

TRISTEZA DEL PALTO¹

■ BERNARDO LATORRE
ING. AGRÓNOMO, Ph.D.

■ F. DE ANDRACA
ING. AGRÓNOMO

FAC. DE AGRONOMÍA E ING. FORESTAL
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

■ XIMENA BESOAIN
ING. AGRÓNOMO, M. Sc.
FAC. DE AGRONOMÍA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO

El palto (*Persea americana* Miller) ha aumentado considerablemente su importancia en la última década con una producción estimada en más de 35.000 ton anuales. Actualmente se estima que existe una superficie plantada superior a 13600 ha. El principal cultivar es Hass injertado sobre portainjerto Mexicola. La producción de paltas se concentra en zonas geográficas libres de heladas tales de la IV, V y VI Región de Chile.

Las enfermedades descritas mundialmente en palto se mencionan en el Cuadro 1, pero de éstas solo algunas se han reportado en Chile y únicamente tienen importancia económica la verticilosis (*Verticillium dahliae*) y la tristeza (*Phytophthora cinnamomi*) problemas frecuentemente observados en las zonas de cultivo del palto.

En este artículo se describe la tristeza, se caracteriza al agente causal y se indican

algunas pautas para el control de esta enfermedad en huertos de paltos.

SÍNTOMAS

La tristeza del palto se caracteriza por un progresivo decaimiento de los árboles enfermos (Fig. 1), los que inicialmente presentan hojas flácidas, pequeñas, con una clorosis leve o moderada (Fig. 2). Existe defoliación y eventualmente muerte parcial o total de los árboles enfermos (Figs. 3 y 4). El crecimiento vegetativo se detiene y la producción se reduce progresivamente, tanto en cantidad como en calidad.

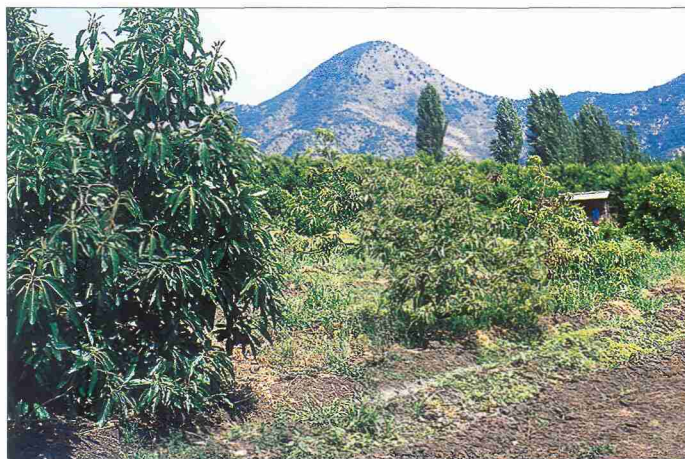
Al examinar las raíces se evidencia una necrosis o ennegrecimiento de las raicillas, ya que éstas son frecuentemente dañadas producto de una quimiotaxis o atracción de las zoosporas hacia la zona de elongación, invadiendo ocasionalmente las raíces secundarias y raramente las primarias o la corona de los árboles (Fig. 5).

La destrucción de las raicillas se produce probablemente durante los meses más húmedos y templados o cálidos del año, ya que temperaturas superiores a 15°C favorecen el desarrollo de *P. cinnamomi* (óptimo entre 20 y 30°C). En consecuencia, es posible que la infección ocurra en primavera o verano, coincidiendo con las épocas de desarrollo radical del palto. Los síntomas aéreos se manifiestan posteriormente como resultado de una deficiente absorción de agua y nutrimentos, lo que provoca un desequilibrio hídrico y nutricional de la planta.

AGENTE CAUSAL

Phytophthora cinnamomi es el agente causal de la tristeza del palto. Presenta una amplia distribución mundial, tanto en paltos como en innumerables especies hospederas que incluye plantas herbáceas, arbustivas o arbóreas de diversas categorías, pero principalmente dicotiledóneas.

■ FIG. 1. PALTO CV. HASS SOBRE PORTAINJERTO MEXICOLA CON LEVE TRISTEZA (*PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*) QUE SE MANIFIESTA POR UNA TENUE AMARILLEZ DEL FOLLAJE EN CONTRASTE CON ÁRBOLES SANOS.



■ FIG. 2. PALTOS CV. HASS CON SÍNTOMAS SEVEROS DE TRISTEZA CAUSADA POR *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*.



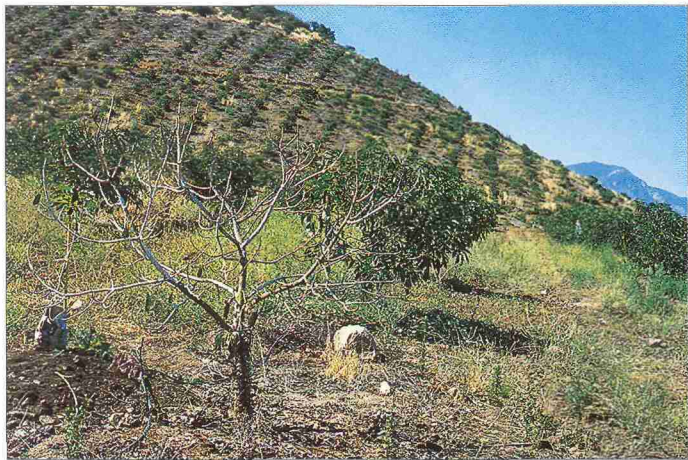
¹ PARTE DE LA TESIS DE GRADO PRESENTADA POR F. DE ANDRACA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO. TRABAJO PARCIALMENTE FINANCIADO POR FONDECYT PROYECTO 1951025. DEP. DE FRUTICULTURA Y ENOLOGÍA, FAC. DE AGRONOMÍA E ING. FORESTAL, P. UNIV. CATÓLICA CASILLA 306-22 SANTIAGO, CHILE. CORREO ELECTRÓNICO: BLATORRE@PUC.CL.

CUADRO 1. ENFERMEDADES DEL PALTO (*PERSEA AMERICANA*) DESCRITAS MUNDIALMENTE Y PRESENCIA DE ÉSTAS EN CHILE.

ENFERMEDAD	AGENTE CAUSAL	PRESENCIA EN CHILE ¹
MICOSIS:		
ANTRACNOSIS	<i>Glomerella cingulata</i>	-
ARMARILLA	<i>Armillaria mellea</i>	-
CANCROSIS DEL CUELLO	<i>Phytophthora citricola</i>	-
CANCROSIS DE LAS RAMAS	<i>Dothiorella gregaria</i>	+
CERCOSPORIOSIS	<i>Pseudocercospora purpurea</i>	+
ROSELINIA	<i>Roselinia necatrix</i>	-
SARNA	<i>Sphaceloma perseae</i>	-
TRISTEZA, PUDRICIÓN RADICAL	<i>Phytophthora cinnamomi</i>	+
VERTICILLOSIS	<i>Verticillium dahliae</i>	+
BACTERIOSIS:		
CÁNCER BACTERIANO	<i>Pseudomonas syringae</i>	-
VIROIDES:		
ESCALDADO	AVOCADO SUNBOOTH VIROID	-

¹ ENFERMEDADES MENCIONADAS O DESCRITAS EN CHILE EN PALTOS. -, ENFERMEDADES NO MENCIONADAS O DESCRITAS ACTUALMENTE EN PALTO EN CHILE.

minadas A1 y A2. Los 16 aislamientos chilenos de *P. cinnamomi* correspondieron a la raza A1 y desarrollaron anteridios predominantemente anfígenos (Fig. 7G). Todos los aislamientos fueron patógenos en pruebas realizadas en tubérculos de papa o en estacas de un año de paltos Hass (Fig. 9), mantenidos en condiciones húmedas a 20 °C. Al mismo tiempo, cuatro aislamientos representativos de *P. cinnamomi* fueron patógenos en paltos de un año cv. Hass sobre portainjerto Mexicola, inoculados en las raíces y mantenidos por 95 días en semisombra. Estos aislamientos redujeron significativamente el diámetro del tallo y el número de hojas por planta (Fig. 10). Disminuciones en el peso radical seco entre un 3.2 y 33% se obtuvieron en plantas inoculadas con diferentes aislamientos de *P. cinnamomi* de palto obtenidos en Chile (Fig. 10). Todos los aislamientos de *P. cinnamomi* fueron reaislados desde muestras de raíces.



■ FIG. 3. PALTO CV. HASS CON SÍNTOMAS DE DECAIMIENTO CAUSADOS POR *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*. OBSERVE LA DEFOLIACIÓN DEL ÁRBOL EN PRIMER PLANO EN CONTRASTE CON OTRO SANO EN LA PARTE POSTERIOR.

AISLAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN

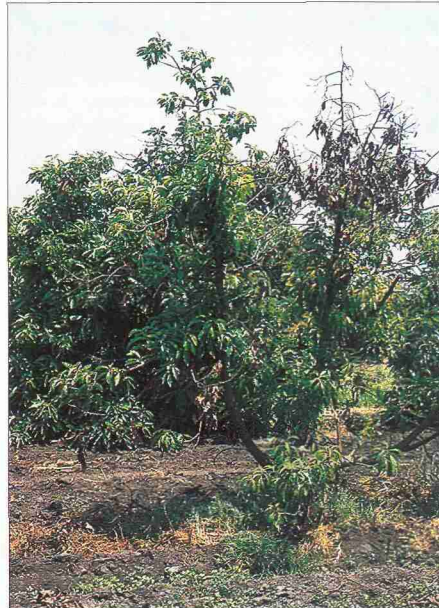
Aislamientos exitosos se obtuvieron desde muestras de raíces secundarias de paltos cv. Hass sobre portainjerto Mexicola, seleccionadas desde árboles con síntomas de tristeza, en las localidades de Peumo y Las Cabras, VI Región, en la primavera de 1995. Trozos de raíces sembrados en medio de cultivo semiselectivo (AMA: agar maíz, benomilo, PCNB, himexazol, ampicilina, pimarcina, rifampicina) desarrollaron colonias blancas (Fig. 6) de un micelio no tabicado, con hifas coraloides, luego de 7 días de incubación a 23 °C (Fig. 7A).

La presencia de *P. cinnamomi* fue también determinada en muestras de suelo de la rizósfera de árboles enfermos. En este caso

los aislamientos se obtuvieron primeramente en manzanas sumergidas en extracto saturado de suelo e incubado por 7 días a 23 °C (Fig. 8). Trozos de la zona de avance de las lesiones acuosas desarrolladas en los frutos se sembraron en el medio de cultivo semiselectivo antes indicado.

Phytophthora cinnamomi produjo esporangios no papilados, ovoides o elipsoides (33-50 X 23-30 μm), en los que se diferenciaron las zoosporas (Fig. 7B y C). Además, produjo clamidosporas y oosporas (Fig 7F y G). Tanto las clamidosporas como las oosporas tienen importancia en la sobrevivencia de este patógeno en el suelo. Las oosporas solo las produce en respuesta a condiciones desfavorables y en presencia de razas sexualmente compatibles, deno-

■ FIG. 4. PALTO CV. HASS SEVERAMENTE AFECTADO POR TRISTEZA CAUSADA POR *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*. OBSERVE LA MUERTE PARCIAL EN RELACIÓN A UN ÁRBOL SANO EN LA PARTE POSTERIOR.

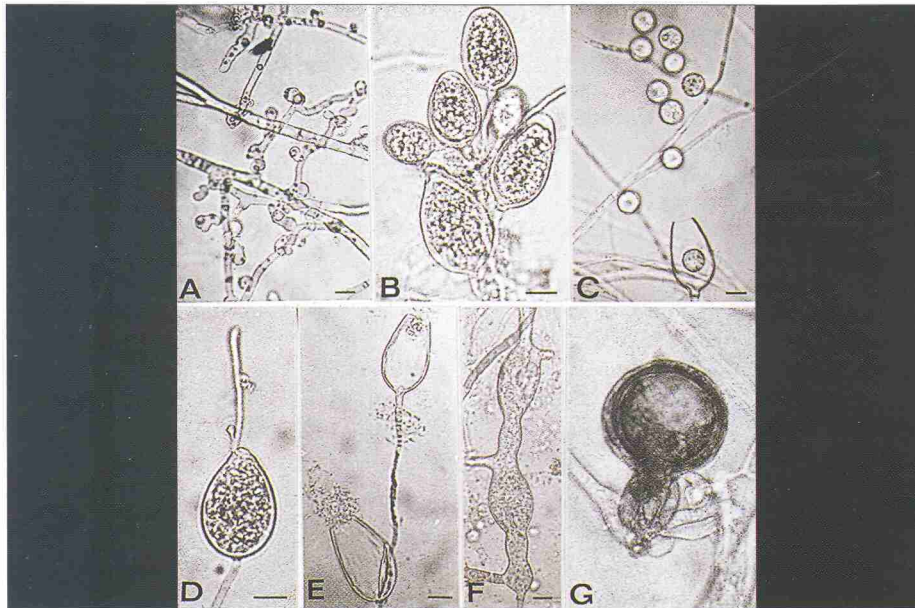




■ FIG. 5. PRUEBAS DE PATOGENICIDAD EN PALTO DE UN AÑO HASS SOBRE MEXICOLA. OBSERVE LA REDUCCIÓN DEL CRECIMIENTO DE LA PLANTA INOCULADA (DERECHA) RESPECTO DEL TESTIGO (IZQUIERDA).



■ FIG. 6. COLONIAS DE *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* DESARROLLADAS A PARTIR DE RAICILLAS DE PALTO INFECTADAS EN MEDIO SEMISELECTIVO.



■ FIG. 7. *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*. A. MICELIO CON HIFAS CORALOIDES CARACTERÍSTICA MUY ESPECÍFICA DE ESTA ESPECIE. B. ESPORANGIOS NO PAPILADOS OVOIDES A ELIPSOIDES. C. ESPORANGIO LIBERANDO ZOOSPORAS. D. ESPORANGIO OVOIDE CON PROLIFERACIÓN EXTERNA. E. ESPORANGIOS CON PROLIFERACIONES INTERNAS UNA VEZ VACÍOS. F. HINCHAZONES DEL MICELIO, POSIBLES INICIOS DE CLAMIDOSPORAS. G. OOSPORA Y ANTERIDIO EN POSICIÓN ANFÍGENA.

DETECCIÓN

La detección de *P. cinnamomi* en plantas aparentemente sanas, en plantas enfermas o en muestras de suelo y agua de riego, pudiere ser necesaria con diferentes propósitos agronómicos. Esto se puede lograr por procedimientos microbiológicos convencionales de siembra, aislamiento e identificación en medio semiselectivo (AMA), lo que requiere varios días (10 a 15 días). En forma similar se pueden emplear como carnadas algunos frutos sensibles, tal es el caso del uso de manzanas en aislamientos desde el suelo (Fig. 11). Además, es posible emplear sueros específicos

(ej. Sigma) en la detección directa de *P. cinnamomi* en muestras infectadas. Para esto se hace uso de la técnica serológica denominada ELISA (inmuno adsorción acoplada). Este análisis aun cuando menos sensible que la detección microbiológica por siembra en medio de cultivo (Fig. 11) es rápida (24 horas) y posible de masificar si fuera necesario.

ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO

El control de la tristeza se inicia en el vivero donde junto con el control químico se deben considerar todas las medidas de saneamiento posibles para obtener plan-

tas libres de *P. cinnamomi* y evitar de este modo la dispersión de este patógeno desde el vivero al terreno de la plantación definitiva. En el vivero se sugieren tratamientos preventivos periódicos con fosetil aluminio al follaje o metalaxilo localizadamente en el suelo.

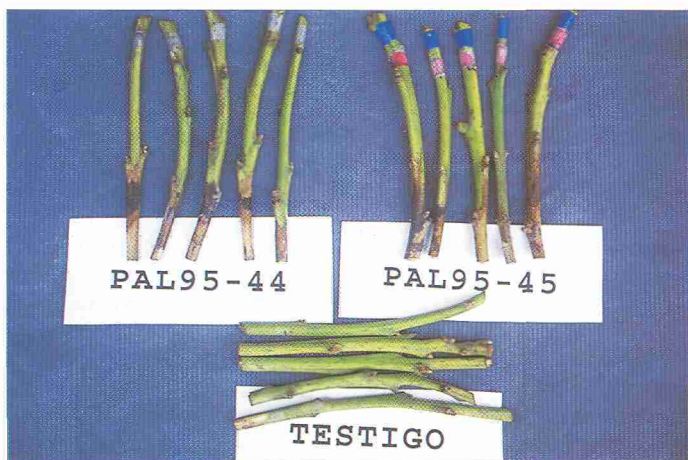
Previo a plantar, será necesario estudiar el drenaje del terreno y diseñar correctamente el riego para prevenir posibles saturaciones del suelo, condición extremadamente favorable a la tristeza. Las plantaciones en camellones altos (sobre 50 cm de altura) será en muchos casos una buena alternativa para reducir los riesgos de tristeza al alejar las raíces de la zona saturada.

El desarrollo de nuevos fungicidas específicos contra especies del género *Phytophthora* y otros hongos oomicetes se desarrolló en el mundo a partir de fines de los años 70 y su uso se generalizó durante la década de los años 80. Estos fungicidas, conocidos como fenilamidas y fosfonatos (Cuadro 2), son útiles para el tratamiento de pudriciones radicales y tristeza del palto y otros cultivos, siendo posible obtener un eficiente control de pre y postinfección.

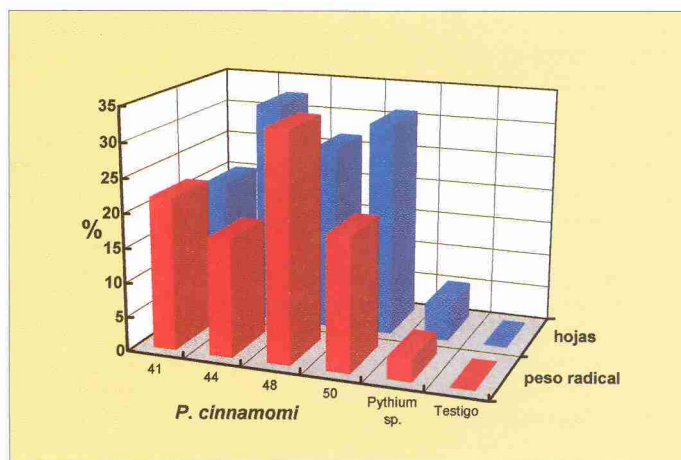
Metalaxilo (ej. Ridomil 5G, Metalaxyl) es la fenilamida más utilizada por la alta efectividad demostrada en tratamientos localizados al suelo. Los fosfonatos, incluyen a fosetil aluminio (ej. Aliette 80 WP) y al ácido fosforoso (H_3PO_3), compuesto este último consecuencia de la degradación de fosetil aluminio en la planta (ej.

■ FIG. 8. MANZANO CV. GRANNY SMITH EMPLEADA COMO CARNADA EN EL AISLAMIENTO DE *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* DESDE MUESTRAS DE SUELO. PARA ESTO EL FRUTO SE SUMERGE PARCIALMENTE EN UN EXTRACTO SATURADO DE SUELO POR VARIOS DÍAS CON EL PROPÓSITO DE INFECTAR EL FRUTO Y LUEGO AISLAR EN MEDIO SEMISELECTIVO.





■ FIG. 9. PRUEBA DE PATOGENICIDAD EN ESTACAS DE PALTO CV. HASS DE UN AÑO, MANTENIDAS EN UN SUBSTRATO DE VERMICULITA INFESTADO CON LOS AISLAMIENTOS PAL 44 Y PAL 45 DE *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI*.



■ FIG. 10. REDUCCIÓN DEL PESO RADICAL SECO Y DEL NÚMERO DE HOJAS EN PALTO CV. HASS SOBRE PORTAINJERTO MEXICOLA, LUEGO DE 95 DÍAS DE INCUBACIÓN. LOS AISLAMIENTOS 41, 44, 48 Y 50 CORRESPONDEN A *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* AISLADA DE PALTO. CADA VALOR ES EL PROMEDIO DE 4 REPETICIONES.

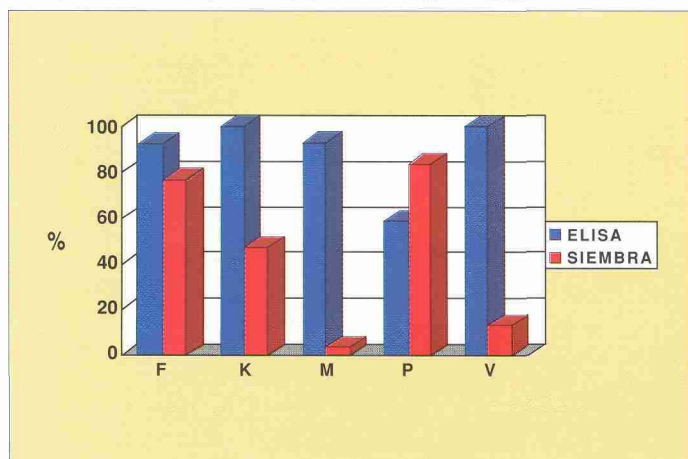
CUADRO 2. FUNGICIDAS CON ACCIÓN SISTÉMICA ESPECÍFICOS PARA EL TRATAMIENTO DE PUDRICIONES RADICALES PRODUCIDAS POR *PHYTOPHTHORA CINNAMOMI* Y OTRAS ESPECIES DEL GÉNERO *PHYTOPHTHORA* CAUSANTES DE PUDRICIONES RADICALES EN ARBOLES FRUTALES.

GRUPO	INGREDIENTE ACTIVO	EJEMPLOS	MODO DE ACCIÓN	MÉTODOS DE APLICACIÓN
FENILAMIDAS	METALAXILO	RIDOMIL 5G,	INHIBE SÍNTESIS DE ARN RIBOSOMAL	SUELO, RIEGO, PINTURA, INMERSIÓN DE RAÍCES
		METALAXYL 25 DP		
FOSFONATOS	OFURACE	PATAFOL	ID	SUELO
	OXADIXILO	SANDOFAN M	ID	SUELO
	FOSETIL	ALIETTE 80 WP	ALTERA EL METABOLISMO DE CIERTOS AMINOÁCIDOS	FOLLAJE, INYECCIÓN, SUELO, PINTURA, INMERSIÓN DE RAÍCES
	ALUMINIO			
	ÁCIDO FOSFOROSO*	M5, PHYTO-FOS	ID	FOLLAJE, INYECCIÓN, SUELO, PINTURA.

*DEBIDAMENTE NEUTRALIZADO A pH 6-7 CON KOH.

Phyto-Fos, M5). Estos fungicidas son altamente soluble en agua y son escasamente adsorbido por los coloides del suelo. Esto permite que sean eficientemente transportados en el perfil del suelo hasta las raíces, las que lo absorben y movilizan sistémicamente hacia los puntos de crecimiento mas activo de la planta. Además, los fosfonatos presentan una excelente movilidad basipétala (desde los puntos de crecimiento hacia las raíces), lo que hace posible las aplicaciones al follaje y obtener un buen control de pudriciones radicales en arboles frutales. La efectividad de estos fungicidas disminuye considerablemente en plantas senescentes, posiblemente debido a una menor absorción y una escasa movilización sistémica de estos productos, hasta los sitios de acción en plantas senescentes.

■ FIG. 11. PORCENTAJE DE MUESTRAS POSITIVAS A *PHYTOPHTHORA* spp. OBTENIDA POR MÉTODOS MICROBIOLÓGICOS (SIEMBRA) Y SEROLOGÍA (ELISA CON SUEROS DE SIGMA). F = FRAMBUESO; K= KIWI; M= MANZANO; P = PALTO Y V = VID.



■ FIG. 12. PALTO CON SÍNTOMAS DE FITOTOXICIDAD ALREDEDOR DE LAS INYECCIONES PRACTICADAS EN LA BASE DE LAS RAMAS CON ÁCIDO FOSFOROSO NEUTRALIZADO CON POTASA. ESTE DAÑO GENERALMENTE CARECE DE IMPORTANCIA.



En atención a la inexistencia de inhibición *in vitro*, inicialmente se sugirió que tanto fosetil aluminio como otros fosfonatos solo activaban mecanismos de defensa natural de la planta. Posteriormente la acción fungicida de fosetil aluminio se relacionó con la conversión de este producto en ácido fosforoso (H_3PO_3). Actualmente se acepta que estos compuestos actúan directamente como fungicida o fungistático sobre el patógeno e indirectamente activan mecanismos de defensa propios de la plantas que conducen a la síntesis de fitoalexinas, que son compuestos fenólicos, relacionados con los mecanismos de resistencia inducida en las plantas.

Las inyecciones han tenido gran difusión para tratar la tristeza del palto y buenos resultados se han logrado con inyecciones periódicas de ácido fosforoso debidamente formulado para estos propósitos (ej. M5, Phyto-Fos). En Chile, se ocupa preferentemente inyecciones de ácido fosforoso (15 ml/m² de diámetro de copa, entre noviembre y marzo, aproximadamente) neutralizado a pH 6.5 con hidróxido de potasio, en la parte basal del tronco. Sin embargo, las inyecciones pueden producir fitotoxicidad alrededor del sitio de las aplicaciones, posiblemente como consecuencia de la potasa (Darvas comunica-

ción personal) (Fig. 12). En general, los daños observados no afectan mayormente al árbol.

Métodos de aplicación alternativos son las pinturas al tronco y la utilización de esponjas embebidas en fungicidas y aplicadas como bandas al tronco. Esta técnica se ha empleado solo ocasionalmente en paltos.

El desarrollo de portainjertos resistentes ha sido posible en varios países. Entre otros los portainjertos Martín Grande, Duke 7, Thomas, Barr Duke desarrollados en California presentan resistencia a la tristeza. No obstante, previo a una recomendación sobre su uso en Chile, será necesario su evaluación hortícola, sobretodo considerando por ejemplo, que Martín Grande si bien presenta resistencia a *P. cinnamomi*, ensayos efectuados en diversos lugares del mundo sugieren que Hass sobre este portainjerto desarrolla arboles vigorosos pero menos productivos.

Estudios respecto del control biológico existen en varios países. Algunos antagonistas promisorios se han identificado, pero ninguno tiene una real utilidad comercial por el momento. Como corolario de estas investigaciones se ha sugerido las enmiendas orgánicas o los "mulch" con diversos substratos orgánicos. Sin embargo, será ne-

cesario evaluar estas prácticas culturales localmente, antes de introducirlas en forma extensiva.

CONCLUSIONES

La primera mención de *P. cinnamomi* en Chile, corresponde a la referencia que Zentmyer hiciera en 1959 en la zona de Quillota. Desde entonces se reconoce su presencia en Chile asociada a la tristeza del palto. No obstante, esta es la primera descripción y confirmación de *P. cinnamomi* como agente causal de la pudrición radical y tristeza del palto, enfermedad de creciente importancia económica en las zonas de producción de palto. Previamente, *P. cinnamomi* fue identificada y descrita como agente causal de la pudrición radical y de la corona del nogal y recientemente de la vid, en la zona Central de Chile.

REFERENCIAS

- Bompeix, G. y Saindrenan, P. 1984.** In vitro antifungal activity of phosetyl-Al and phosphorous acid on *Phytophthora* species. *Fruits* 39:777-786.
- Darvas, J.M. 1983.** Five years of continued chemical control of *Phytophthora* root rot of avocados. *South Africa Avocado Grower's Association Yearbook* 6:72-73.

- 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.
- De Andraca, F. 1997.** Etiología y control de la tristeza del palto causada por *Phytophthora cinnamomi*. Tesis de Grado. Departamento de Fruticultura y Enología. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile. 64 p.
- Erwin, D.C. y Ribeiro, O.K. 1996.** *Phytophthora Diseases Worldwide*. The American Phytopathological Society, St. Paul Mn. USA. 562 p.
- 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.
- Latorre, B.A. 1995.** Enfermedades de las Plantas Cultivadas. Cuarta Edición. Ediciones Universidad Católica. Santiago, Chile. 625 p.
- Latorre, B.A. (ed.) 1989.** Fungicidas y Nematicidas, Avances y Aplicabilidad. Colección en Agricultura. Fac. de Agronomía, Pontificia Universidad Católica. Santiago, Chile. 215 p.
- Latorre, B.A. y Allende, P.T. 1983.** Occurrence and incidence of *Verticillium* wilt in Chilean avocado groves. *Plant Disease* 67:445-447.
- Latorre, B.A. y Wilcox, W.F. 1996.** Detección de *Phytophthora* spp. en árboles frutales por análisis inmunológicos. *Fitopatología* 31:202-206.
- Latorre, B.A., Wilcox, W.F. y Bañados, M.P. 1997.** Crown and root rots of table grapes caused by *Phytophthora* spp. in Chile. *Vitis* 36:195-197.
- Mujica, F. y Vergara, C. 1980.** Flora Fungosa Chilena. Segunda Edición. Fac. de Agronomía, Universidad de Chile. Ciencias Agrícolas N°5. Santiago, Chile. 308 p.
- Lyr, H. 1995.** Modern Selective Fungicides. Second Edition. Gustav Fisher Verlag, New York, USA. 595 p.
- 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, Y. 1985.** Decaimiento del palto causada por *Phytophthora cinnamomi*. IPA, La Platina 31:30-32.
- Ploetz, R.C., Zentmyer, G.A., Nishijima, W.T., Rohrbach, K.G. y Ohr, H.D. 1994.** Compendium of Tropical Fruit Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul Mn. USA. 88 p.
- Wilcox, W.F. y Latorre, B.A. 1994.** Pudrición radical y del cuello en frutales producidos por *Phytophthora*. ACONEX (Chile) 43:5-12.
- Zaviezo, T., Latorre, B.A. y Torres, R. 1993.** Effectiveness of three phenylamide fungicides against *Phytophthora cryptogea* isolated from kiwi and their mobility in soil. *Plant Disease* 77:1239-1243.
- Zentmyer, G.A. 1959.** Avocado diseases in Latin America. *Plant Disease Reporter* 43:1299.
- Zentmyer, G.A. 1980.** *Phytophthora cinnamomi* and the diseases it causes. Monogr. 10. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.