Pontificia Universidad Católica de Chile
Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal
Departamento de Fruticultura y Enología

Etiología y Control de la Tristeza del Palto causada por ***Phytophthora cinnamomi***

Proyecto de Título presentado como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Fernando De Andraca Hurtado

Profesor Guía : Bernardo Latorre, Ing. Agr., Ph. D.
Profesores Informantes : Juan E. Ortúzar, Ing. Agr., M. Sc.
Ximena Besoaín, Ing. Agr., M. Sc.

Mayo, 1997

INDICE

Página

1. RESUMEN DEL PROYECTO DE TITULO DE 1

2. ABSTRACT 3

3. INTRODUCCION 5

4. REVISION BIBLIOGRAFICA 9

4.1 CONTROL QUÍMICO 9

4.1.1 Metalaxilo. 9

4.1.2 Fosetil aluminio y ácido fosforoso. 10

4.2 CONTROL QUÍMICO EN CHILE 16

4.3 CONTROL BIOLÓGICO 17

5. MATERIALES Y METODOS 18

5.1 ENSAYO DE CONTROL QUÍMICO 18

5.1.1 Ubicación del ensayo de campo 18

5.1.2 Elección de los árboles y asignación a los tratamientos 18

5.1.3 Aislamientos y caracterización de las cepas del predio La Granja. 21

5.2 TRATAMIENTOS QUÍMICOS EMPLEADOS 24

5.2.1 Método de aplicación de los tratamientos químicos. 25

5.3 ENSAYOS DE PATOGENICIDAD 26

5.3.1 Patogenicidad de distintas cepas de ***Phytophthora cinnamomi*** aisladas desde palto en bioensayo en papa. 26

5.3.2 Patogenicidad en estacas de palto 26

5.3.3 Patogenicidad en plantas de vivero. 29

6. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS 31

6.1 AISLAMIENTOS Y CARACTERIZACIÓN. 31

6.1.1 Recuperación de ***Phytophthora cinnamomi*** desde muestras de raíces y suelo. 31

6.2 TRATAMIENTOS QUÍMICOS 33
6.3 PRUEBAS DE PATOGENICIDAD 39
7. CONCLUSIONES 45
8. BIBLIOGRAFIA 46
9. ANEXOS 51

INDICE DE TABLAS

Página

Tabla 1. Costos de aplicación por hectárea.....8

Tabla 2. Categorías de severidad de síntomas atribuidos a ***P. cinnamomi***.....19

Tabla 3. Tratamientos estudiados para el control curativo de la tristeza del palto causada por ***Phytophthora cinnamomi***..... 24

Tabla 4. Metodología ocupada en la aplicación de los tratamientos..... 25

Tabla 5. Procedencia de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi***.....29

Tabla 6. Características de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** obtenidos de palto en Peumo en Diciembre de 1996..... 32

Tabla 7. Variación en el porcentaje de aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** en muestreo de raíces secundarias obtenidas en medio semiselectivo..... 35

Tabla 8. Contenido de nitrógeno (%) determinado por análisis foliar.....35

Tabla 9. Indice de crecimiento y vígor antes y después del tratamiento químico contra ***Phytohthora cinnamomi*** en paltos cv. Hass sobre patrón mexicola.....36

Tabla 10. Indice de necrosis de brotes (muerte y desecación) antes y después del tratamiento químico contra ***Phytophthora cinnamomi*** paltos cv. Hass sobre patrón mexicola.....36

Tabla 11. Patogenicidad de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** obtenidos de palto en Peumo, Diciembre de 1996..... 40

Tabla 12. Patogenicidad en plantas de vivero inoculadas en Quillota.....42

INDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Categorías de severidad de síntomas atribuídos a ***P. cinnamomi***. a- árbol sano. b- árbol con una infección intermedia. c-Severamente afectado.....20

Figura 2. Patogenicidad de algunos aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** en estacas de palto cv. Hass..... 28

Figura 3.Patogenicidad en tubérculo papa vs. Patogenicidad en estacas.....41

Figura 4. Desarrollo de la parte radical y aérea de las plantas Testigo 1 y La Granja 3 (Figuras a y b)..... 44

1. RESUMEN DEL PROYECTO DE TITULO DE

Fernando De Andraca Hurtado para el grado de Ingeniero Agrónomo presentado el 26 de Mayo de 1997 . Título : Etiología y Control de la Tristeza del Palto causada por ***Phytophthora cinnamomi.***

Resumen Aprobado :

El aumento del cultivo del palto (***Persea americana***) en Chile, la importancia de la tristeza (***P. cinnamomi***) y la reciente introducción de M-5, fungicida en base de ácido fosforoso, motivaron esta investigación. Los objetivos fueron: Determinar la etiología de la tristeza en la zona de Peumo, VI-Región y evaluar el fungicida M-5 . Con el fin de evaluar la efectividad de este nuevo fungicida, se seleccionaron paltos cv. Hass sobre portainjerto Mexicola, de doce años de edad, ubicados en Peumo, donde se aplicaron los siguientes tratamientos según un diseño completamente al azar con cinco repeticiones: M-5 (1,5 inyecciones de 15 ml/ 1,5 m de diámetro de copa), Alliete 80 WP (20 ml/ $3m^2$ de proyeción de la copa), Ridomil 5G (50 g/ m^2 de proyección de copa), Phyto-Fos (1,5 inyecciones de 15 ml/ m de diámetro de copa), más un testigo sin tratamiento. La efectividad de estos tratamientos se determinó por la evolución de la infección radical, el contenido de nitrógeno foliar a los seis meses de realizados los tratamientos, crecimiento y vigor, necrosis y calibre de la fruta. Se estableció la patogenicidad de 15 aislamientos, 10 de raíz y 5 de suelo, en bioensayos de tubérculos de papa y estacas de palto del cv. Hass. Posteriormente en paltos cv. Hass de 1 año de edad mantenidas bajo condiciones de semisombra.

Los fungicidas M-5 (ácido fosforoso) y Ridomil 5G (metalaxilo) fueron muy efectivos otorgándole a la planta una protección mayor o igual a 120 y 180 días respectivamente. Todos los aislamientos de ***P. cinnamomi*** fueron patogénicos en paltos cv. Hass sobre portainjerto Mexicola. Se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en diámetro del tallo, número de hojas y reaislamiento de ***P. cinnamomi.*** No obstante, hubo diferencias en virulencia. Existió una alta correlación ($R=0,95$) entre las pruebas de patogenicidad realizadas en tubérculo de papa y la prueba de patogenicidad realizadas en estacas de un año de paltos cv. Hass. Por lo tanto, los aislamientos causantes de la tristeza del palto correspondieron en su totalidad a ***P. cinnamomi.***

2. ABSTRACT

The growth of avocado (***Persea americana***) cultivation in Chile, the importance of ***Phytophthora cinnamomi*** and the recent introduction of M-5, a phosphorous acid-based fungicide, motivated this research. The objectives were the following: To determine the etiology of ***P. cinnamomi*** in the Peumo area (VI region), and to evaluate M-5 fungicide. In order to evaluate this new fungicide's efficacy, 12 year old Hass avocados grafted on Mexicola rootstocks were selected. These were located in Peumo, where the following treatments were applied with a totally random criteria: M-5 (1,5 injections 15ml/1,5m bower diameter), Alliete 80 WP (20ml/3m^2 of bower projection), Ridomil 5G (50g/m^2 of bower projection), Phyto-Fos (1,5 injections 15ml/1 m. bower diameter), and one sample without treatment. These treatments' efficacy was determined by the evolution of the radical infection, the level of foliar nitrogen six months after the treatment had started, degree of growth and strength, necrosis and fruit size. The pathological origin on 15 isolations were identified (10 were in the roots and 5 were on the soil) on potato tubers and Hass avocado slips by bio-tests. Afterward, the same was done on one year old Hass avocados under semi-shade conditions.

M-5 (phosphorous acid) and Ridomil (metalaxil) fungicides proved to be very effective, providing the plants a protection greater or equal to 120 and 180 days respectively. Every ***P. cinnamomi*** isolation proved to be pathogenic in the Hass avocados grafted on Mexicola rootstocks. Statistically significative differences ($p<0.05$) were observed in the stem's (sprout) diameter, number of

leaves, and reisolation of ***P. cinnamoni***. All ***P. cinnamomi*** isolate obtained were pathogenic, however, there were differences in virulence. A high correlation (R = 0.95) was obtained between the pathological tests on potato tubers and the ones done on one year old avocado slips. Therefore, all the isolations causing the disease were attributed to ***P. cinnamomi***.

3. INTRODUCCION

La tristeza del palto (***Persea americana***) producida por ***Phytopthora cinnamomi*** Rands, es sin lugar a dudas la enfermedad del palto más importante a nivel mundial. El hongo, se dispersa a través del suelo, del agua y durante la comercialización de plantas. Se localiza en el aparato radical provocando su podredumbre. Su acción se intensifica en terrenos húmedos, escasos en oxígeno y con temperaturas de 25 a 30°C.

La sintomatología de esta enfermedad se caracteriza por un decaimiento progresivo del árbol con la presencia de hojas pequeñas, cloróticas y parcial o totalmente escaldadas. Presencia de cancros ocasionales en el cuello de los árboles y una evidente pudrición de las raíces. Eventualmente los árboles severamente infectados colapsan. Ocurre como focos delimitados en el terreno y asociados a condiciones de mal drenaje. Se favorece con exceso de humedad en el suelo y con existencia de heridas en el tronco o en las raíces (Latorre, 1995).

Las ramas comienzan a secarse por el ápice. Las raíces se presentan como quemadas o ennegrecidas. El mayor daño a las raíces se produce durante los meses invernales, pero la parte aérea del árbol muestra los síntomas más graves de la enfermedad bastante más tarde, al comienzo de la primavera. Esto se debe a la ruptura del equilibrio hídrico entre vegetación y raíces por la mayor transpiración de la parte aérea (Calabrese, 1992).

Algunas de las prácticas orientadas a reducir el impacto de la enfermedad son: Cultivo de plantas en viveros limpios (esterilización con

bromuro de metilo, uso de polvo de sulfato de cobre para limpiarse los pies a la entrada del vivero, lavado de herramientas con fungicidas, uso de agua de pozo o de ríos clorada), uso de patrones resistentes (Duke 6, Duke 7, Thomas), fumigación del hoyo de plantación con bromuro de metilo, plantaciones en tierras libres del patógeno, selección adecuada del terreno, descartando áreas donde el drenaje es deficiente. Otra práctica bastante común es el uso de camellones, de manera que las raíces se desarrollen en una zona sin o con menor cantidad de zoosporas, también es recomendable realizar estudios del agua de riego, posible presencia de napas freáticas y hacer una micronivelación del terreno para favorecer un adecuado escurrimiento del agua y evitar que ésta se acumule en algunos sectores. También ha sido probada la solarización, pero sin resultados positivos.

En huertos establecidos una nutrición balanceada puede favorecer la regeneración de raíces de reemplazo donde ha sido atacado por ***P. cinnamomi.*** Particular importancia se le da a la nutrición con calcio, fósforo y boro, los cuales son muy importantes para la raíz en crecimiento (Wostenholme, 1981). Un nivel favorable de calcio en el suelo reduce la incidencia y severidad de ésta enfermedad en palto (Snyman y Darvas, 1982).

A nivel de huerto, frecuentemente la expresión de síntomas visibles de ***Phytophthora*** está asociado a problemas de drenaje del agua del suelo (Sterne, ***et al.***, 1978). Si los árboles afectados de tristeza no son recobrados rápidamente, ninguna deficiencia nutricional o toxicidad inducida por la enfermedad puede ser corregida. Los árboles con raíces infectadas por ***Phytophthora*** en Queensland, Australia, se han encontrado con un bajo nivel de nitrógeno, fósforo, azufre, zinc y boro en relación a los árboles sanos (Whiley y Pegg, 1987).

El daño de las raíces como resultado de la infección *de* ***P. cinnamomi*** puede también resultar en una acumulación de cloruros en las hojas (Whiley ***et al.***, 1987) particularmente si la irrigación de agua es alta en cloro o si el cloruro de potasio es usado como una fuente de potasio. En suelos infectados con ***P. cinnamomi*** se recomienda de preferencia el uso de sulfato de potasio como fuente de potasio.

Desde el punto de vista del control químico, existen diversas alternativas dentro de las cuales se encuentran inyecciones al tronco, productos granulares al suelo, aplicaciones al follaje, tratamientos en la actualidad con un alto costo por hectárea (Tabla 1). Es por esto que la introducción de el producto M-5 al mercado nacional, con un costo inferior sumado a el importante aumento de la superficie de las plantaciones de este frutal, motivaron la presente investigación, con los siguientes objetivos: Determinar la etiología de la tristeza del palto en la zona de Peumo, VI-Región y evaluar el fungicida M-5 (ácido fosforoso).

Tabla 1. Costos de aplicación por hectárea.

Producto	Dosis (L ó Kg/há)[1]	Valor unitario[2] ($)	Número de aplicaciones	Costo/há/año[3] ($)
M-5	0,42	8.941	2	7.510
Alliete 80 WP	4,80	17.546	2	168.442
Ridomil 5G	288,35	29.134	2	16.905.384
Phyto-fos	32,13	2.500	2	160.650

1 Para los cálculos de la dosis de producto se consideró la distancia a la cual se encontraban las plantas que es de 7 x 7 metros y un diámetro promedio de copa de 6 metros.

2 Valores obtenidos de las empresas químicas con fecha de Enero de 1997.

3 En el caso de las inyecciones se debe considerar además el costo de 20 jornadas hombre, mientras que en la aplicación al suelo se requiere de sólo 2 jornadas hombre.

4. REVISION BIBLIOGRAFICA

4.1 Control Químico

El control químico de la enfermedad, se lleva a cabo mediante productos químicos, algunos de los cuales, específicos en la lucha contra ***Phytophthora***, son muy eficaces y a veces se logra curar la planta.

El descubrimiento de la técnica de inyección al tronco para la enfermedad de la raíz (Darvas ***et al.***, 1984) y el registro del ácido fosforoso, han dado una nueva dimensión al control de esta enfermedad.

4.1.1 Metalaxilo.

Antes del registro del ácido fosforoso, el metalaxilo fue ampliamente usado para el control de ***P. cinnamomi*** provocando en un comienzo una significativa mejoría en las raíces de los árboles afectados, pero después de 3 años de continuo uso derivó en un dramático deterioro de los árboles, lo que se debería aparentemente a una acelerada biodegradación del metalaxilo. Además existen evidencias de que en algunos lugares, el hongo habría desarrollado resistencia al fungicida (Darvas, 1983). En 1987 también se sugiere la degradación biológica o química del metalaxilo en el suelo (Pegg ***et al.***, 1987).

Algunos fungicidas reducen la incidencia de la ***P. cinnamomi*** en la base de las raíces de los árboles inyectados, sin mejorar su condición. Ellos son el metalaxilo, pyroxfur (Darvas ***et al.***, 1984).

Otros autores señalan que al ser el metalaxilo el mejor sustituto del ácido fosforoso, resultaría aconsejable el uso de ambos en años alternados o cada tres años de manera de reducir los problemas de resistencia, de la biodegradación del ácido fosforoso en forma acelerada como también reducir los residuos químicos acumulados en los frutos.

En California recomiendan aplicar 7,5 g de metalaxilo/m^2 al suelo parcializado en tres dosis iguales con intervalos de 2 a 3 meses.

4.1.2 Fosetil aluminio y ácido fosforoso.

El ácido fosforoso fue evaluado en Australia incorporándolo al suelo, pulverizaciones al follaje y como inyección al tronco (Pegg, ***et al.***,1987). Tanto el tratamiento al follaje como al suelo de ácido fosforoso mostraron un buen control de la tristeza. Sin embargo, este último presentó una prolongada persistencia, otorgándole una protección por 11 semanas.

Respecto a los niveles de nitrógeno y boro se estableció que las inyecciones de ácido fosforoso no aumentaron las concentraciones de ambos elementos en las hojas más allá de lo que lo hacen en tratamientos al suelo o en plantas que no fueron tratadas (Whiley y Pegg , 1987).

Otro producto utilizado, el fosetil aluminio, fungicida sistémico, fue introducido como pulverizaciones al follaje, pero con al menos 6 aplicaciones

por año, lo que lo hacía un programa muy laborioso, caro y la recuperación de los árboles era muy lenta.

4.1.2.1 Metabolismo del producto fuera y dentro de la planta.

Aplicaciones foliares de fosetil-aluminio demostraron que el producto se moviliza en la planta en forma de fosfonatos, los cuales fueron lentamente convertidos en ácido fosforoso y este último además desaparece más rápido que el fosetil aluminio (Lutringer y Cormis, 1985).

Si la concentración de ácido fosforoso puede ser monitoreada dentro de la planta puede ser útil para determinar cuando aplicar la siguiente dosis.

La lenta conversión de fosetil aluminio en ácido fosforoso reduce el riesgo de toxicidad, ya que se sabe que repentinas penetraciones de este ácido pueden causar la destrucción de la célula y además permite una prolongada protección de las plantas tratadas. El movimiento del ingrediente activo desde las hojas a las raíces ocurre sin importar a la profundidad de estas últimas y allí solo se verán afectados los microorganismos de inmediata vecindad a las raíces. Así el uso de fosetil aluminio en pulverizaciones foliares es el mejor sistema de mantener las raíces libres de ***P. cinnamomi***, sin afectar el balance natural de los otros microorganismos del suelo.

Algunos autores han sugerido que el fosfito actúa como detonante en la activación de la defensa de la planta (Bompeix, G. y Saindrenan, P. ,1984) o por acción directa sobre el hongo (Fenn y Coffey, 1984).

En Australia (Pegg y Whiley, 1986) se ha visto que el fosfito de potasio inyectado al tronco cura efectivamente la enfermedad de la raíz. Este

compuesto es trasladado a través de la planta y el conocimiento de su distribución sirve para determinar el tiempo óptimo de tratamiento.

La concentración de fosfito en las muestras de ramas y raíces tomadas en paltos del cultivar "Fuerte" alcanzó su máximo 4 semanas después de la inyección de fosetil aluminio y se prolongó entre 4 y 8 semanas. La vida media de esta inyección fue de 5,1 meses.

El fosfito no se encuentra uniformemente distribuido en las distintas partes de la planta. Además se caracteriza por no ser utilizado por las plantas como fuente de fósforo (MacIntyre ***et al***. (1950) citado por Bezuidenhout et al., 1987 b) lo cual explica su lenta disminución después de la inyección de fosetil aluminio. Sin embargo, algunas bacterias pueden convertir el fosfito en fosfato (Malacinski y Konetzka, 1966) lo cual también puede actuar como fuente de nutrientes para la planta. En este contexto, se ha observado un aumento en el contenido de fosfato después de la aplicación de ácido fosforoso (Toerien y Slabbert, 1984).

En árboles en activo crecimiento la máxima concentración de fosfonatos en las raíces después de la inyección al comienzo del crecimiento primaveral fue de 9,0 mg/kg, siendo significativamente menor que los 20 mg/kg requeridos para la protección contra ***P. cinnamomi*** . En contraste con los 28 mg/kg encontrados en las raíces cuando eran inyectados al final del crecimiento primaveral (Whiley ***et al***.,1992)..

La eficiencia de la traslocación de los fosfonatos hacia las raíces está directamente relacionado a la relación fuente/sumidero existente al momento de la inyección, lo que a su vez depende de la fenología de la planta.

El transporte basipétalo desde el tratamiento foliar es suficiente para dar una completa protección al sistema radical y a la base del tronco, contra

organismos del suelo, incluyendo algunas especies de ***Phytophthora***, tales como: ***P. cinnamomi*** y ***P. nicotianae*** var. ***parasitica*** (Bertrand ***et al.***,1977; Farih ***et al*** ., 1981; Williams ***et al.***,1977; Zentmeyer y Ohr,1978).

4.1.2.2 Aspersiones foliares.

Cuando aparecen los primeros síntomas de defoliación, la aplicación inmediata de fosetil aluminio induce una notable mejoría en el próximo año. Cuando los árboles están severamente defoliados se deben podar antes del tratamiento (Wood y Moll, 1981). La recomendación es aplicar una dosis mínima de 300g i.a. / hl a intervalos de un mes en los viveros y cada dos meses en los árboles no comprometidos y cada 3 meses en los ya tratados durante el primer año de crecimiento.

La recuperación fue más efectiva y rápida con el tratamiento en que se comenzó empleando Alliete en pulverizaciones mensuales al follaje el primer año, aplicaciones de 400 g/ 100 lt. Durante el segundo año, dos aplicaciones antes del crecimiento de primavera y dos antes del de otoño. El tercer año sólo dos aplicaciones antes del crecimiento de primavera (Pinto y Morales, 1985).

Las aplicaciones foliares de ácido fosforoso han demostrado en algunos casos que pueden causar quemaduras marginales de las hojas y una quemadura basal de la fruta.

4.1.2.3 Inyecciones al tronco.

Arboles tratados con inyecciones de ácido fosforoso al 20% recuperaron su estado normal a los 16 meses de la primera aplicación y se pudo

observar además que los árboles no tratados presentaban un nivel más bajo de nitrógeno, azufre y zinc. Aumentos significativos en el rendimiento se pueden apreciar a los 30 meses de la primera aplicación.

Como se sabe que los paltos normalmente desarrollan problemas debido a deficiencias nutricionales se trató de agregar en Sudáfrica una serie de mezclas de manera de agregar zinc, sin embargo la única que fue compatible fue el ácido fosforoso con quelatos de zinc (Bezuidenhout ***et al.***, 1987). Otro microelemento que fue aplicado exitosamente fue el boro mediante una mezcla de ácido bórico más fosetil aluminio en una solución de polvo mojable. Un efecto similar fue observado cuando el fosetil aluminio fue suplementado con éstos dos compuestos (Bezuidenhout ***et al.***, 1987).

Significativos aumentos en el rendimiento y tamaño de la fruta se han logrado después del primer año que fueron aplicadas inyecciones de fosetil aluminio (Wood ***et al.*** ,1987).

Las inyecciones de fosetil aluminio se ha visto que incrementan progresivamente los niveles de aluminio, pero esto no muestra un efecto lesivo en las plantas (Darvas ***et al.***, 1984). Un incremento de varios elementos en la concentración de las hojas después del tratamiento mejoraron el estado nutricional del árbol (Whiley ***et al.***, 1987).

El contenido de ácido fosforoso en las hojas de los árboles inyectados había aumentado considerablemente (Toerien y Slabbert, 1984) y esto era una buena indicación de que la inyección había influenciado en la enfermedad y sobre la nutrición de los árboles.

Esta técnica de inyección ha demostrado ser la más efectiva y además es económicamente viable. Inicialmente el fosetil calcio y el fosetil aluminio

fueron utilizados con éxito, pero posteriormente se consiguieron mejores resultados con ácido fosforoso.

Dosis mediana efectiva de fosetil aluminio = 0,3g i.a./m^2 de proyección de la copa.

Debido a la alta solubilidad del fosetil calcio en agua, era más conveniente disolver este producto para la inyección al tronco que el fosetil aluminio en polvo. Este problema fue solucionado con la fórmula líquida del fosetil aluminio especialmente preparada para la inyección.

Se ha visto que el fosetil aluminio, fosetil calcio y ácido fosforoso producen síntomas de toxicidad en el follaje. Lo que se expresa en muerte de hojas las que caen, dejando grandes vacíos. Esta defoliación es más notoria al principio y menos notable en el segundo año cuando el follaje es más denso. Una coloración café oscura es visible bajo y sobre el punto de la inyección con fosetil-aluminio, pero esto no parece tener efecto sobre el crecimiento del árbol.

4.1.2.4 Otras formas de aplicación.

Métodos alternativos fueron explorados (Snyman y Kotzé, 1983), demostrando que los árboles enfermos se recuperaban con la aplicación de fosetil aluminio aplicado como pintura, o con una banda de esponja impregnada alrededor del tronco, lo que era tan efectivo como las pulverizaciones al follaje. Los árboles se recuperaban notablemente cuando eran inyectados con fosetil aluminio en solución acuosa, distribuyéndose el producto progresivamente por todos los tejidos de la planta.

La aplicación como pintura de fosetil aluminio, consiste en pintar el tronco con polvo humedecido y adherir al tronco una esponja empapada en el producto, en dosis de 0,8 g de i.a. por cm de circunsferencia.

Por otro lado con el uso de patrones resistentes combinado con la aplicación de 3 g de i.a. de fosetil aluminio en un litro de agua a los contenedores, 2 a 3 días antes de la plantación proveen un control de la enfermedad durante 40 semanas (Coffey, 1987).

Hanrahan y Paviot (1987) estudiaron árboles que no mostraban síntomas visibles de la enfermedad, asumiendo que las raíces se podrían encontrar enfermas, produciendo una disminución del crecimiento y de la producción antes de la declinación del árbol. Para esto trataron las plantas con distintos tratamientos fungicidas, con lo que se alcanzó un incremento en la producción mayor o igual al 12%, lo que implicaría que la infección causada por ***P. cinnamomi*** permanece invisible por un largo tiempo antes que los síntomas se manifiesten.

4.2 Control Químico en Chile

Actualmente, lo que se ocupa en el país es preferentemente inyecciones al tronco de ácido fosforoso neutralizado a pH 6,5 con hidróxido de potasio. Sin embargo, estas aplicaciones pueden resultar por causa del hidróxido de potasio en problemas de fitotoxicidad, debido a que el potasio es altamente fitotóxico (Darvas, comunicación personal), por lo que recomienda aplicar 15 cc de ácido fosforoso por metro de diámetro de copa, que sean lo más abajo posible y entre los meses de diciembre a marzo. Otro producto que también

recomienda es M-5, el cual es ocupado en Sudáfrica con muy buenos resultados, consiste en una pintura cuyo i.a. está al 10 %, y formado por fosforoso y una serie de micronutrientes, el cual recién se está evaluando para ver como se comporta bajo las condiciones locales. Su formulación es granular.

Por otro lado en el país se esta ocupando Phyto-fos, cuyo ingrediente activo también es el ácido fosforoso, pero a diferencia del M-5 viene neutralizado. Su formulación es líquida y su concentración de 150 g de ácido fosforoso / 1000 ml.

4.3 Control biológico

Adicionalmente al uso de fungicidas, se ha probado el uso de bacterias antagónicas a ***P. cinnamomi*** en forma de inyecciones al tronco para el control biológico de la enfermedad (Darvas ***et al.***, 1984). Sin embargo se debe destacar que esto había sido propuesto por otros autores con anterioridad.

Fue demostrada una alta protección contra ***P. citricola*** y ***P. cinnamomi*** al realizar una inoculación anticipada de ***P. parasitica*** (Broadbent y Baker, 1974).

En California se tomó hongos y bacterias aisladas de la rizósfera de árboles de palto en que ***P. cinnamomi*** ha estado presente por 40 a 50 años. La raza TW del hongo ***Myrothecium roririum*** presentó el mayor antagonismo en el control de ***P. cinnamomi***, suprimiendo la infección radical entre un 50 y un 94 % en comparación al testigo (Coffey, 1992).

5. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ensayo de Control Químico

5.1.1 Ubicación del ensayo de campo

Para la realización del ensayo se seleccionaron paltos, ***Persea americana*** Mill. cultivar Hass sobre portainjerto Mexicola, de doce años de edad, ubicados en el fundo La Granja, en Peumo, Sexta región.

5.1.2 Elección de los árboles y asignación a los tratamientos

Se seleccionó veinte y cinco plantas, con el propósito de tratarlos con: M-5, Alliete, Ridomil 5G, Phyto-Fos, más un testigo sin tratamiento, con el fin de determinar el efecto que tienen en la recuperación de árboles afectados por ***P. cinnamomi.***

Los árboles muestreados se eligieron en base a la sintomatología visual, considerando parámetros como crecimiento y vigor, tamaño del árbol, y estado de la copa (coloración del follaje, necrosis de brotes y daño producido por las heladas durante el invierno de 1995). El estado de los árboles muestreados previo a la aplicación de los tratamientos correspondía a una severidad intermedia. Las categorías de severidad (Tabla 2) presentes en el huerto al momento de la aplicación de los tratamientos se pueden observar en la Figura 1.

Luego estos fueron asignados a los cinco tratamientos de acuerdo a un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones y un árbol como unidad experimental.

Tabla 2. Categorías de severidad de síntomas atribuidos a ***P. cinnamomi***.

Categoría de severidad	Indice [1]	Sintomatología
Arbol sano	1	Arbol vigoroso. Hojas normales. Buena producción y calibre de fruta.
Arbol con una infección intermedia	3	Arboles con cierta defoliación y algo de necrosis. Hojas caídas y cloróticas.
Arbol severamente afectado	5	Presencia de hojas pequeñas, cloróticas y parcialmente o totalmente escaldadas. Las hojas caen dejando el árbol semidesnudo. Alto porcentaje de ramas necróticas.

[1] Escala correspondiente a las distintas categorías.

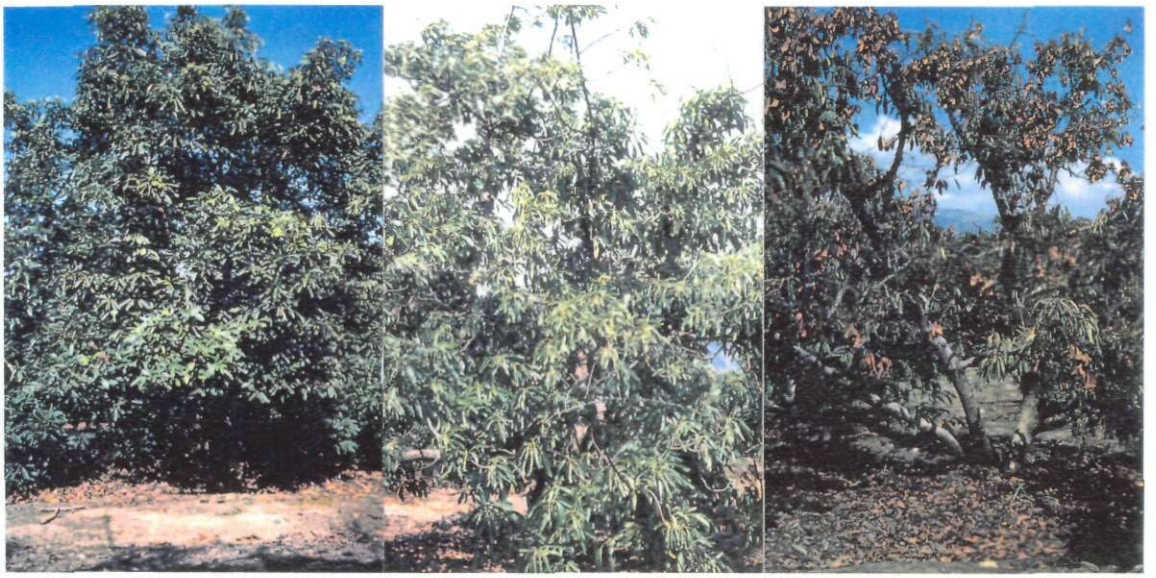

Figura 1. Categorías de severidad de síntomas atribuídos a ***P. cinnamomi***. a- árbol sano. b- árbol con una infección intermedia. c- Severamente afectado.

5.1.3 Aislamientos y caracterización de las cepas del predio La Granja.

5.1.3.1 Muestreo de raíces.

Se tomó muestras de raíces en los cuatro puntos cardinales de cada árbol que compone la muestra. Estas se transportaron en pequeñas bolsas de polietileno, donde se lavaron las raíces pasándolas primero por agua potable. Luego se cortaron diez segmentos de aproximadamente 1 cm de longitud, desde la zona marginal de la lesión. Posteriormente estos segmentos se sembraron en medio semiselectivo AMA y se incubaron por 7 días a 23°C en cámara de incubación.

El medio AMA es un eficiente medio de cultivo que utiliza agar-maíz como medio base, con una mezcla de fungicidas y antibióticos, de esta forma minimiza el crecimiento bacteriano, aunque el crecimiento de ***Phytophthora*** no es abundante (Tsao, 1970).

Una vez transcurrido el período de incubación, se evaluó el número de raicillas donde se recuperó el patógeno apartir de las raíces y se procedió a extraer dos trozos desde el margen de la colonia en activo crecimiento, siendo repicadas en medio AMA y nuevamente incubadas a 23°C. Una vez que se comprobó la pureza de la colonia, se extrajeron trozos de cultivo puro para ser guardados en agua destilada estéril.

5.1.3.2 Muestreo de suelo.

Se utilizó el suelo proveniente de las muestras de raíces obtenidas del predio La Granja.

Se tomó manzanas del cultivar Granny Smith, con el objeto de usarlas como trampa en el aislamiento de ***Phytophthora*** spp desde suelo. A cada manzana se le hizo cuatro orificios con una aguja hipodérmica estéril, se sumergieron en una mezcla semi-líquida (agua+suelo) y se incubaron a 23°C por 13 días. Cada orificio desarrolló lesiones acuosas y trozos de tejido con avance de estas lesiones fueron sembradas en medio AMA e incubadas por 7 días a 23°C.

5.1.3.3 Aislamientos a identificar

En el laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Santiago, se seleccionó quince aislamientos de ***P. cinnamomi*** , diez de raíz y cinco de suelo, los que se obtuvieron del predio La Granja, siendo utilizados los siguientes aislamientos de cultivos puros:

Aislamientos de raíz	Aislamientos de suelo
Pal 95- 4,1	Pal 95-20,4
Pal 95- 4,2	Pal 95-25,3
Pal 95- 5,2	Pal 95-26,2
Pal 95- 6,1	Pal 95-27,2
Pal 95- 6,2	Pal 95-28,1
Pal 95- 7,1	
Pal 95- 9,1	
Pal 95- 9,2	
Pal 95- 16	
Pal 95- 18	

Todos los cuales fueron colocados a las siguientes temperaturas: 5, 15, 20, 30 y 35°C durante cuatro días para evaluar el crecimiento del micelio en el medio agar maíz.

Para la observación de esporangios, oosporas y anteridio con el objetivo de tener una correcta identificación de ***P. cinnamomi*** se utilizó jugo hervido de zanahoria, en el que se cultivó el hongo, siendo incubado por 12 días a 23°C.

5.2 Tratamientos químicos empleados

Los tratamientos químicos utilizados (Tabla 3) se aplicaron en el predio La Granja el día 1 de Septiembre de 1995.

Tabla 3. Tratamientos estudiados para el control curativo de la tristeza del palto causada por ***Phytophthora cinnamomi***.

Producto comercial	Ingrediente activo	Dosis por árbol	Origen	Distribuidor en Chile
M-5	Acido fosforoso	1,5 inyecciones de 15 ml / 1,5 m de diámetro de copa.	Darvas, Sudáfrica.	Agricom
Alliete 80 WP	Fosetil-alumimio	20 ml / 3m ^{2} de proyección de la copa.	Rhone-Poulenc	Rhodia Merieux de Chile ltda.
Ridomil 5G	Metalaxilo	50 g / m^2 de proyección de la copa.	Ciba-Geigy	Ciba-Geigy Ltda.
Phyto-fos	Acido fosforoso [1]	1,5 inyecciones de 15 ml / m de diámetro de copa.	Químicas Assel Ltda	HCI Interquímica Ltda.

1 Neutralizado con hidróxido de sodio a pH 6,5 .

5.2.1 Método de aplicación de los tratamientos químicos.

La forma en que los tratamientos se aplicaron se puede observar en la Tabla 4.

Tabla 4. Metodología ocupada en la aplicación de los tratamientos.

Ingrediente Activo	Producto Comercial	Forma de aplicación
Acido fosforoso	M-5	Se abren orificios en el tronco sobre los 10 a 15 cm del nivel del suelo con taladro de 6,8 mm de diámetro y se introduce hasta 5 cm de profundidad. Se diluyen 130 g de producto en diez litros de agua y se agita. Se aplica 1,5 inyecciones de 15 ml por cada metro de diámetro de copa y el resto de la jeringa se llena con aire para darle mayor presión con lo que se vacían más rápido.
Fosetil aluminio	Alliete 80WP	Se abren orificios con taladro de 4,5 mm de diámetro y 4 cm de profundidad. Se diluyen 125 g Alliete en un litro de agua, se agita durante media hora y se deja reposar durante una semana. Luego se separa el líquido sobrenadante del cual se toman 20 ml que se aplican con una jeringa desechable en cada orificio. El número de inyecciones es variable dependiendo del tamaño del árbol y en el caso de los paltos se aplica una inyección de 20 ml / 3m^2 de proyección de la copa.
Metalaxilo	Ridomil 5G	Se aplican 50 g/ m^2 bajo la proyección de la copa y luego se incorpora mediante riego.
Acido fosforoso neutralizado	Phyto-Fos	Se aplican 15 ml de producto/ metro de diámetro de copa. Se colocan 1,5 inyecciones por metro de diámetro de copa.

5.3 Ensayos de patogenicidad.

5.3.1 Patogenicidad de distintas cepas de *Phytophthora cinnamomi* aisladas desde palto en bioensayo en papa.

Se seleccionaron algunos aislamientos cuya procedencia se puede ver en el Anexo 2.

Se preparó inoculo de cada cepa de ***Phytophthora*** en estudio, haciendo crecer el micelio en jugo de zanahoria durante cinco días a 23°C, de acuerdo con la metodología descrita por Latorre y Muñoz (1993).

Se inoculó 4 tubérculos de papa por aislamiento. Con este propósito se desinfectaron superficialmente (2 minutos en hipoclorito de sodio al 2 a 3 % y luego cinco minutos en etanol al 75 %). Se realizó un orificio con un sacabocado estéril de 0,5 cm de diámetro, se depositó 0,2 ml de suspensión de inoculo al 1 x 10^6 propágulos / ml. Los tubérculos se incubaron por cuatro días a 23°C antes de determinar el diámetro y el color de la lesión obtenida.

5.3.2 Patogenicidad en estacas de palto

Se preparó inoculo de cada cepa de ***Phytophthora*** en estudio, haciendo crecer el micelio en jugo de zanahoria durante cinco días a 23°C.

Posteriormente, el micelio se filtró y lavó repetidas veces en agua estéril antes de proceder a moler en juguera Oster. Se inoculó 1 x 10^6 propágulos/ ml de cada cepa .

Luego el inoculo fue colocado en unas bandejas y se colocó 1 cm de lámina de agua estéril sobre éste. Finalmente se colocaron cinco estacas de 15 a 20 cm de altura y se dejaron por un período de incubación de 15 días a 20°C (Figura 2).

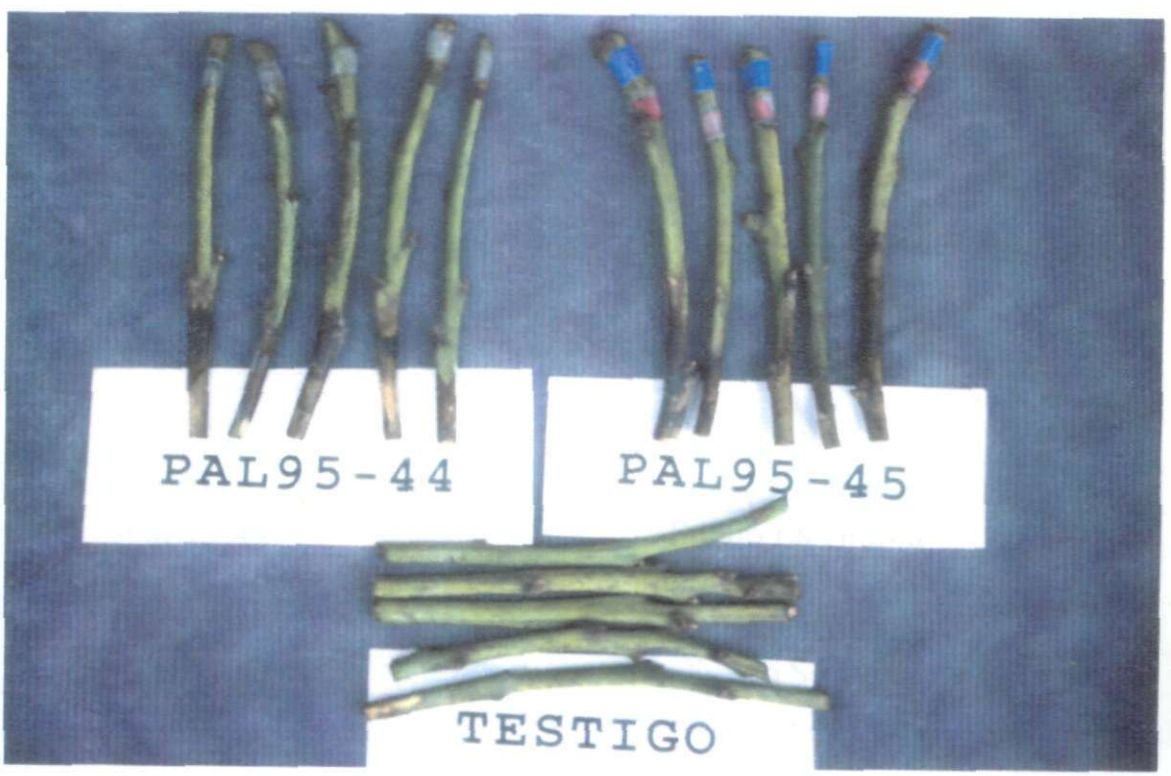

Figura 2. Patogenicidad de algunos aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** en estacas de palto cv. Hass.

5.3.3 Patogenicidad en plantas de vivero.

El día 2 de Septiembre de 1996 en la Universidad Católica de Valparaíso se realizó un ensayo de patogenicidad en plantas del cultivar Hass, provenientes del vivero de la Estación Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Católica de Valparaíso. Se seleccionaron árboles aparentemente sanos de altura homogénea y similares en vigor. Estos se inocularon con los aislamientos indicados en la Tabla 5.

Tabla 5. Procedencia de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi***.

Aislamiento	Procedencia
Pal 95-4,1	Fundo La Granja
Pal 95-44	Fundo La Granja
Pal 95-46	Fundo Concha y Toro
Pal 95-48	Fundo Cachapoal
Pal 95-50	Fundo Sofruco
A1	Colección Laboratorio Patología U. Católica

Con este fin se reactivaron las cepas antes mencionadas en agar- maíz por 5 días. Simultáneamente se preparó un sustrato constituido por 175 ml de jugo de zanahoria más 250 ml de vermiculita para cada frasco. Estos fueron esterilizados en autoclave por 15 minutos a 115°C. Se dejaron enfriar y en cada frasco se colocó una placa de agar maíz estéril.

Finalmente se incubaron por un período de 15 a 20 días, antes de ser utilizadas para la inoculación de las plantas de vivero.

El ensayo se llevó a cabo con 28 paltos correspondientes a unidades experimentales, utilizando cuatro plantas para cada una de las seis cepas como para el testigo .

Para realizar la inoculación se pesaron 64 gramos de una mezcla de 2/3 de vermiculita estéril más 1/3 de vermiculita inoculada, los que se adicionaron a las plantas mediante una incorporación a la superficie del suelo y una posterior adición de 0,5 lt de agua.

Al tratamiento testigo se le adicionaron 0,5 lt de agua destilada .

Durante los dos primeros días, las plantas se colocaron en unos contenedores con el fin de mantener sobresaturado el suelo y favorecer el desarrollo del patógeno. Luego las plantas se sacaron de las bandejas y se colocaron aleatoriamente dentro del sombreadero.

Los árboles fueron fertilizados dos semanas antes de la evaluación con 0,5 lt de solución nutritiva (0,39 g de nitrato de amonio, 0,16 g de nitrato de calcio y 0,12 g de nitrato de potasio por litro).

Las plantas fueron regadas dos veces por semana hasta la fecha de evaluación que fue el 9 de Diciembre.

El período de incubación total fue de 95 días.

6. PRESENTACION Y DISCUSION DE LOS RESULTADOS

6.1 Aislamientos y caracterización.

6.1.1 Recuperación de ***Phytophthora cinnamomi*** desde muestras de raíces y suelo.

Resultados de la caracterización de los aislamientos Tabla 6.

Los aislamientos presentaron crecimiento entre los 15 y los 30°C, y no presentó crecimiento a los 5 y 35°C.

Phytophthora cinnamomi se favorece por temperaturas moderadas . El rango de temperatura óptima para su crecimiento de 20 °C hasta 32.5°C. La temperatura mínima es desde 5°C hasta 15 °C y la máxima desde 30°C hasta 36 °C. El crecimiento no es común a los 36°C (citado Inge, 1993).

Es importante notar que en los campos muestreados se encontró una gran inconsistencia entre los resultados de los análisis de raíces (Anexos 23 y 24).

El largo y ancho medio de esporangios fue de 37,6 y 25,4 um respectivamente. Las oosporas son del tipo A1 u heterotalica y el anteridio es anfígeno.

Todas estas características confirman de que los aislamientos corresponden a ***Phytophthora cinnamomi.***

Tabla 6. Características de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** obtenidos de palto en Peumo en Diciembre de 1996.

Aislamientos	Crecimiento en Agar-Maíz Diámetro (cm)					Largo y ancho medio de Esporangios	Oosporas
Raíces	5°C	15°C	20°C	30°C	35°C	(um)	A1/A2
Pal 95-4,1	0,0	7,2	5,8	9,0	0,0	nd	A1
Pal 95-4,2	0,0	9,0	6,2	9,0	0,0	nd	A1
Pal 95-5,2	0,0	7,2	6,1	9,0	0,0	33,3 y 24,1	A1
Pal 95-6,1	0,0	7,4	6,0	9,0	0,0	33 y 23,8	A1
Pal 95-6,2	0,0	7,3	6,0	9,0	0,0	36,3 y 24,1	A1
Pal 95-7,1	0,0	7,2	5,6	9,0	0,0	50,5 y 29,7	A1
Pal 95-9,1	0,0	6,7	5,9	9,0	0,0	nd	A1
Pal 95-9,2	0,0	6,1	5,8	9,0	0,0	37,3 y 23,8	A1
Pal 95-16	0,0	5,6	5,9	9,0	0,0	33 y 23,8	A1
Pal 95-18	0,0	7,3	6,2	9,0	0,0	nd	A1
Suelo							
Pal 95-20,4	0,0	7,1	5,9	9,0	0,0	39,6 y 26,4	A1
Pal 95-25,3	0,0	7,1	5,7	9,0	0,0	33,3 y 22,8	A1
Pal 95-26,2	0,0	6,7	5,8	9,0	0,0	39,6 y 26,4	A1
Pal 95-27,2	0,0	7,7	6,3	9,0	0,0	39,6 y 27,4	A1
Pal 95-28,1	0,0	7,4	6,1	9,0	0,0	38 y 27,4	A1
Promedio	0,0	7,1	6,0	9,0	0,0	37,6 y 25,4	A1

6.2 Tratamientos químicos.

El único tratamiento que muestra una clara disminución en cuanto al porcentaje de raíces infectadas es Ridomil 5G, el cual se recomienda aplicar cada cinco a seis meses de intervalo (Tabla 7).

Esto concuerda con lo señalado por Darvas en 1983, pues se observa una significativa mejoría a los dos meses de la incorporación del producto al suelo.

Este producto es un fungicida eficaz en el control de hongos del suelo de los géneros ***Phytophthora*** spp y ***Pythium*** spp. La materia activa entra a las raíces de las plantas tratadas y es transportada por la corriente savial al resto de las raíces, tallos y hojas. El control de hongos lo hace desde el interior de la planta inhibiendo su desarrollo y reproducción (Manual Fitosanitario , 1996-1997).

Respecto al producto M-5 se puede observar una disminución inicial de los aislamientos obtenidos, pero luego aumentan bruscamente. Es importante notar que en la aplicación de este producto en árboles con un alto nivel de infección se recomienda podar los árboles previo a la aplicación de la inyección, debido a que de ésta forma también se estaría favoreciendo la recuperación del equilibrio entre la parte aérea y la parte radical. Esto se corrobora al ver el nivel de Nitrógeno que muestra el análisis de una planta que podaron por equivocación (Anexo 16).

Por otro lado este producto no posee acción fungistática y se recomienda en árboles con un elevado nivel de infección repetir una nueva

aplicación a la misma dosis entre los meses de diciembre y marzo, lo que no se realizó en ésta investigación.

En registros del fundo Huertos Cachapoal en que se aplica el producto en las dosis señaladas dos veces al año desde hace dos temporadas, se ha observado un aumento en los rendimientos, pero sobretodo un importante aumento en los calibres de la fruta, que se expresa en el incremento del porcentaje de fruta exportada. Esto concuerda con lo señalado por Wood ***et al.*** (1987).

Por otro lado esto es importantísimo si se piensa que el aumento de la superficie plantada en el país tendrá como consecuencia un aumento de la producción y eventualmente una disminución de los precios. Es por esto que los aumentos de calibre son importantes para obtener mejores precios .

En las Tablas 8, 9 y 10 se muestran la variación en los contenidos de nitrógeno, crecimiento y vígor, y necrosis respectivamente, a los seis meses de aplicados los tratamientos químicos.

Tabla 7. Variación en el porcentaje de aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** en muestreo de raíces secundarias obtenidas en medio semiselectivo.

	Días después de la aplicación [1]			
Tratamiento	0	60	120	180
Alliete 80 WP	47,4	175	70	242,9
Ridomil 5G	147,4	100	100	85,7
Phyto-fos	68,4	43,8	150	100
M-5	100	62,5	60	428,6

Medio semiselectivo AMA (Latorre y Muñoz, 1993).

1 Porcentajes de aislamientos obtenidos en las distintas fechas de muestreo respecto al testigo de la misma fecha de evaluación.

Tabla 8. Contenido de nitrógeno (%) determinado por análisis foliar.

Tratamiento	N Total	%	% de variación
	18-09-1995	17-04-1996	del N total
Aliette 80 WP	1,95	1,73	-11,28
Ridomil 5G	2,06	1,55	-24,75
Phyto-fos	1,96	1,56	-20,4
M-5	2,01	1,76	-12,43
Testigo	2,21	1,6	-27,6

Tabla 9. Indice de crecimiento y vígor antes y después del tratamiento químico contra ***Phytohthora cinnamomi*** en paltos cv. Hass sobre patrón mexicola.

Tratamiento	Indice de vigor z		% de variación
	23-09-1995	06-04-1996	
Aliette 80 WP	2,8	1,75	37,5
Ridomil 5G	3	2	33,3
Phyto-fos	3	1,5	50
M-5	3,4	1,75	48,52
Testigo	3	3,4	-13,33

z : 1=Arbol sano ; 5= Arbol severamente afectado.

Tabla 10. Indice de necrosis de brotes (muerte y desecación) antes y después del tratamiento químico contra ***Phytophthora cinnamomi*** paltos cv. Hass sobre patrón mexicola.

Tratamiento	Indice de necrosis de brotes z		% de variación
	23-09-1995	06-04-1996	
Aliette 80 WP	2,6	2,6	0
Ridomil 5G	3,2	3,2	0
Phyto-fos	3	3	0
M-5	3,2	2,75	-14,06
Testigo	3,2	3,6	12,5

z : 1=Arbol sano ; 5= Arbol severamente afectado.

Podemos apreciar claramente una tendencia a la recuperación de las plantas tratadas respecto de los testigos en los tres criterios medidos, pese a que los análisis estadísticos no permitieron detectar diferencias estadísticamente significativas.

En el caso del M-5 y Aliette se observa una menor disminución en su nivel de nitrógeno, el cual estaría dado por la cantidad de fosfito presente en el producto, el cual al moverse en forma basipétala desde el tronco hacia las raíces favorece la regeneración de raíces con lo que se mejora la captación de nitrógeno desde éstas.

Esto a su vez favorecería que la planta experimente un notorio aumento en su vigor, el cual se expresa en la brotación y por otro lado se observa menos necrosis, producto de la gran cantidad de brotes nuevos que tienen las plantas.

Con respecto al Ridomil 5G, cuyo ingrediente activo es el metalaxilo, podemos observar una reducción de la incidencia de ***P. cinnamomi*** en la base de las raíces (Tabla 7), pero sin existir una mejoría en la condición de la planta lo que se refleja en la variación de nitrógeno foliar como de necrosis (Tablas 8 y 10), lo que estaría de acuerdo a lo señalado por Darvas ***et al.***(1984)

Es importante notar que la mayoría de las plantas muestran una deficiencia de nitrógeno(anexo 16), de acuerdo a los estándares de análisis foliar de la Universidad de California para la variedad Hass. En esta se señala que los análisis deben ser realizados durante los meses de marzo- abril (fecha correspondiente al Hemisferio Sur) en brotes de la temporada que no contengan fruta, siendo lo normal mayor o igual a un 2 % (Goodall, ***et al.***, 1981).

Respecto al calibre (Anexo 21) se vio que estos eran malos al momento de iniciar el tratamiento.

Cabe destacar además el hecho de que se ha señalado que, el ácido fosforoso al estar neutralizado con hidróxido de potasio tiene cierta fitotoxicidad por lo que se ha recomendado aplicarlo sólo (Darvas, J. 1995, comunicación personal). Esto esta de acuerdo a lo observado en la Tablas 8 y 10, en la que se puede ver como el M-5 cuyo ingrediente activo es ácido fosforoso, alcanza mejores resultados que el Phyto-Fos, cuyo ingrediente es el ácido fosforoso neutralizado, en dos de los tres parámetros analizados.

Respecto al Alliete 80 WP no se observa una concordancia entre el porcentaje de aislamientos de raíces infectadas y la mejoría existente en cuanto a la variación del nitrógeno foliar y la variación del vigor.

6.3 Pruebas de Patogenicidad

La prueba de patogenicidad en papa nos muestra que las plantas que no fueron inoculadas o testigo no presentaron desarrollo de lesión, mientras que todos los otros aislamientos si lo presentan. Es importante destacar que los aislamientos de referencia presentan un menor diámetro de lesión que los obtenidos de suelo o raíz, lo que se debería a que en éstos no se habría logrado reaislar a partir de tejido de raíz en medio MSP.

Se puede observar (anexos 4 al 9) que las plantas testigo y las Pal 95-46 muestran un comportamiento similar en los diferentes parámetros, no mostrando ambas la presencia de ***Phytophthora*** pero sí la de ***Pythium***.

En el caso de la cepa A1 que también es similar al testigo en todos los parámetros evaluados, posiblemente se explica por problemas de inoculación de las plantas en el sombreadero, ya que no se pudo aislar ***Phytophthora*** de las plantas inoculadas.

En la figura 3 se puede ver la alta correlación ($r^2 = 0,95$) existente entre las prubas de patogenicidad en tubérculo papa y en estacas de palto Hass.
Los resultados de las pruebas de patogenicidad se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Patogenicidad de los aislamientos de ***Phytophthora cinnamomi*** obtenidos de palto en Peumo, Diciembre de 1996.

Aislamiento	Tubérculo-papa (mm) 1	Estacas (mm) 2
Raíces		
Pal 95-4,1	13,3 d (3)	21,0 cde
Pal 95-6,1	6,0 g	12,0 f
Pal 95-9,2	17,5 b	25,0 abcd
Pal 95-18	16,0 c	23,0 bcd
Pal 95-44	17,5 b	28,0 abc
Pal 95-45	19,3 a	30,0 ab
Pal 95-48	14,3 d	21,0 cde
Pal 95-50	20,3 a	33,0 a
Suelo		
Pal 95-26,2	16,0 c	23,0 bcde
Referencia		
A1	7,8 ef	19,0 cdef
A2	6,8 fg	17,0 def
Pal 95-46	9,0 e	14,0 ef
Testigo	**0,0 h**	**0,0 g**

1 Incubadas por 14 días a 20°C en cámara húmeda .Papas fueron inoculadas con 0,2 ml con 1 x10^6 propágulos/ml. Diámetro lesión rosada (mm).

2 Estacas de un año de palto cv Hass incubadas 17 días a 24°C en una mezcla de vermiculita inoculada(1/3) más vermiculita estéril (2/3).

3 Cepas con letras semejantes dentro de una misma columna, significa que en ese parámetro no existen diferencias estadísticamente significativas de acuerdo al Test de Diferencia mínima significativa (LSD, P=0.05).

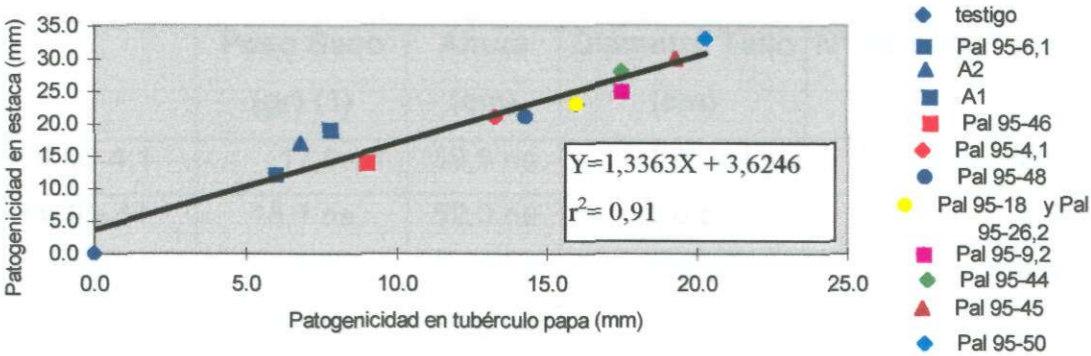

Figura 3. Patogenicidad en tubérculo papa vs. Patogenicidad en estacas.

Los resultados de las pruebas de patogenicidad en plantas de vivero se muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Patogenicidad en plantas de vivero inoculadas en Quillota.

Aislamiento	Paltos cultivar Hass sobre portainjertos mexicola				
	Peso Seco (gr) (1)	Altura (cm)	Diámetro Tallo (cm)	N° de hojas	MSP (2)
Pal 95-4,1	17,0 ns	59,5 ns	1,1 bcd	27,8 abc	2,8 / 5 a
Pal 95-44	18,1 ns	52,0 ns	1,0 bcd	23,5 c	3,0 / 5 a
Pal 95-48	14,6 ns	51,4 ns	0,9 d	25,5 bc	4,3 / 5 a
Pal 95-50	17,6 ns	55,6 ns	1,0 cd	24,0 c	4,0 / 5 a
A1	30,7 ns	64,9 ns	1,3 a	32,8 ab	0 / 5 b
Pal 95-46	21,1 ns	64,4 ns	1,2 abc	33,0 a	0 / 5 b
Testigo	**21,8 ns**	**69,0 ns**	**1,2 ab**	**34,8 a**	**0 /5 b**

1 Raíces secadas a 60°C por 48 horas.
2 Raíces sembradas en placas con medio MSP incubadas por una semana a 20 °C.
3 No hay diferencias estadísticamente significativas.

Por otra parte se puede notar que en las pruebas de patogenicidad de estacas, patogenicidad en papas como en el diámetro, número de hojas y lectura de siembra de placas en medio MSP de las plantas inoculadas en Quillota que existen diferencias significativas (ver tabla 6 y 11). Más aún, en el caso de la lectura de placas en medio MSP se diferencian claramente los aislamientos de referencia de las obtenidas de suelo y raíz.

Las cepas más virulentas fueron Pal 95-44, Pal 95-48 y Pal 95-50.

Tanto las plantas testigo como las cepas A1 y Pal 95-46, en las cuales no se recupero ***P. cinnamomi*** no ven tan afectados algunos parámetros que si lo son al estar infectada la planta a nivel radical por este hongo, como lo son la altura de la planta, número de hojas y el diámetro de tallo, por lo que se puede señalar que éstas son menos patogénicas que las otras que se inocularon en Quillota bajo condiciones de semisombra.

Esto se debe a que la pobredumbre de la raíz provoca la destrucción de los tejidos de ésta con lo que se limita la capacidad de absorción de agua y de las sales inorgánicas hacia los órganos aéreos reduciendo notablemente la captación de nitrógeno (Moreno ***et al.***,1986).

Se puede ver claramente (Figura 3) como el desarrollo de la parte radical concuerda con el desarrollo de la parte aérea, lo que también se refleja en la medición de la materia seca. En la medición de la materia seca de la parte radical como de la parte aérea (Anexos 4 y 5) podemos observar que las cepas de referencia presentan una mayor cantidad de materia seca que las obtenidas de suelo y raíz. Aquí también podemos ver que la cepa A1 a su vez posee una mayor cantidad de materia seca tanto de su parte aérea como radical que las plantas no inoculadas y la cepa Pal 95-46, ya que estas últimas muestran la presencia de ***Pythium***.

Figura 4 . Desarrollo de la parte radical y aérea de las plantas Testigo 1 y La Granja 3 (Figuras a y b).

7. CONCLUSIONES

Los aislamientos causantes de la tristeza correspondieron en su totalidad a ***Phytophthora cinnamomi.***

Los fungicidas M-5 (ácido fosforoso) y Ridomil 5G (metalaxilo) fueron muy efectivos otorgándole a la planta una protección mayor o igual a 120 y 180 días respectivamente.

Todos los aislamientos de ***P. cinnamomi*** fueron patogénicos en paltos cv. Hass. No obstante hubo diferencias en virulencia. Existió una alta correlación entre las pruebas de patogenicidad realizadas en tubérculo de papa y la prueba de patogenicidad realizada en estacas de un año de paltos cv. Hass.

8. BIBLIOGRAFIA

Bertrand, A., Ducret, J., Debourge, J.C., et Horriere, D. 1977. Etude des propiétés d'une nouvelle famille de fongicides. Les monoethyl phosphites métalliques. Characteristiques physicochimiques et propiétes biologiques. Phytiar. Phytopharm , 26: 3- 18.

Bezuidenhout, J., Darvas, J. y Toerien, J. 1987. Chemical control of ***Phytophthora cinnamomi***. Presented at the Avocado World Congress, Pretoria. May 1987.

Bezuidenhout, J., Darvas, J. y Kotze, J. 1987. The dynamics and distribution of phosphite in avocado trees treated with phosetyl-Al. S. Afr. Avocado Growers' Assoc Yearbook, Vol. 10 : 101-103.

Broadbent, P. y Baker, K.F. 1974. Behavior of ***Phytophthora cinnamomi*** soils suppresive and conducive to root rot. Australian Journal Agricultural Reseach,15: 121-127.

Bompeix, G. y Saindrenan, P. 1984. In vitro antifungal activity of phosetyl-Al and phosphorous acid on ***Phytophthora*** species. Fruits , 39:777-786.

Calabrese, J. 1992. El Aguacate. Mundi-Prensa, 183-186.

Coffey,M. 1987. ***Phytophthora*** Root rot of avocado. Plant Disease, 71(11):1046-1052.

Coffey, M. y Gees, R. 1992. Integrated Control of ***Phytophthora*** Root Rot using Strain TW of ***Myrothecium roririum***. Proc.of Second World Avocado Congress. Página:142.

Darvas, J.M. 1983. Five years of continued chemical control of ***Phytophthora*** root rot of avocados .South Africa Avocado Growers' Assocciation Yearbook, 6:72-73.

Darvas, J.M. 1984. Zinc supplemented to avocado trees in conjuntion with root rot control injections. South Africa Avocado Growers' Association Yearbook , 7: 79.

Darvas, J.M. ; Toerien, J.C. y Milne , D.L. 1984. Control of avocado root rot by trunk injection with phosetyl -Al . Plant Disease , 68:691-693.

Farih, A. , Menge, J.A. ,Tsao, P.H. and Ohr, H.D. 1981. Metalaxyl and efosite aluminum for control of ***Phytophthora*** gummosis and rot on citrus. Plant Disease, 65:654-657.

Fenn, M.E. y Coffey, M.D. 1984. Studies on the in vitro and in vivo antifungal activity of phosetyl-Al and phosphorous acid. Phytopathology, 74:606-611.

Goodall, G. , Embleton, T. , Platt, R. 1981. Avocado Fertilization. Leaflet 2024. University of California. Cooperative extension. 8p.

Hanrahan, R.K. y Paviot, J. 1987. The use of phosetyl-Al against ***Phytophthora*** root rot in avocados.S.Afr . Avocado Growers' Assoc Yearbook, Vol. 10: 99-101.

Inge, K. *1993.* Metodología para la evaluación de la incidencia y severidad de la enfermedad "Tristeza del palto". Tesis Ing.Agr.Quillota. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, 79 páginas.

Latorre, B. y Muñoz, R. 1993. Root Rot of Red Raspberry caused by ***Phytophthora citricola*** and ***P.citrophthora*** in Chile. Plant Disease 78:715-718.

Latorre, B. 1995. Enfermedades de las plantas cultivadas. Cuarta edición. Ediciones Universidad Católica. Santiago, Chile. p: 250-251.

Lutringer , M . y Cormis L . 1985. Absorption, dégradation et transport du phosétyl -Al et de son métabolite dans la plante, Agronomie, 5:5.

Malacinski, G. y Konetzka , W.A. 1966. Bacterial oxidation of orthophosphite. Journal of Bacteriology, 91:578-549.

Morales, A. y Moreno, P. 1986. Kiwi: pudriciones radiculares. Aconex (12): 13-16.

Pegg , K.G. y Whiley, A.W. 1986. Root rot-Seeking the inexpensive cure. Maroochy Horticultural Research Station Report, 4: 23-29.

Pegg, K.G., Whiley, A.W., Langdon, P.W. y Saranah, J.B. 1987 . Comparison of phosetyl -Al, phosphorous acid and metalaxyl for the long-term control of ***Phytophthora*** root rot of avocado . Australian Journal of Experimental Agriculture , 27:471- 474.

Pinto, A. y Carreño, I. 1985 .Decaimiento del palto causada por ***Phytophthora cinnamomi*** . IPA, La Platina N°31:30-32.

Safian, C. 1990. Cuantificación de poblaciones de ***Pythium*** y ***Phytophthora***. Tesis Ingeniero Agrónomo. Santiago, Pontificia Universidad Católica de Chile, Facultad de Agronomía, 46 .

Snyman, C.P. y Darvas, J.M. 1982. Die ultwerking van kalsium of wortelvrot by avocado. S. Afr. Avocado Growewrs' Assocciation Yearbook, 5:80-4.

Snyman, C.P. y Kotzé, J.M. 1983. Efficacy of sistemic fungicides applied as a trunk paint and a sponge band for the control of root rot on five-year-old avocado trees. S. Afr. Assoc Yrb, 3:17-20.

Sterne, R.E., Kaufmann, M.R. y Zentmyer, G.A . 1978. Effect of Ph. root rot on water relations of avocado: interpretation with a water transport model. Phytopatology, 68:595-602.

Tsao, P.1970.Selective media for isolation of pathogenic fungi. Annu. Rev. Phytopathology 8: 157-186.

Toerien , J.C. y Slabbert , M.J. 1984. Phosphorous nutrition of avocados through trunk injection, a preliminary report. South Africa Avocado Growers' Assocciation Yearbook , 7: 96.

Whiley, A.W. y Pegg, K.G. 1987. Leaf mineral nutrient concentrations and yield of ***Phytophthora*** root rot affected trees treated with phosphite-phosphorous compounds.South Africa Avocado Growers'Assocciation Yearbook,10:103-105.

Whiley, A.W. ,Pegg, K.G., Saranah, J.B. y Langdon, P.W. 1987. Influence of ***Phytophthora*** root rot on mineral nutrient concentrations in avocado leaves. Australian Journal of Experimental Agriculture, 27:73-7.

Whiley, A.W. , Saranah, J. , Langdon, P. 1992. Timing of Phosphonate Trunk Injections for ***Phytophthora*** Root Rot Control in Avocado Trees. Proc. of Second World Avocado Congress: 75-78.

Williams, D.S., Beach, B.G.W., Horriere, D. and Marechal, G.1977.LS 74-783, a new sistemic fungicide with activity against Phycomycete diseases. Proc. Br. Crop. Prot. Conf., 9th 2: 565-573.

Wood, R. y Moll, J. 1981. Result obtained in 1980 from avocados root rot field trials. South Africa Avocado Growers'Assocciation Yearbook, Vol 4.

Wood, R., Bennett, I.C., Blanken, P.A. y Grech, N. 1987. Control of ***Phytophthora*** root rot in citrus trees by injection phosetyl-Al into the stems. Proceedings of the Twenty-fith Annual Congress of the South African Society for Plant Pathology, 20 p.

Wostenholme, B.N. 1981. Root,shoot or fruit. South Africa Avocado Growers'Assocciation Yearbook, 4:27-9.

Zentmyer, G.A. and Ohr, H.D. 1978. Sistemic soil fungicides for control of ***Phytophthora*** root rot and stem canker of avocado (Abstract).Phytopathol. News 12: 142-143.

9. ANEXOS

Anexo 1 . Aislamientos

	Phytophthora cinnamomi		Anteridio	
Aislamiento	A1	A2	Anfígeno[Z]	Parágino[Y]
95 - 9,1	+	-	+	-
95 - 4,1	+	-	+	-
95 - 4,2	+	-	+	-
95 - 5,2	+	-	+	-
95 - 6,1	+	-	+	-
95 - 6,2	+	-	+	-
95 - 7,1	+	-	+	-
95 - 9,1	+	-	+	-
95 - 9,2	+	-	+	-
95 -16	+	-	+	-
95 -18	+	-	+	-
95 -20,4	+	-	+	-
95 -25,3	+	-	+	-
95 -26,2	+	-	+	-
95 -27,2	+	-	+	-
95 -28,1	+	-	+	-

Z : Que el anteridio sea anfígeno significa que el oogonio penetra el anteridio y emerge encima de este. El anteridio persiste como un collar alrededor de la base del oogonio (Safian,1990).

Y : Cuando el anteridio esta unido lateralmente se denomina parágino.

Anexo2. Patogenicidad de distintas cepas de ***P. cinnamomi*** aisladas desde palto en papa (longitud de lesión en cm).

Cepa	Procedencia	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal 95- 45	La Granja	19	20	20	18	19,25
Pal 95- 50	Sofruco	20	22	18	21	20,25
Pal 95- 4,1	La Granja	15	14	12	12	13,25
Pal 95- 46	Concha y Toro	9	10	8	9	9
Pal 95- 44	La Granja	17	16	18	19	17,5
Pal 95- 48	Cachapoal	14	15	14	14	14,25
Pal 95-26,2	La Granja	15	16	16	17	16
Pal 95- 6,1	La Granja	6	7	5	6	6
Pal 95- 18	La Granja	16	16	17	15	16
Pal 95- 9,2	La Granja	17	18	18	17	17,5
Testigo	-	0	0	0	0	0
A1	Colección U.C.	7	8	8	8	7,75
A2	Colección U.C.	6	7	6	8	6,75

Anexo 3. Patogenicidad en estacas de palto (avance del cancro en cm).

Cepa	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Pal 95- 45	3	2,6	3,2	3,5	2,5	3
Pal 95-50	3,7	3,3	3	3,8	2,7	3,3
Pal 95 -4,1	2	2,8	1	2	2,6	2,1
Pal 95 -46	1	1,3	2,2	1	1,7	1,4
Pal 95 -44	2,3	4,3	1,9	2,8	2,6	2,8
Pal 95 -48	2,3	2	2,4	1,7	2,1	2,1
Pal 95-26,2	3	1,7	2,2	3,5	1	2,3
Pal 95- 6,1	0,5	1,2	1,2	1,5	1,5	1,2
Pal 95 -18	1,7	3,1	2,7	1	3	2,3
Pal 95- 9,2	1	2,5	3,4	1,6	3,8	2,5
Testigo	0	0	0	0	0	0
A1	1,8	1,4	2	2	2,5	1,9
A2	2,2	2	1,2	1,7	1,2	1,7

Anexo 4. Medición de materia seca en plantas de vivero inoculadas con distintos aislamientos del hongo . Parte radical (g) .

Cepa	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal 95-50	15,39	28,09	12,13	14,73	17,59
Pal 95-46	17,26	21,84	23,76	21,41	21,07
Pal 95-48	17,03	14,33	13,26	13,73	14,59
Pal 95-4,1	13,04	16,36	25,51	13,15	17,02
Pal 95-44	26,86	24,62	9,74	11,24	18,12
A1	20,05	55,56	30,64	16,36	30,65
Testigo	28,68	20,96	17,25	20,31	21,8

Anexo 5. Medición de materia seca en plantas de vivero inoculadas con distintos aislamientos del hongo. Parte aérea (g).

Cepa	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal 95-50	23,84	34,85	17,82	23,88	25,09
Pal 95-46	25,34	28,16	33,24	30,25	29,25
Pal 95-48	24,94	18,98	30,77	16,85	22,89
Pal 95-4,1	21,40	28,50	24,30	28,95	25,79
Pal 95-44	38,25	37,83	14,20	19,49	27,44
A1	25,68	40,05	35,03	30,56	32,83
Testigo	37,21	33,64	27,11	29,66	31,9

Anexo 6. Medición de altura de plantas de vivero inoculadas (cm).

Aislamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal 95-50	51	71,5	48,5	51,5	55,62
Pal 95-46	60	70	57	70	64,37
Pal 95-48	43	50,5	61	51	51,37
Pal 95-4,1	43	54,5	57,5	53	52
Pal 95-44	80	63,5	46,5	48	59,5
A1	61,5	70,5	65,5	62	64,87
Testigo	76,5	75,5	58,5	65,5	69

Anexo 7. Diámetro del tallo de las plantas de vivero inoculadas (cm).

Aislamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal95-50	1	1,2	0,9	0,9	1,0
Pal95-46	1	1,2	1,4	1,2	1,2
Pal95-48	0,9	0,9	1,1	0,8	0,93
Pal95-4,1	1	1	1,1	1	1,03
Pal95-44	1,3	1,2	0,8	0,9	1,05
A1	1,3	1,4	1,4	1,2	1,33
Testigo	1,3	1,3	1,1	1,2	1,23

Anexo 8. Número de hojas por planta inoculada.

Aislamiento	R1	R2	R3	R4	Promedio
Pal 95-50	25	30	20	21	24
Pal 95-46	32	37	28	35	33
Pal 95-48	21	26	34	21	25,5
Pal 95-4,1	20	22	29	23	23,5
Pal 95-44	36	34	20	21	27,8
A1	29	33	37	32	32,8
Testigo	36	35	33	35	34,8

Anexo 9. Lectura de siembra en medio MSP de plantas inoculadas.

Cepa	R1	R2	R3	R4	Promedio	Observación
Pal 95-50	5 / 5	2 / 5	4 / 5	5 / 5	4 / 5	
Pal 95-46	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	***Pythium***
Pal 95-48	2 / 5	5 / 5	5 / 5	5 / 5	4,25 / 5	
Pal 95-4,1	1 / 5	2 / 5	5 / 5	4 / 5	3 / 5	
Pal 95-44	2 / 5	1 / 5	3 / 5	5 / 5	2,75 / 5	
A1	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	
Testigo	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	0 / 5	***Pythium***

Resumen. Aislamiento de raíces para ver su nivel de infección (2 placas con 5 trozos cada una).

Tratamiento	Al momento de la aplicación	A los dos meses	A los cuatro meses	A los seis meses
Testigo	3,8 / 10	3,2 / 10	2 / 10	1,4 / 10
Fosetil-aluminio	1,8 / 10	5,6/ 10	1,4/ 10	3,4/ 10
Metalaxilo	5,6 / 10	3,2/ 10	2 / 10	1,2/ 10
Phyto-Fos	2,6 / 10	1,4/ 10	3 / 10	1,4/ 10
M-5	3,8 / 10	2 / 10	1,2/ 10	6 / 10

Anexo 10. Aislamiento de raíces. Primer muestreo (31/ 8 / 95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	0 / 10	2/ 10	9/ 10	1/ 10	7/ 10	3,8 / 10
Fosetil-aluminio	2/ 10	1/ 10	0/ 10	1/ 10	5/ 10	1,8/ 10
Metalaxilo	2/ 10	5/ 10	8/ 10	6/ 10	2/ 10	5,6/ 10
Phyto-Fos	4/ 10	4/ 10	4/ 10	0/ 10	1/ 10	2,6/ 10
M-5	4/ 10	4/ 10	5/ 10	1/ 10	5/ 10	3,8/ 10

Anexo 11. Aislamiento de raíces. Segundo muestreo (15 / 11 / 95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	0 / 10	3/ 10	1/ 10	3/ 10	9/ 10	3,2/ 10
Fosetil-aluminio	4/ 10	3/ 10	5/ 10	8/ 10	7/ 10	5,6/ 10
Metalaxilo	0/ 10	4/ 10	4/ 10	0/ 10	8/ 10	3,2/ 10
Phyto-Fos	1/ 10	0/ 10	1/ 10	2/ 10	3/ 10	1,4/ 10
M-5	5/ 10	3/ 10	1/ 10	0/ 10	1/ 10	2 / 10

Anexo 12. Aislamiento de raíces. Tercer muestreo (2 / 1 / 96)

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	3 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 10	6 / 10	2 / 10
Fosetil-alum	0 / 10	0 / 10	2 / 10	5 / 10	0 / 10	1,4/ 10
Metalaxilo	0 / 10	6 / 10	4 / 10	0 / 10	0 / 10	2 / 10
Phyto-Fos	0/ 10	3 / 10	2 / 10	1 / 10	9 / 10	3 / 10
M-5	0 / 10	4 / 10	0 / 10	2 / 10	0 / 10	1,2/ 10

Anexo 13. Aislamiento de raíces. Cuarto muestreo (14 / 3 / 96).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	0 / 10	0 / 10	0 / 10	1 / 10	6 / 10	1,4/ 10
Fosetil-alum.	0 / 10	0 / 10	4/ 10	6/ 10	7/ 10	3,4/ 10
Metalaxilo	0/ 10	4/ 10	2/ 10	0/ 10	0/ 10	1,2/ 10
Phyto-Fos	0/ 10	0/ 10	0/ 10	0/ 10	6/ 10	1,2/ 10
M-5	1 / 10	8 / 10	4/ 10	7/ 10	10/ 10	6 / 10

Resumen . Aislamiento de muestras de suelo .

Tratamiento	Prom. de orificios de manzana infectados (muestreo Sept. de 1995)
Testigo	2,6 / 4
Fosetil aluminio	3 / 4
Metalaxilo	3,2 / 4
Phyto-Fos	2,6 / 4
M-5	3,4 / 4

Anexo 14. Aislamiento de muestras de suelo.

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	1	4	1	3	4	2,6 / 4
Fosetil-alum	1	3	4	3	1	3 / 4
Metalaxilo	4	1	4	4	3	3,2 / 4
Phyto-Fos	3	2	4	2	2	2,6 / 4
M-5	4	3	3	3	4	3,4 / 4

Anexo 15. Contenido de nitrógeno determinado por análisis foliar. Primer muestreo (18/9 / 95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio	Variación
Testigo	1,99	2,38	2,19	2,2	2,31	2,21	100
Alliete	2,02	2,1	1,67	1,86	2,12	1,95	88,2
Ridomil 5G	1,99	1,9	2,15	2,41	1,87	2,06	93,2
Phyto-fos	1,83	1,86	1,94	2,02	2,17	1,96	88,7
M-5	1,95	2,16	1,72	2,22	2	2,01	91

Anexo 16. Contenido de nitrógeno(%) determinado por análisis foliar. Segundo muestreo(17 / 4 / 96).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio	Variación
Testigo	1,75	1,62	1,53	1,58	1,53	1,6	100
Alliete	1,73	1,57	1,66	1,56	2,14	1,73	108,1
Ridomil 5G	1,55	1,52	1,54	1,61	1,52	1,55	96,9
Phyto-fos	1,54	1,5	*	1,56	1,62	1,56	97,5
M-5	-	1,8	1,99	1,53	1,73	1,76	110

* Observación que no se consideró en los análisis, debido a que la planta había sido podada y cuyo valor es de 2.1 %.

Anexo 17. Crecimiento y vígor . Primer muestreo (23/ 9 / 95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	3	3	3	3	3	3
M-5	4	3	4	4	2	3,4
Fosetil - aluminio	3	4	1	3	3	2,8
Metalaxilo	3	4	3	3	2	3
Phyto-Fos	3	3	3	3	3	3

Escala del uno al cinco, siendo el uno una planta sana y cinco una planta enferma .

Anexo 18 . Crecimiento y vígor. Segundo muestreo (6 / 4 /96).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	1	3	4	5	4	3,4
Fosetil-alumnio	1	1	2	1	4	1,8
Metalaxilo	1	4	3	1	1	2
Phyto-Fos	3	1	-	1	1	1,5
M-5	-	1	1	1	2	1,75

Escala del uno al cinco, siendo el uno una planta sana y cinco una planta enferma .

Anexo 19. Necrosis (muerte y desecación). Primer muestreo (23/9 /95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	3	4	3	3	3	3,2
Fosetil-alum.	3	4	2	3	1	2,6
Metalaxilo	4	3	3	4	2	3,2
Phyto-Fos	4	2	3	4	2	3,0
M-5	4	4	3	3	2	3,2

Escala del uno al cinco, siendo el uno una planta sana y cinco una planta enferma .

Anexo 20. Necrosis (muerte y desecación). Segundo muestreo (6/4/96).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	2	4	4	5	3	3,6
Fosetil-alum.	3	4	1	2	3	2,6
Metalaxilo	3	4	4	2	3	3,2
Phyto-Fos	4	2	-	3	3	3
M-5	-	3	3	3	2	2,75

Escala del uno al cinco, siendo el uno una planta sana y cinco una planta enferma .

Anexo 21. Calibre de la fruta (Evaluación 23 / 9 / 95).

Tratamiento	R1	R2	R3	R4	R5	Promedio
Testigo	1	1	5	5	5	3,4
Fosetil-aluminio	1	5	1	3	-	2,5
Metalaxilo	1	5	5	1	5	3,4
Phyto-Fos	5	5	3	5	5	4,6
M-5	5	3	5	3	1	3,4

Escala del uno al cinco, siendo el uno una planta sana y cinco una planta enferma .

Anexo 22 . Medios de cultivo utilizados.

Medio P5 ARPH para 400 ml

Pimaricina : 2 milígramos
Ampicilina : 100 milígramos
Rifampicina: 4 milígramos
PCNB : 40 milígramos
Himexazol : 12 milígramos
Beromilo : 8 milígramos

Medio P5 S/H

Pimaricina : 2 milígramos
Ampicilina : 100 milígramos
Rifampicina: 4 milígramos
PCNB : 40 milígramos
Beromilo : 8 milígramos

Medio MSP (medio selectivo para *Phytophthora* y ***Pythium***)

Agar cornmeal 17 g/ lt
Piramicina 10mg/lt
Vancomicina 200mg/lt
PCNB 20 % 500mg/lt

Medio AMA para 400 ml.

Agar- maíz

Ampicilina 60 mg

Piramicina 4 mg

Rifampicina 6,4 mg

Benomilo 4 mg

PCNB 40 mg

Himexazol 1,2 mg

Agentes Fungistáticos y Bacteristáticos

Dentro de los agentes fungistáticos tenemos:

La Pimaricina posee acción contra la mayoría de los hongos (excepción familia ***Pythiaceae***).

Hymexazol inhíbe a ***Mortierella***, algunas especies de ***Pythium***, pero no todas las especies de ***Phytophthora*** son insensibles.

PCNB y Benomilo poseen acción complementaria a Pimaricina, pero de menor espectro de acción.

Ampicilina y Rifampicina son antibióticos bacteristáticos que no son inhibitorios de ***Phytophthora***.

Anexo 23. Muestras de distintos lugares incubados en distintos medios.

Muestra	Codificación	AMA	P5 ARPH	P5 S/ H
Cachapoal R1	Pal 95 - 48	1 / 10	0 / 10	4 / 10
Cachapoal R2	Pal 95 - 49	0 / 10	0 / 10	0 / 10
Concha y Toro R1	Pal 95 - 46	6 / 10	1 / 10	0 / 10
Concha y Toro R2	Pal 95 - 47	1 / 10	0 / 10	0 / 10
Fundo La Granja R1	Pal 95 - 43	9 / 10	5 / 10	0 / 10
Fundo La Granja R2	Pal 95 - 45	0 / 10	0 / 10	0 / 10
Fundo La Granja R3	Pal 95 - 44	0 / 10	4 / 10	3 / 10
Sofruco R1		2 / 10	1 / 10	1 / 10
Sofruco R2		0 / 10	0 / 10	0 / 10
Sofruco R3	Pal 95 - 50	4 / 10	3 / 10	6 / 10
Promedio		2,3/10	1,4/ 10	1,6 / 10

Anexo 24. Aislamientos de 12 cepas de ***Phytophthora cinnamomi*** cultivadas en 3 medios de cultivo.

Cepas	Medio AMA	Medio P5 ARPH	Medio P5 S/H
Pal 95 - 45	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 50	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 4,1	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 46	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 44	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 48	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 26,2	10 / 10	10 / 10	10 / 10
Pal 95 - 6,1	10 / 10	0 / 10	10 / 10
Pal 95 - 18	10 / 10	/ 10	10 / 10
Pal 95 - 9,2	10 / 10	0 / 10	10 / 10
Testigo	0 / 10	0 / 10	0 / 10
A1	10 / 10	10 / 10	10 / 10
A2	10 / 10	10 / 10	10 / 10