que el producto no estaría ejerciendo efecto alguno sobre esta categoría de árboles.

Como se puede observar en la Figura 6, los árboles sanos presentan el mayor incremento en el número de brotes, pero los tratamientos correspondientes a "enfermo con inyección" y "regular con inyección", respectivamente, se asemejan a los resultados obtenidos con los árboles sanos, lo cual indica que la aplicación del producto vía inyección estaría dando un resultado positivo.

La situación para los árboles del nivel enfermo resulta interesante, pues presentan marcadas diferencias en respuesta al tipo de aplicación (Figura 6, Cuadro.5)

Estos resultados se deben probablemente a un incremento de raíces sanas durante el "flash" de primavera (influenciado por el producto), obedeciendo al conocido balance entre los crecimientos radical y vegetativo señalado por WHELEY; CHAPMAN y SARANAH (1988).

Los resultados observados en esta experiencia, concuerdan con reportes de algunos autores que indican que los fosfonatos como fosetil aluminio o ácido fosforoso inyectados al tronco de árboles decaídos por *Phytophthora cinnamomi,* son altamente efectivos si se les compara con otros productos o métodos de aplicación cuando se trata de árboles severamente decaídos, logrando una mejoría de los síntomas aéreos de la enfermedad (PICCONE, WHILEY y PEGG, 1988; PEGG *et al*, 1987; LÓPEZ, 1998)

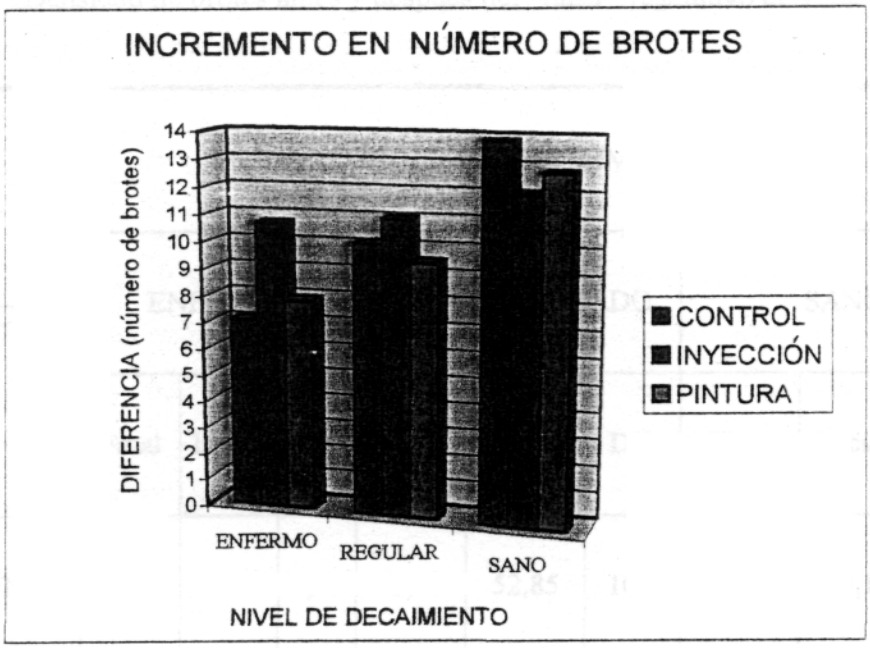

FIGURA 6. Incremento diferencial del número de brotes entre término e inicio del "flash" vegetativo de verano.

Cuadro 5. Densidad de brotes antes y después del "flash" vegetativo de verano.

APLICACIÓN	NIVEL DE DECAIMIENTO								
	ENFERMO			REGULAR ESTADO			SANO		
	Final	Inicial	Dif.	Final	Inicial	Dif.	Final	Inicial	Dif.
NINGUNA	43,05	36	7,05	62,95	52,85	10,1	73,95	60,1	13,85
INYECCIÓN	50,1	39,4	10,7	56,95	45,6	11,35	71,4	59,4	12
PINTURA	45,4	37,5	7,9	61,45	51,95	9,5	77,68	64,85	12,8

A pesar de que ,proporcionalmente, los árboles enfermos inyectados tuvieron una notoria mejoría respecto a los demás tratamientos, la densidad de brotes de éste y los demás tratamientos de los niveles "enfermo" y "regular" aún no se equiparan a la de los árboles del nivel sano (Cuadro 5), lo que posiblemente se debe a un efecto de competencia entre la fructificación y el crecimiento vegetativo (incluyendo él crecimiento radical), pues como se menciona en el punto 3.4., los árboles del estudio se encontraban con una alta floración, lo que tuvo como consecuencia una alta cuaja de frutos, todos los cuales estarían compitiendo con el crecimiento de brotes y raíces, en donde obviamente se ven más desfavorecidos aquellos árboles que presentan una densidad inicial de follaje fotosintéticamente activo menor.

"CAUTÍN (2000) señala que en el modelo de demanda de los vegetales, la distribución de fotosintatos presenta un ordenamiento secuencia! descendente en cuanto a los distintos sitios "sink" de una planta. Este ordenamiento está encabezado por todas las estructuras y eventos que tengan que ver con la fructificación, seguido por el desarrollo vegetativo y finalmente por la expansión del sistema radical, lo cual explica el típico crecimiento desfasado de las distintas estructuras que presentan los vegetales dentro de un ciclo anual. Si existe un desbalance favorable al desarrollo floral, éste se va a potenciar en desmedro de otras estructuras y junto con la acción de inhibidores del crecimiento, será la causa de pobres crecimientos vegetativos y radicales.

BESOAÍN (1990) y ZENTMYER (1980) señalan que es común que en árboles de palto afectados por *Phytophthora cinnamomi* se produzca un gran número de frutos, pues el patógeno reduce considerablemente la masa radical absorbente. La planta por tanto, es incapaz de cubrir sus requerimientos hídricos, entonces reacciona

'CAUTÍN, R. Ing. Agr. 2000. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. Comunicación personal

produciendo inhibidores de crecimiento, desfoliándose y destinando los pocos fotosintatos que produce a la formación y desarrollo de flores y frutos.

Todos estos antecedentes justifican el hecho de que la recuperación del follaje en los árboles enfermos tratados en este ensayo no sea total, aunque posiblemente sigan mejorando, pues el efecto de la segunda aplicación de fosfito potásico (fines de marzo) debiera manifestarse en el "flash" vegetativo de primavera del año 2000.

4.2. Densidad de raíces

Al 5% de significancia, se puede decir que existe efecto de los factores aplicación, nivel de decaimiento e interacción entre ambos, dando validez a la experiencia completa e indicando, además, que existe diferencia entre dos o más de los tratamientos evaluados (Anexo 4).

4.2.1. Análisis de densidad radical.

Al inicio del ensayo, los árboles pertenecientes a un mismo nivel de decaimiento no presentaron diferencia estadística entre sí en la densidad de raíces de las muestras, no obstante todos los niveles de decaimiento fueron significativamente diferentes unos de otros, en donde los árboles del nivel enfermo resultaron con la menor densidad de raíces observada (Anexo 5). Esto indica que la categorización de los árboles según su sintomatología visual resultó ser adecuada a la experiencia, corroborando la adecuada clasificación de árboles propuesta por GEORGI (1993).

Una vez realizada la primera aplicación de fosfito potásico (primera semana de noviembre) y terminado el "flash" radical de primavera (segunda quincena de enero), se produjeron cambios en la densidad de raíces de los distintos tratamientos y se perdió la uniformidad que se apreciaba al inicio del ensayo (Anexos 6 y 7).

En el Cuadro 6 y la Figura 7, se presentan los resultados obtenidos en cada tratamiento, los cuales indican que la aplicación del producto inyectado al tronco resultó ser altamente efectiva para árboles del nivel regular, debido a que presentaron la mejor densidad diferencial de raíces de todos los tratamientos, alcanzando incluso niveles equivalentes a los de árboles sanos (Anexo 8). Esto sugiere que si se detecta precozmente el ataque de *Phytophthora cinnamomi* es posible recuperar completamente la densidad de raíces de los árboles afectados con dos aplicaciones de fosfito potásico en una sola temporada de crecimiento. Algunos autores incluso sugieren que es suficiente sólo una aplicación primaveral (LÓPEZ, PÉREZ y GARCÍA, 1998; BENDER, 1996).

CUADRO 6. **Análisis diferencial de la densidad de raíces (g/l) para cada tratamiento entre el inicio y término del ensayo**

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	-0,697 d	1,158 b	1,275 bc
INYECCIÓN	2,414 ab	4,661 a	1,016 bc
PINTURA	1,353 b	1,524 b	0,744 c

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

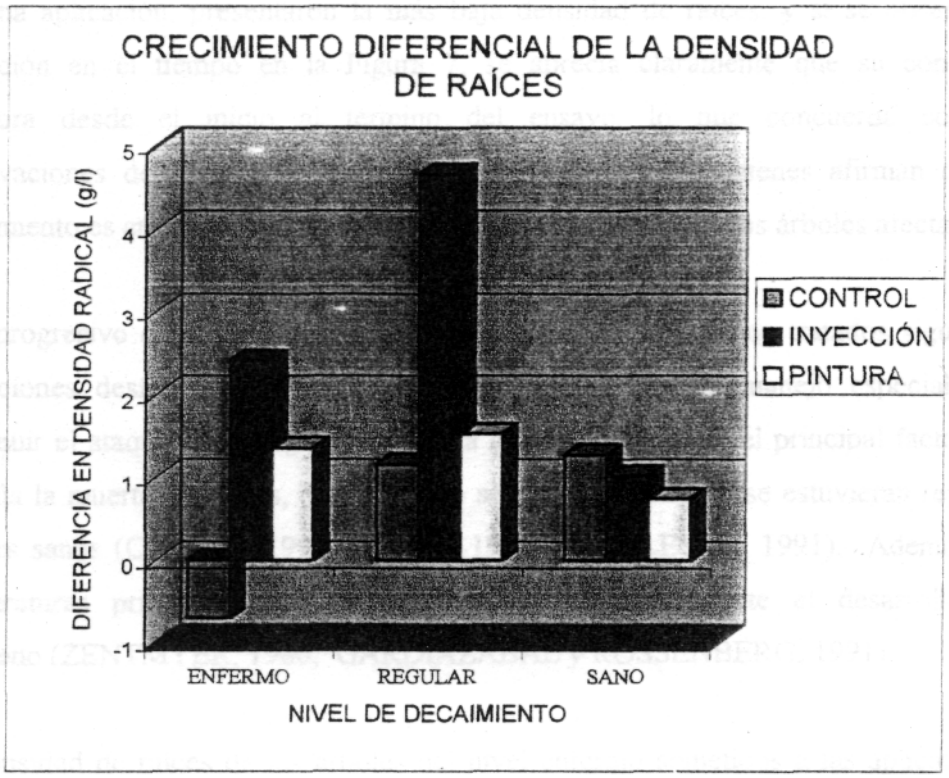

FIGURA 7. Diferencia de densidad de raíces (g/l) entre el inicio y término del ensayo

Respecto a los demás tratamientos, se puede decir que los árboles enfermos sin ninguna aplicación, presentaron la más baja densidad de raíces, y si se observa su evolución en el tiempo en la Figura 7, se aprecia claramente que su condición empeora desde el inicio al término del ensayo, lo que concuerda con las observaciones de ZENTMYER, MENGE y OHR (1994), quienes afirman que el decaimiento es creciente pudiendo incluso llegar a la muerte de los árboles afectados.

Este progresivo deterioro se debe a que los árboles enfermos no tratados siguen en condiciones desfavorables, pues no se les practicó ningún manejo especial para disminuir el ataque del patógeno, siendo la humedad del suelo el principal factor que acentúa la muerte de raíces, pues el riego se mantuvo como si se estuvieran regando árboles sanos (COFFEY, 1991; DUGO, 1996; DU PLESSIS, 1991). Además, las temperaturas primaverales y estivales favorecen ampliamente el desarrollo del patógeno (ZENTMYER, 1980; GARDIAZÁBAL y ROSSENBERG, 1991).

La densidad de raíces de los árboles del nivel enfermo sometidos a las aplicaciones inyección y pintura resultó estadísticamente igual (Anexo 8), logrando además alcanzar valores que no difieren de los tratamientos regular sin aplicación y regular con pintura al tronco, lo que indica que el producto tuvo un efecto positivo para los árboles enfermos tratados. Sin embargo, llama la atención de que el producto aplicado como pintura tuviera efecto sólo en árboles enfermos y no en los regulares.

En el transcurso del ensayo, se observó que en las aplicaciones de fosfito potásico como pintura, el producto escurría casi por completo a la base del tronco de los árboles tratados, debido a que la corteza resultó ser un fuerte impedimento físico para a la absorción del producto, más aun cuando el tronco se encontraba recubierto de un moho verde que lo hacía todavía más impermeable. Esto sugiere que el método de aplicación del producto como pintura al tronco es poco eficiente y que los resultados obtenidos en los árboles enfermos se deban probablemente a una absorción por vía

radical de la solución del producto que escurría al suelo más que a la penetración de este en forma directa a los vasos floemáticos del tronco, por lo tanto, es prácticamente comparable con una aplicación dirigida al suelo, que además de ser poco eficiente y costosa (por la cantidad de fungicida que se requiere), incrementa el riesgo de crear resistencia del patógeno al ingrediente activo del fungicida (KAISER y WHILEY, 1998; COFFEY, 1987).

El hecho de que el producto escurriera al suelo puede ser la causa de que los tratamientos "enfermo inyectado" y "enfermo con pintura al tronco" no presentaran diferencias estadísticas en cuanto a densidad de raíces, pues se observó que algunos árboles del nivel enfermo con aplicación del producto como pintura, presentaban mayor abundancia de raíces en las cercanías del tronco (dato no cuantifícado). Este fenómeno no se observó comúnmente en árboles sometidos a pintura en el nivel regular, probablemente debido a que el producto que escurría quedaba depositado sobre la hojarasca (más abundante en estos árboles que en los del nivel enfermo) y no llegaba a tener contacto con el suelo, aunque también se puede deber a una variación influenciada por las características del portainjerto, que al ser proveniente de semilla, puede mostrar respuestas diferentes, no obstante tengan la misma categorización de estado sanitario inicial.

Al no producirse efectos negativos del producto sobre árboles sanos, es factible utilizar fosfito potásico para prevenir ataques del patógeno en zonas donde la presión de infección es alta (HAMALAWI, MENGE y ADAMS, 1995; LÓPEZ, PÉREZ y GARCÍA, 1998, PEGG *et al.,* 1987), aunque existen reportes que hablan de que el potasio es fitotóxico en la zona cercana a la inyección y por ello se ha estudiado el efecto del ácido fosforoso puro con buenos resultados (PEGG *et al,* 1988). No obstante, llama la atención el hecho de que los árboles del nivel sano tengan un incremento tan bajo en la densidad de raíces, lo que probablemente se debe a que presentan un equilibrio permanente entre la parte aérea y la porción radical.

Las Figuras 8, 9 y 10 ilustran el comportamiento de la densidad radical en el tiempo para los niveles enfermo, regular y sano, respectivamente. Estas corroboran el efecto positivo del producto que provocan las aplicaciones de fosfito potásico como inyección al tronco para los niveles enfermo y regular.

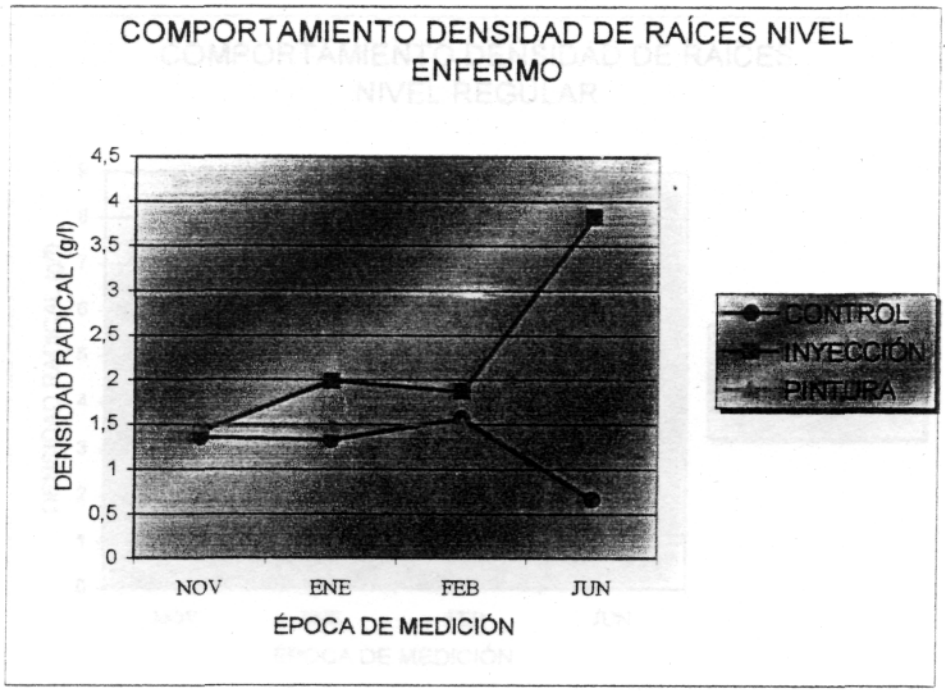

FIGURA 8. Evolución de la densidad de raíces en el tiempo para árboles del nivel enfermo.

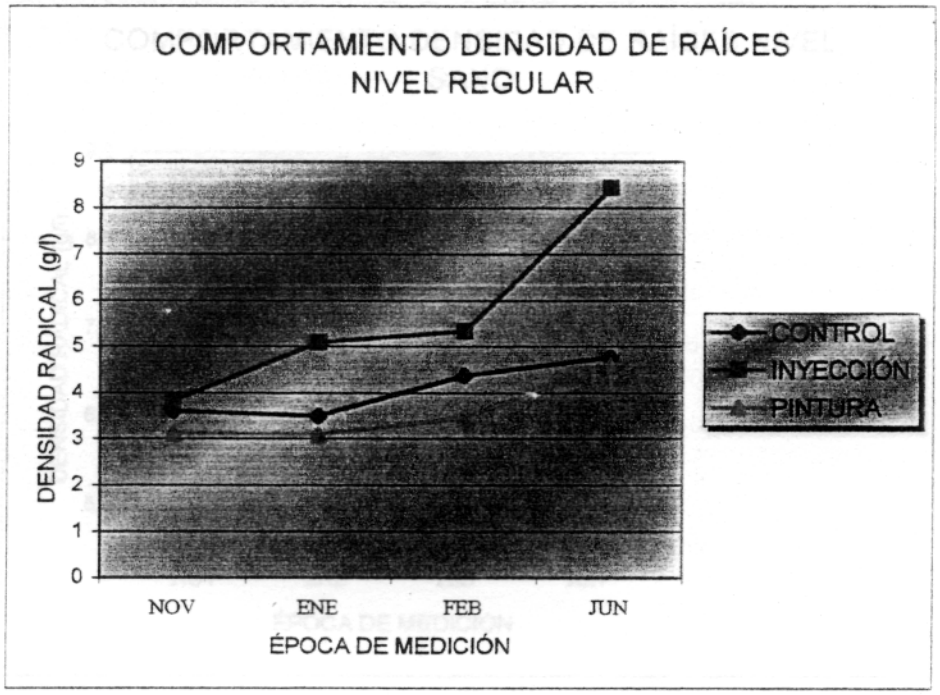

FIGURA 9. Evolución de la densidad de raíces en el tiempo para árboles del nivel regular.

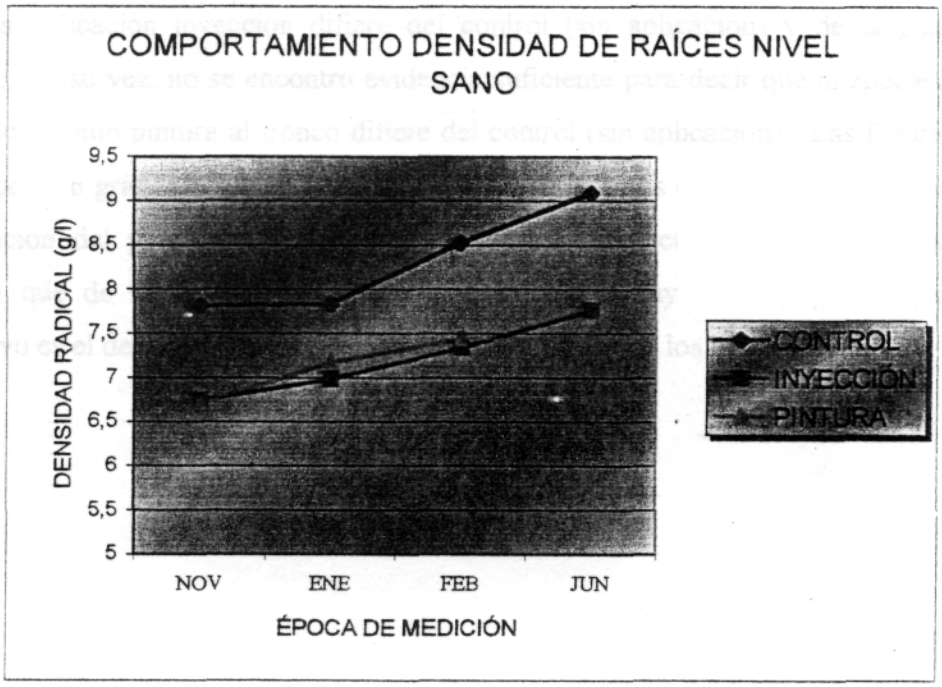

FIGURA 10. Evolución de la densidad de raíces en el tiempo para árboles del nivel sano.

También se analizó el efecto del factor aplicación por si solo y se llegó a determinar que la aplicación inyección difiere del control (sin aplicación) y de la pintura al tronco. A su vez, no se encontró evidencia suficiente para decir que la aplicación del producto como pintura al tronco difiere del control (sin aplicación). Las Figuras 11 y 12 muestran gráficamente las diferencias entre los efectos de los distintos métodos de aplicación del producto para primavera y otoño respectivamente. Este resultado indica que de los tres tipos de aplicación (control, inyección y pintura), el más efectivo es el de inyección de fosfito potásico al tronco de los árboles.

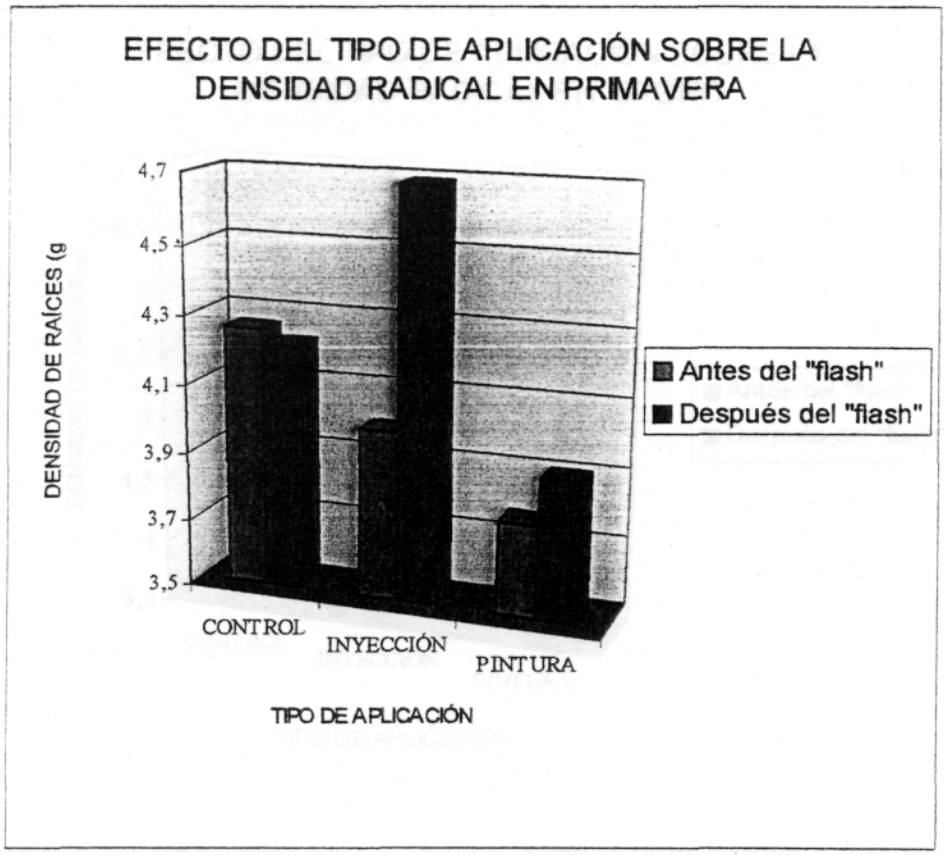

FIGURA 11. Densidad de raíces (g/l) para cada tipo de aplicación antes y después del "flash" de primavera.

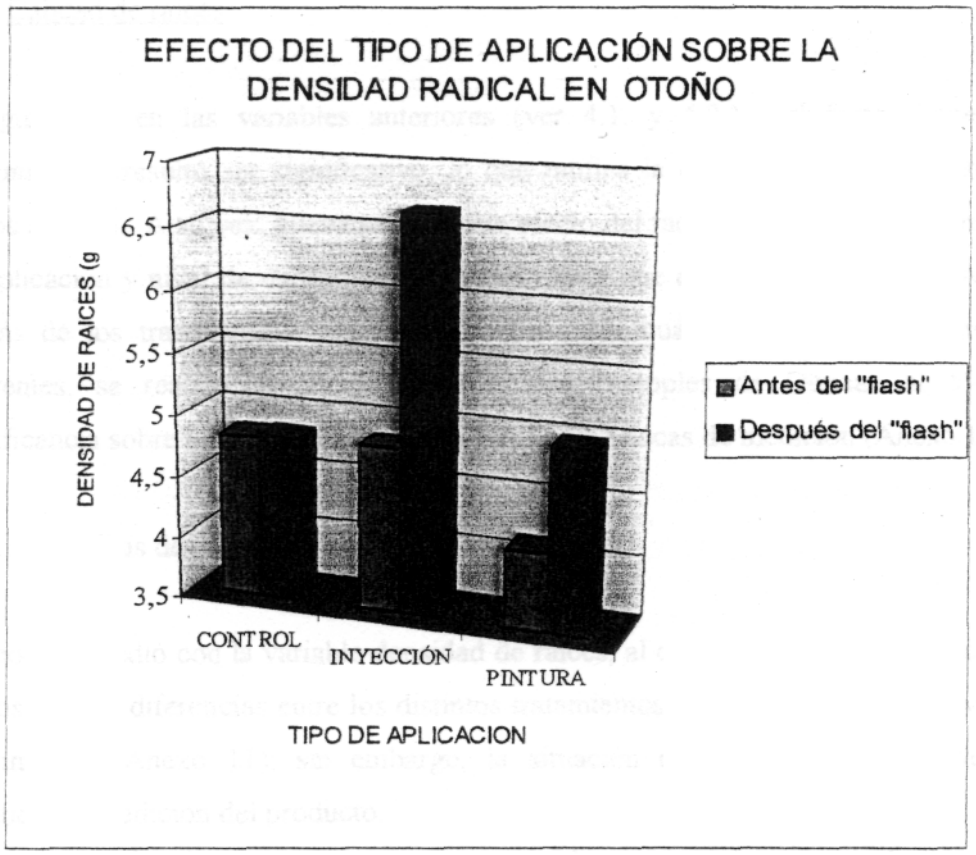

FIGURA 12. Densidad de raíces (g/l) antes y después del "flash" de otoño.

4.3. Calidad de raíces

Al igual que en las variables anteriores (ver 4.1. y 4.2.), el factor "nivel de decaimiento" resultó ser significativo, lo que ratifica la correcta clasificación inicial de los árboles. A su vez, nuevamente existe efecto del factor "interacción" (entre tipo de aplicación y nivel de decaimiento), lo que indica que existen diferencias entre dos o más de los tratamientos (Anexo 9). Para saber cuáles fueron los tratamientos diferentes, se realizó la prueba de intervalos múltiples de Duncan al 5% de significancia sobre los resultados de cada una de las épocas de medición (Anexo 10).

4.3.1. Análisis de resultados calidad de raíces.

Tal como sucedió con la variable densidad de raíces, al comienzo de la experiencia no se observaron diferencias entre los distintos tratamientos dentro de un mismo nivel de decaimiento (Anexo 11); sin embargo, la situación cambió a través del tiempo después de la adición del producto.

Los efectos positivos del fosfito potásico no se manifestaron sino hasta la tercera medición (febrero), cuando se pudo ver claramente que la inyección al tronco es el mejor método para lograr recuperar las raíces de los árboles afectados por el patógeno (Anexos 12, 13 y 14).

Los mayores cambios en cuanto a calidad de raíces se manifestaron al término del "flash" de otoño, después de la segunda aplicación de fosfito potásico. Las inyecciones en árboles regulares y enfermos, lograron reducir notablemente el porcentaje de raíces enfermas de dichos tratamientos, e incluso lograron alcanzar niveles estadísticamente iguales a los árboles sanos, a pesar de que el porcentaje de raíces visualmente enfermas es todavía considerable como se puede apreciar en el Anexol4.

Si bien es cierto en árboles del nivel enfermo inyectados, se obtuvo una mejoría en la sintomatología de la enfermedad a nivel radical, es poco probable que éstos se recuperen totalmente sólo con las dos aplicaciones realizadas (LÓPEZ, PÉREZ Y GARCÍA, 1998), pues como se vio en el punto 4.2.4., la densidad de raíces que este tratamiento alcanzó en promedio al término de la experiencia aún está muy por debajo de los resultados obtenidos con los árboles sanos. Además, la densidad de brotes promedio al final del "flash" vegetativo de verano fue baja, no obstante tuvo el mayor aumento proporcional en el número de brotes entre los nueve tratamientos del ensayo. Incluso es muy probable que vuelvan a decaer si no se continúa el tratamiento o no se complementa con otros manejos para dominar el problema en forma integral.

Lo anterior no resta importancia a los resultados obtenidos con el producto aplicado como inyección en árboles enfermos, pues algunos autores señalan que cuando se pretende recuperar árboles severamente afectados por *Phytophthora cinnamomi* frecuentemente se requieren cuatro inyecciones de fosfonatos en un periodo de dos años (PEGO *et al*, 1987; LÓPEZ, 1998).

Además, hay que considerar que existen medidas complementarias al control químico para combatir la enfermedad dentro de un plan de manejo integrado, que es más completo y efectivo que un control basado solamente en aplicaciones de fungicidas (COFFEY, 1991; LATORRE DE ANDRACA Y BESOAÍN, 1998, ERWIN Y RTOEIRO, 1996; TÉLIZ *et al*, 1992; BENDER, CÁSALE y RAHIMIAN, 1992)

En el Cuadro 7 y la Figura 13, se puede apreciar el diferencial de calidad de raíces entre el término y el inicio del ensayo.

CUADRO 7. Diferencial de calidad de raíces (tanto por uno) entre término e inicio del ensayo (raíces visualmente enfermas).

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	-0,02 c	0,04 c	0 c
INYECCIÓN	-0,46 a	-0,28 ab	0 c
PINTURA	-0,16 bc	0,06 c	0,095 c

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia. Valores negativos indican una reducción del porcentaje de daño en raíces observado al inicio de la experiencia.

Tal como ocurrió con las demás variables, en general el sistema de aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no influyó mayormente en la recuperación de la calidad sanitaria de las raíces, posiblemente debido al ya mencionado escurrimiento del producto hacia el suelo. Este método de aplicación está asociado más bien a infecciones producidas en el cuello de los árboles directamente en la zona donde se produce el daño, como ocurre en ataques severos de *Phytophthora cinnamomi* o en infecciones producidas por *Phytophthora citrícola* en donde el patógeno produce cancros (HAMALAWI, MENGE y ADAMS, 1995), lo que no es atingente a este ensayo ni al común de los casos a nivel nacional.

El factor aplicación fue significativo para ambas mediciones correspondientes a inicio y término del "flash" de otoño, no así para las mediciones de primavera. Las Figuras 14 y 15 muestran gráficamente las variaciones correspondientes a este factor.

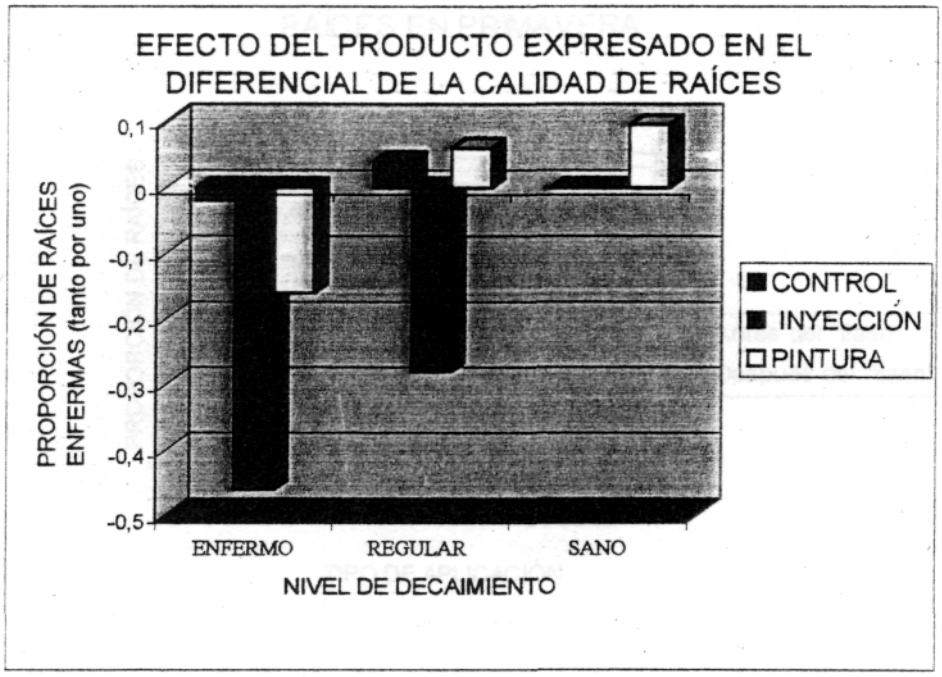

FIGURA 13: Diferencia entre la calidad de raíces final y la calidad de raíces al inicio del ensayo (valores negativos indican una reducción del porcentaje de daño en raíces observado al inicio de la experiencia).

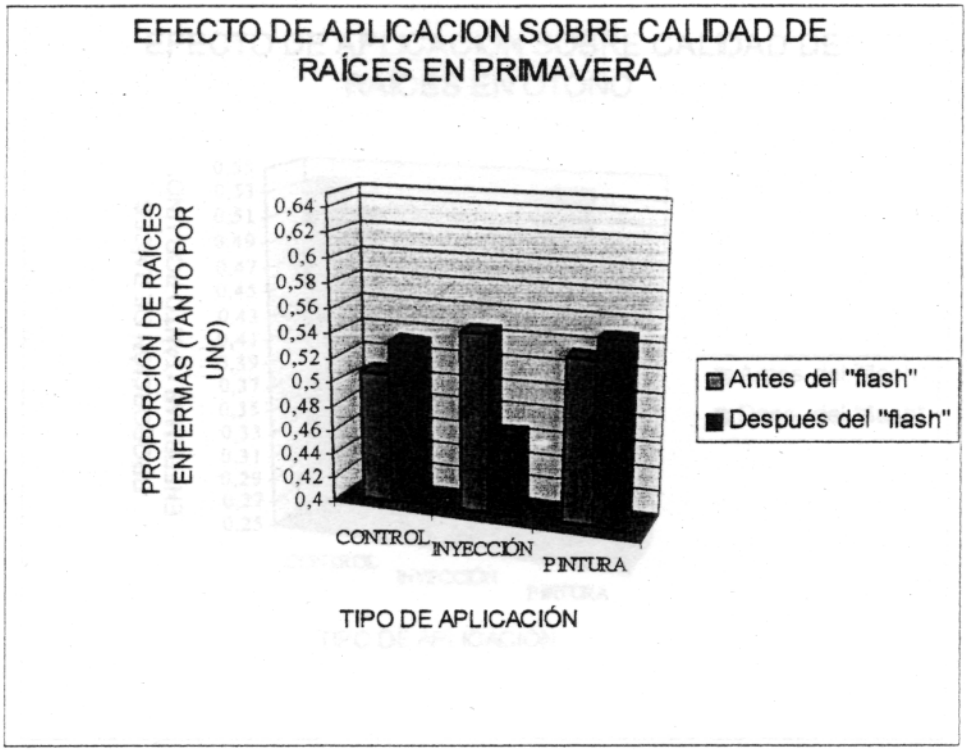

FIGURA 14. Efecto del factor aplicación sobre la calidad de raíces en las mediciones correspondientes al "flash" de primavera.

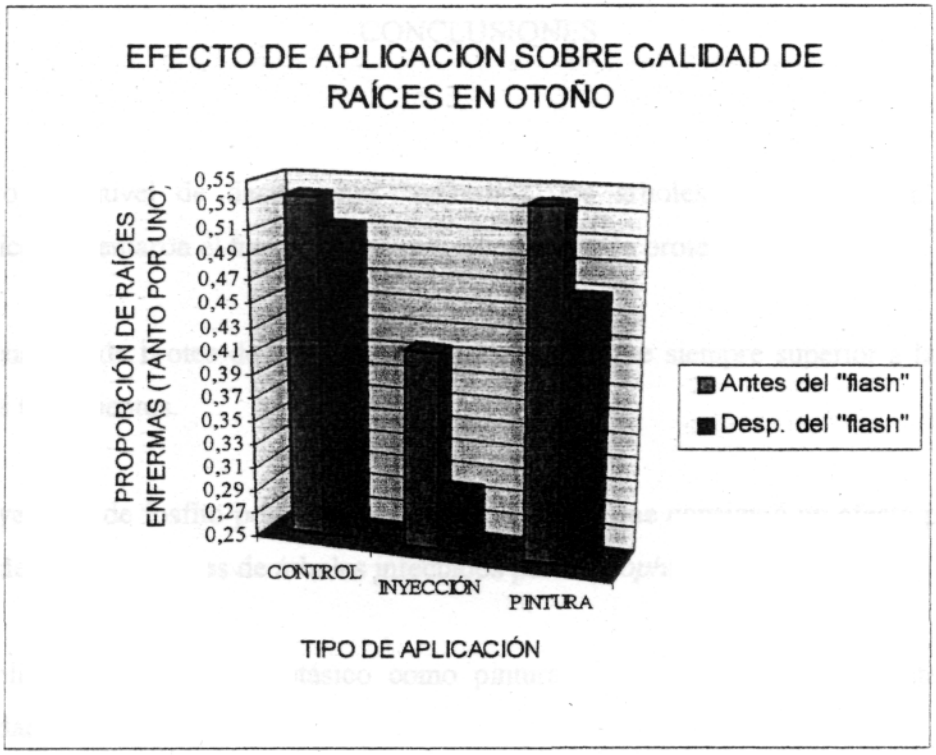

FIGURA 15. Efecto del factor aplicación sobre la calidad de raíces en las mediciones correspondientes al flash de primavera.

CONCLUSIONES

Dentro del nivel de decaimiento "enfermo", los árboles inyectados con fosfito potásico presentaron el mayor incremento en número de brotes.

La densidad de brotes de los árboles del nivel sano fue siempre superior a la de los demás tratamientos.

La inyección de fosfito potásico fue el único método que consiguió un efecto positivo en la densidad de raíces de árboles infectados por *Phytophthora cinnamomi*.

La aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no fue influyente en la densidad de raíces

La doble aplicación de fosfito potásico como inyección al tronco logró recuperar por completo la densidad de raíces de árboles del nivel "regular".

Los árboles del nivel "enfermo" que recibieron aplicaciones de fosfito potásico como inyección o como pintura al tronco, lograron recuperarse sólo parcialmente, alcanzando densidades de raíces promedio estadísticamente iguales a los árboles no tratados del nivel "regular".

Todos los árboles del ensayo presentaron algún grado pudrición radical ocasionado por *Phytophthora cinnamomi*, incluso los del nivel "sano".

La aplicación de fosfito potásico como inyección al tronco recuperó sustancialmente la calidad de raíces de los árboles pertenecientes a los niveles "regular" y "enfermo", alcanzando el mismo nivel de los árboles "sanos".

La aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no mejoró la condición sanitaria de las raíces de los árboles tratados en ninguno de los niveles de decaimiento estudiados.

La mejor metodología de aplicación de fosfito potásico resultó ser la inyección al tronco.

4. RESUMEN

El presente ensayo se realizó entre los meses de septiembre de 1999 y junio del 2000 en el Fundo "La Palma", ubicado en el sector La Palma, Provincia de Quillota, V Región, Chile.

El objetivo de la experiencia fue evaluar la respuesta de árboles afectados por *Phytophthora cinnamomi* a la aplicación de fosfito potásico como inyección o pintura al tronco, considerando parámetros de copa de árbol (densidad de brotes) y de suelo (calidad y densidad de raíces).

Para realizar la experiencia, se utilizaron cuarenta y cinco árboles de palto *(Persea americana* Mill) cv. Hass de diez años de edad, en un marco de plantación de 6 m * 6 m. La muestra se constituyó de tres grupos de quince árboles discriminados en tres niveles de decaimiento causado por *Phytophthora cinnamomi* (enfermo, regular y sano). De los quince árboles de cada nivel de decaimiento, cinco recibieron dos aplicaciones de fosfito potásico al 18% como inyección al tronco (20 ml por metro lineal de diámetro de canopia), cinco fueron tratados con el mismo producto aplicado como pintura al tronco y los cinco restantes no recibieron aplicación alguna.

Los resultados registraron que los árboles enfermos inyectados tuvieron el mayor incremento en el número de brotes dentro de su nivel. A su vez, quedó en evidencia que la aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no mejoró la densidad de brotes de los árboles enfermos y regulares tratados.

El producto inyectado logró recuperar completamente la calidad y densidad de raíces de árboles regulares y parcialmente la de árboles enfermos, mientras que la aplicación de fosfito potásico como pintura al tronco no mostró ventajas respecto a los árboles que no fueron sometidos a ninguna aplicación.

No se observaron efectos negativos del producto aplicado a árboles sanos para ninguna de las modalidades de aplicación.

7. LITERATURA CITADA

AGROCHILE. 2000. Agroestadísticas superficie frutal, (on line). http://www.agrochile.cl/estadist/.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES E IMPORTADORES DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS AGRÍCOLAS A. G. APIPA. 1998. Manual fítosanitario. 731 p.

BARREENTOS, A. *y* LÓPEZ, L. 2000. Historia *y* genética del aguacate In: Téliz, D., ed El aguacate *y* su manejo integrado. México, D. F., Mundi-Prensa pp 19-31.

BEKEY, R. 1987. California avocado diseases. California Grower 11: 18-21.

BENDER, G. S. 1996. Early intervention keeps root rot at bay. California Grower 20: 24-25.

_____, G. S.; CÁSALE, W.L. and RAHIMIAN, M. 1992. Use of worm composted sludge as a soil amendment for avocados in *Phytophthora* infested soil. Second World Avocado Congress. Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991. pp.143 (abstract).

BERGH, B. and ELLSTRAND, N. C. 1987. Taxonomy of the avocado. California Avocado Society Yearbook 70: 135-145.

BESOAÍN, X. 1990. Enfermedades del palto. In: Universidad Católica de Valparaíso. Curso Internacional de Producción, Postcosecha y

comercialización de Paltas. Viña del Mar, Chile. 2-5 octubre, pp. K1- K7.

BIGRE, J. P.; MORAND, J. C. y 1HARAUD, M. 1990. Patología de los cultivos florales y ornamentales. Madrid, Mundi-Prensa. 233p.

CHILE, MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1966. Estudio agrológico de la Hacienda La Palma. Santiago, Departamento de Conservación de Suelos y Aguas. 144p.

COFFEY, M. D. 1987. *Phytophthora* root rot of avocado: An integrated approach to control in california. Plant Disease 71: 1046-1052.

_____ ,. 1991. Cause and diagnosis; Avocado root rot. California Grower 15: 17-23.

DE FINA , A. y RÁYELO, A. 1985. Climatología y fenología agrícola. Buenos Aires, E U DEBA. 351p.

DU PLESSIS, S. F. 1991. Factors importan! for óptima! irrigation scheduling of avocado orchards. South African Avocado Growers Association Yearbook 14:91-93.

DUCO, A. 1996. Efecto de tres niveles hídricos aplicados en un huerto de paltos *(Persea americana* Mill) cv. Hass sobre la incidencia de *Phytophthora cinnamomi*. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 59p.

DUVENHAGE, J. A. and KÖHNE, J. S. 1998. Biocontrol of *Phytophthora cinnamomi* on avocado ídentification and field testing of local natural antagonista, and evaluation of rootstocks for resistance. World Avocado Congress III Tel Aviv, Israel, october 1995. pp. 392-395.

ERWIN, D. C. and RIBEIRO, O. K., 1996. Phytophthora Diseases Worldwide. The American Phytopathologioal Society, St. Paul Mn. USA. 562p.

GALLO, L. and SIVEIRO, F. 1998. Influence of solil solarization on *Phytophthora cinnamomi* Rands in avocado *(Persea americana* Mill). World Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel, october 1995. pp. 400-403.

GARDIAZABAL, F. 1998. Factores agronómicos a considerar en la implantación de un huerto de paltos. Sociedad GARDIAZABAL y Magdahl Seminario internacional de paltos. Viña del Mar, 4-6 noviembre 1998 pp 17-37.

_____y ROSENBERG, G. 1991. Cultivo del palto. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 201p.

GEORGI, K. 1993. Metodología Para la evaluación de la incidencia de la enfermedad Tristeza del Palto. Aislamiento, identificación y patogenicidad de cepas de *Phytophthora* asociadas. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 79p.

HAMALAWI, Z. A.; MENGE, J. A. and ADAMS, C. J. 1995. Methods of fosetyl-al aplication and phosphonste levéis in avocado tissue needed to

control stem canker caused by *Phytophthora citricola*. Plant Disease 79:770-778.

HERNÁNDEZ, F. 1991. Aproximación al ciclo fonológico del palto *(Persea americana* Mill) cv. Hass para la zona de Quillota, V región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 99p.

KAISER, C. and WHILEY, A. W. 1998. Effects of fosfonate soil drenching on avocados. Talking Avocados. 9:15.

KÖNHE, J. S. and KREMER-KÖNHE, S. 1987. Vegetative growth and fruit relation in avocado as affected by a new plañí growth regulator (Paclobutrazol). South African Avocado Growers' Association Yearbook 10: 64-66.

KRIEDMANN, P. E. 1986. Tree water relations. Acta Horticulturae 175: 343-350.

LATORRE, B.; DE ANDRACA, F. y BESOAÍN, X. 1998. Tristeza del palto. Aconex59: 18-23.

LATORRE, B. 1988. Problemas fítopatológicos del kiwi. Chile Agro Export 1: 24-25.

LÓPEZ, C. J. 1998. Hongos del suelo en el cultivo del aguacate *(Persea americana* Mill.) del litoral andaluz. V Jornadas Andaluzas de Frutos Tropicales, pp 139-152.

_____ ; PÉREZ, R. M. and GARCÍA, J. 1998. Eñect of different fungicides and methods of application to control avocado root rot in southern

Spain. World Avocado Congress III. Tel Avív, Israel, october 1995. pp 408-411.

_____. PÉREZ, R. M.; .; ZEA, T.; BASALLOTE, M. J and MELERO, J. M. 1998. Soil solarization in established avocado trees for control of *Dermatophoranecctrix*. Plant Disease 82:1088-1093.

MAAS, E. M. and KOTZ, J. M. 1990. Recomendations for the control of root rot. South Afican Avocado Growers Association Yearbook 13: 6-7.

MARTÍNEZ, A. 1981. Proyecto de implantación de sistemas de riego tecnificados en la Estación Experimental La Palma. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 140p.

MENGE, J. A. ; GUILLMET, F. B.; CAMPBELL, S.; JOHNSON, E. and POND, E. 1992. The performance of rootstocks tolerant to root rot caused by *Phytophthora cinnamomi* under field conditions in southem California. Second World Avocado Congress. Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991, pp. 53-59.

NOVOA, R.; VILLASECA, R.; DEL CANTO, P.; ROANET, J.; SIERRA, C. y DEL POZO, A. 1989. Mapa Agroclimático de Chile. Santiago, INIA. 221 p.

PEGO, K. G.; WHILEY, A. W.; LANGDON, P. W. and SARANAH, J. B. 1988. Control *oí Phytophthora* root rot of avocado with phosphorous acid. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. pp 9 (Report N°5).

_____; WHILEY, A. W.; LANGDON, P. W. and SARANAH, J. B. 1987. Comparision of phosetil-al, phosphorous acid and metalaxil for the long-tenn control of *Phytophthora* root roí of avocado. Australian Journal of Experimental Agriculture. 27:471-474.

PICCONE, M. F.; WHILEY, A. W. and PEGG, K. G. 1988. Trunk injection. Australia, Maroochy Horticultural Research Station pp 15 (Report N° 5).

PINKAS, Y.; ZILBERSTAINE and HERSHERNHORN. 1992. Elucidation of resitant to *Phytophthora* root rot in a susceptible avocado rootstock. Second World Avocado Congress. Qrange, California, U.S.A. 21-25 april 1991, pp. 139 (abstract).

RAHIMIAN, M. K. and CÁSALE, W. L. Evaluation of *Phytophthora* root rot-suppressive soils from California avocado groves. Second World Avocado Congress. Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991, pp. 123-128.

RUIZ, M.; LIU, L-J.; FERWERDA, F. and AROCHO, A. 1992. Assesments on the resistance of avocado rootstocks to *Phytophthora cinnamomi* in Puerto Rico. Second World Avocado Congress. Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991, pp. 67-68.

SALAZAR, S. and CORTÉS, J. 1986. Root distribution of mature avocado trees growing in soils of diferent texture. California Avocado Society Yearbook70: 165-174.

SALGADO, E. and TORO, M. 1998. Spatial distribution of avocado *(Persea americana* Mill) roots under drip and microsprinkler inigation. World Avocado Congress EL Tel Aviv, Israel, october 1995. pp. 205-208.

SMTTH, I. M.; DUNEZ, J.; LELLIOT, R. A.; PHILLIPS, D. H. y ARCHER, S.A. 1992. Manual de enfermedades de las plantas. Madrid, Mundi-prensa671p.

STERNE, R. E.; KAUFMANN, M. R. and ZENTMYER, G. A. 1977. Enviromental effects on transpiration and leaf water potential in avocado. Physiologia Plantarum 4: 1-6.

TAPIA, P. 1993. Aproximación al ciclo fonológico del palto *(Persea americana* Mill) cv. Hass para la zona de Quillota, V región. Tesis Ing. Agr. Quillota, Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía. 130p.

TELIZ, D., MORA, A., VELAZQUEZ, C., GARCÍA, R., MORA, G. RODRÍGUEZ, P., ETCHEVERS, J., SALAZAR, S. and TSAO, P. H. 1992. Integrated magnament of *Phytophthora* roo rot of avocado in Atlixco, Puebla, México. Second World Avocado Congress . Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991. pp 79-87.

VERHEIJ, E. W. M. 1986. Towards the classification of tropical three fruit trees. Acta Horticulturae 175: 137-140.

WHILEY, A. W.; HARGREAVES, P. A.; PEGG, K. G.; DOOGAN, V. J.; RUDDLE, L. J.; SARANAH, J. B. and LANGDON, P. W. 1995. Changing sink strengths influence translocation of phosphnate in

avocado *(Persea americana* Mill.) trees. Australian Journal Agricultural Research. 46: 1079-1090.

_____ ; SARANAH, J. W.; LANGDON, P. W.; HARGREAVES, P. A.; PEGG, K. G. and RUDDLE, L. J. 1992. Timing of phosphonate trunk 'injections for Phytophthora root rot control in avocado trees. Second World Avocado Congress . Orange, California, U.S.A. 21-25 apri!1991. pp 75-78.

_____ . 1990. Interpretación de la fenología y fisiología del palto para obtener mayores producciones. Universidad Católica de Valparaíso. Curso internacional de producción postcosecha y comercialización de paltas. Viña del Mar, Chile. 2-5 octubre de 1990. pp. E1-E9.

_____ ; CHAPMAN, K. R. and SARANAH, J. B. 1988. Water loss by floral structures of avocado *(Persea americana* Mill) cv. Fuerte during flowering. Australian Journal of Agricultural Research. 39: 457-467.

_____ ; WOLS1ENHOLME, B. N.; SARANAH, J. B. and ANDERSON, P. A. 1988. Effect of temperature on root growth of avocado. Australia, Maroochy Horticultural Research Station. pp 10-11 (Report N°5).

_____ ; PEGG, K. G., SARANAH, J. B. and LANGDON, P. W. 1987. Influence of Phytophthora root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental aAgriculture 27: 173-177.

WOLSTENHOLME, B. N. 1990. Resourse allocation and vegetative-reproductive competition: opportunities for manipulationin evergreen fruit trees. Acta Horticulturae 275: 451-459.

YOUNG, S.; TEPPER, B.; MERCER, R.; PELIZZO, G. and ANELICH, R. 1992. Fosetíl-al, a magnament tool for control of *Phytophthora* root rot. In: Second World Avocado Congress . 21-25 april 1991, Orange, California, U.S.A. pp 69-74. Second World Avocado Congress. Orange, California, U.S.A. 21-25 april 1991. pp 79-87.

ZENTMYER, G. A.; MENGE, J. A. and OHR, H. D. 1994. *Phytophthora* root rot. In: Compendium of tropical fruit diseases. Minnesota, American Phytopathological Society. pp 77-79.

_____, 1980. *Phytophthora cinnamomi* and the disease it causes. St. Paul, Minnesota, The American Phytopathological Society. 96p. (Monograph 10).

ANEXOS.

ANEXO 1

Hipótesis de interés para la variable "Densidad de brotes"

Hipótesis estadística

$H_0 : \delta_k = 0 \quad \forall k$
$H_1 : \delta_k \neq 0 \quad$ para algún k

Hipótesis de investigación

H_0 : No existe efecto de bloque.

H_1 : Existe efecto de bloque

Hipótesis estadística

$H_0 : (\tau\ \beta)_{ij} = 0 \quad \forall (i,j)$
$H_1 : (\tau\ \beta)_{ij} \neq 0 \quad$ para algún (i, j)

Hipótesis de investigación

H_0 : No existe efecto de interacción entre el nivel decaimiento y las aplicaciones.

H_1 : Existe efecto de interacción entre el nivel decaimiento y las aplicaciones.

Hipótesis estadística

$H_0 : \tau_i = 0 \quad \forall i$
$H_1 : \tau_i \neq 0 \quad$ para algún i

Hipótesis de investigación

H_0 : No existe efecto del nivel decaimiento.

H_1 : Existe efecto del nivel decaimiento.

Hipótesis estadística

$H_0 : \beta_j = 0 \quad \forall j$

$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad$ para algún j

Hipótesis de investigación

H_0 : No existe efecto de las aplicaciones.

H_1 : Existe efecto de las aplicaciones.

ANEXO 2.

Hipótesis de interés para las variables "Densidad y Calidad de raíces"

Hipótesis Estadística

$H_0 : \delta_k = 0 \quad \forall k$

$H_1 : \delta_k \neq 0 \quad$ para algún k

Hipótesis de Investigación

H_0 : No existe efecto de bloque

H_1 : Existe efecto de bloque

Hipótesis Estadística

$H_0 : (\tau\ \beta)_{ij} = 0 \quad \forall (i,j)$

$H_1 : (\tau\ \beta)_{ij} \neq 0 \quad$ para algún (i,j)

Hipótesis de Investigación

H_0 : No existe efecto de interacción entre el nivel de decaimiento y las aplicaciones.

H_1 : Existe efecto de interacción entre el nivel de decaimiento y las aplicaciones.

Hipótesis Estadística

$H_0 : \tau_i = 0 \quad \forall i$

$H_1 : \tau_i \neq 0 \quad$ para algún i

Hipótesis de Investigación

H_0 : No existe efecto del nivel de decaimiento.

H_1 : Existe efecto del nivel de decaimiento.

Hipótesis Estadística

$H_0 : \beta_j = 0 \quad \forall j$

$H_1 : \beta_j \neq 0 \quad$ para algún j

Hipótesis de Investigación

H_0 : No Existe efecto de las aplicaciones.

H_1 : Existe efecto de las aplicaciones

Criterio de decisión para cada una de las pruebas:

Rechazar H_0 sí el valor $p < \alpha$

No Rechazar H_0 sí el valor $p \geq \alpha$

Nota: En análisis multivariado se trabaja con vectores.

ANEXOS.

Modelos lineales generalizados significativos para la variable densidad de crecimiento vegetativo.

MODELO	DESVIANZA	G. DE LIBERTAD	VALOR CRÍTICO
Nulo	287,04181	212	262,82
Nulo + Apli	282,49751	210	260,59
Nulo + Nivel	243,67136	210	260,59*
Nulo + Apli + Nivel	239,12706	208	258,37*
Nulo + Apli * Nivel	229,25384	204	253,91*-

* modelos significativos

(Nulo + Nivel) - (Nulo+ Apli + Nivel) con la respectiva diferencia de los Grados de Libertad, para ver el efecto de interacción se realiza la diferencia de desvianza entre el modelo (Nulo + Apli +Nivel) - (Nulo + Apli* Nivel) con su respectiva diferencia de Grados de Libertad, como se indica en la tabla:

Tabla de desvianza

FUENTE DE VARIACIÓN	DIF. DE DESVIANZA	G. DE LIBERTAD	VALOR CRÍTICO
Aplicación	4,5443	2	5,9915
Apli*Nivel	9,87322	4	9,4877 *

*Factor significativo.

ANEXO 4.

MANOVA para densidad de raíces.

Criterio: Estadístico de Prueba Lambda de Wilk's.

FUENTE DE VARIACIÓN	VALOR LAMBDA DE WILK'S	F- APROX.	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR - P
APLICACIÓN	0,56316	6,235	(8 : 150)	0 *
NIVEL	0,22059	21,172	(8 : 150)	0 *
ORIENTACIÓN	0,93083	1,393	(4 : 150)	0,244
APLI * NIVEL	0,59762	2,636	(16 : 150)	0,001 *

ANEXO 5

Densidad de raíces promedio (g/l) al inicio del ensayo (antes del "flash" de primavera y la primera aplicación de fosfito potásico)

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	1,358 c	3,607 b	7,812 a
INYECCIÓN	1,416 c	3,831 b	6,742 a
PINTURA	1,497 c	3,111 b	6,704 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia

ANEXO 6

Densidad de raíces promedio (g/l) después del "flash" de primavera y la primera aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	1,326 e	3,492 cd	7,836 a
INYECCIÓN	1,987 de	5,090 bc	6,983 a
PINTURA	1,461 e	3,087 de	7,169 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 7

Densidad de raíces promedio (g/l) antes del "flash" de otoño y de la segunda aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	1,568 d	4,382 b	8,528 a
INYECCIÓN	1,871 cd	5,338 b	7,339 a
PINTURA	1,505 d	3,460 bc	7,440 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 8

Densidad de raíces promedio (g/l) antes del "flash" de otoño y la segunda aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	0,661 c	4,765 b	9,087 a
INYECCIÓN	3,830 b	8,442 a	7,758 a
PINTURA	2,850 b	4,635 b	7,448 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 9.

MANOVA para porcentaje de raíces visualmente enfermas.

Criterio: Estadístico de Prueba Lambda de Wilk's.

FUENTE DE VARIACIÓN	VALOR LAMBDA DE WILK'S	F- APROX.	GRADOS DE LIBERTAD	VALOR - P
APLICACIÓN	0.096	2.418	(8:10)	0.096
NIVEL	0.000	63.677	(8:10)	0.00 *
ORIENTACIÓN	0.898	0.250	(4:5)	0.898
APLI * NIVEL	0.018	3.061	(16:15)	0.018 *

*Fuente de variación significativa para la experiencia.

ANEXO 10

Tablas ANOVA para calidad de raíces en las cuatro épocas de medición

Porcentaje de Raíces visualmente enfermas al comienzo del "flash" de Primavera.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	.CUADRADOS MEDIOS	F - APROX.	VALOR - P
APLICACIÓN	2	0.00498	0.69996	1.12	0.373
NIVEL	2	1.25991	0.00249	238.48	0.00 *
ORIENTACIÓN	1	0.00222	0.00222	1.00	0.347
APLI * NIVEL	4	0.03609	0.00902	4.06	0.044 *
ERROR	8	0.01778	0.00222		
TOTAL	17	1.32098			

Porcentaje de Raíces visualmente enfermas al término del "flash" de Primavera.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F - APROX.	VALOR - P
APLICACIÓN	2	0.019733	0.009867	2.72	0.125
NIVEL	2	0.6544	0.3272	90.33	0.00 *
ORIENTACIÓN	1	0.001422	0.001422	0.39	0.548
APLI * NIVEL	4	0.028267	0.007067	1.95	0.195*
ERROR	8	0.28978	0.003622		
TOTAL	17	0.732800			

Porcentaje de Raíces visualmente enfermas al comienzo del "flash" de Otoño.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F - APROX.	VALOR - P
Aplicación	2	0.054578	0.027289	8.03	0.012 *
Nivel	2	0.753244	0.376622	110.77	0.000 *
Orientación	1	0.000800	0.000800	0.24	0.641
Apli * Nivel	4	0.080889	0.020222	5.95	0.016 *
Error	8	0.027200	0.003400		
Total	17	0.916711			

Porcentaje de Raíces visualmente enfermas al término del "flash" de Otoño.

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADOS MEDIOS	F - APROX.	VALOR - P
APLICACIÓN	2	0.15174	0.07587	16.32	0.002 *
NIVEL	2	0.68801	0.34401	73.98	0.00 *
ORIENTACIÓN	1	0.00005	0.00005	0.01	0.920
APLI * NIVEL	4	0.15656	0.03914	8.42	0.006 *
ERROR	8	0.03720	0.00465		
TOTAL	17	1.03356			

*Fuentes de variación significativas

ANEXO 11.

Raíces visualmente enfermas (tanto por 1) para cada tratamiento antes del "flash" radical de primavera y de la primera fecha de aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	0,84 c	0,56 b	0,12 a
INYECCIÓN	0,82 c	0,62 b	0,20 a
PINTURA	0,86 c	0,48 b	0,26 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 12.

Raíces visualmente enfermas (tanto por 1) para cada tratamiento después del "flash" radical de primavera y de la primera fecha de aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	0,90 c	0,58 b	0,12 a
INYECCIÓN	0,74 c	0,48 b	0,18 a
PINTURA	0,86 c	0,54 b	0,25 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 13.

Raíces visualmente enfermas (tanto por 1) para cada tratamiento al inicio del "flash" radical de otoño, antes de la segunda fecha de aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	0,81 c	0,64 b	0,16 a
INYECCIÓN	0,52 b	0,51 b	0,22 a
PINTURA	0,8 bc	0,54 b	0,28 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.

ANEXO 14.

Calidad de raíces media (tanto por 1) para cada tratamiento después del flash radical de otoño y de la segunda fecha de aplicación de fosfito potásico.

	NIVEL DE DECAIMIENTO		
APLICACIÓN	ENFERMO*	REGULAR ESTADO*	SANO*
NINGUNA	0,82 c	0,60 b	0,12 a
INYECCIÓN	0,36 a	0,34 a	0,20 a
PINTURA	0,70 bc	0,54 b	0,165 a

*Medias con letras iguales indican que los tratamientos no difieren estadísticamente, según Duncan al 5% de significancia.