

EVALUACIÓN DEL FOSFITO CÁLCICO, POTÁSICO Y MAGNÉSICO EN EL CONTROL DE *Phytophthora cinnamomi* EN PALTOS (*Persea americana* Mill) CV. HASS PLANTADOS EN CONTENEDOR

M. Cervera¹, R. Cautín² y G. Jeria¹

¹ Sustainable Agro Solutions S.A. Ctra. N-240 Km. 110, Almacelles, Lleida, España. Correo electrónico: manel.cervera@greencareby-sas.com

² Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma Quillota. Chile. Correo electrónico: rcautin@ucv.cl

En un huerto experimental de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass, ubicado en la Estación Experimental La Palma de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, sector La Palma, Región de Valparaíso, Chile, se realizó un estudio cuyo propósito fue determinar los efectos de los fosfitos sobre el desarrollo de *Phytophthora cinnamomi*, en paltos cultivados en contenedores. Desde agosto de 2005 a noviembre de 2006 se realizaron mediciones tendientes a dilucidar el rendimiento fotoquímico del fotosistema II, número de hojas, densidad de raíces. Los resultados indican que los fosfitos estimularon la producción de hojas en alta tasa en las plantas y éstas con un alto rendimiento cuántico del fotosistema II, además de presentar mayor densidad de raíces que los testigos con inoculación de *Phytophthora* y sin control químico.

EVALUATION OF CALCIUM PHOSPHITE; MAGNESIUM PHOSPHITE AND POTASSIUM PHOSPHITE IN THE CONTROL OF *Phytophthora cinnamomi* IN HASS AVOCADO TREES (*Persea americana* Mill) GROWN IN CONTAINER

M. Cervera¹, R. Cautín² and G. Jeria¹

¹ Sustainable Agro Solutions S.A. Ctra. N-240 Km. 110, Almacelles, Lleida, España, Correo electrónico: manel.cervera@greencareby-sas.com

² Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. San Francisco s/n La Palma Quillota. Chile. Correo electrónico: rcautin@ucv.cl

In an experimental Hass avocado (*Persea americana* Mill) located at the Experimental Station of the *Pontificia Universidad Católica de Valparaíso*, Valparaíso, Chile, a study was carried out intending to determine the effects of phosphites on the development of *Phytophthora cinnamomi*, in avocado trees grown in containers.

From August, 2005 to November, 2006 measurements were carried out tending to explain the photochemical yield of photosystem II, number of leaves and density of roots. The results indicate that the phosphites stimulated a high rate production of leaves in the plants and these with a high quantum yield of the photosystem II, besides presenting density of roots higher than that of the controls with *Phytophthora* inoculation and without chemical control.

INTRODUCCIÓN

En el cultivo del palto (*Persea americana* Mill), *Phytophthora cinnamoni* Rands es la principal enfermedad presente en Chile. Una de las principales sintomatologías asociadas a la enfermedad son la pudrición de raicillas, causando progresivo decaimiento, hojas cloróticas, escaso vigor vegetativo, desfoliación y muerte de ramas, la producción de fruta se reduce, tanto en calidad como en cantidad.

Una de las estrategias más efectivas del control de la enfermedad es el uso de un manejo integrado de recursos que combine medidas preventivas como riego eficiente, uso de portainjertos resistentes, control biológico y productos químicos, dentro de los cuales la utilización de fosetil de aluminio, ácido fosforoso neutralizado con hidróxido de potasio y metalixilos son las alternativas de control más utilizadas.

El uso de aplicación de fosfitos por vía foliar, es reciente, por lo tanto el objetivo de este estudio es determinar los efectos de los fosfitos en el desarrollo de *Phytophthora cinnamoni*.

MATERIAL Y METODOS

1. Localización

El estudio se realizó en la Estación Experimental La Palma, dependiente de la Facultad de Agronomía de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, ubicada en el sector rural de La Palma, Provincia de Quillota, 32. °S Latitud Sur, Región de Valparaíso, Chile.

Las mediciones y trabajos se realizaron durante el período comprendido entre fines de Julio de 2005 y Octubre de 2006.

2. Característica de la zona del ensayo

La zona de Quillota se ubica a 120 metros de altitud, posee un clima semiárido templado con lluvias invernales, con un período anual de temperatura de 14,3° C (Cereceda, *et al.*, 1994) Posee un régimen pluviométrico de 437 mm anuales, siendo junio el mes más lluvioso, la temperatura media del período estival varía entre 18 y 23 ° C, con una máxima del mes más caliente (enero), de 27° C el período libre de heladas aprovechable es de nueve meses, entre septiembre y mayo. Las horas frío de marzo a noviembre llegan de 500 a 600, con temperaturas inferiores a 7° C (Novoa, *et al.*, 1989).

3. Materiales

Los materiales utilizados en esta investigación fueron 50 paltos Hass injertados sobre patrón franco (mexicola), situados en contenedores de 45 litros dispuestos en una distancia de 4 x 2. El sistema de riego es presurizado, a través de goteros de 4 litros/hora distanciados a 2 metros en el lateral.

3.1. Materiales utilizados en los tratamientos

El sustrato utilizado en los contenedores fue suelo Franco Arcilloso, previamente desinfectado al vapor para posteriormente ser inoculado (según tratamiento) con aislamientos de *Phytophthora* provenientes de raíces necróticas de paltos cv. Hass con sintomatología de tristeza.

Los productos químicos que se aplicaron en el desarrollo de la investigación fueron: fosfito de calcio (Codaphos Ca a una dosis del 0.3%), fosfito de potasio (Codaphos K a una dosis del 0.3%), fosfito de magnesio (Codaphos Mg a una dosis del 0.2%), lignosulfonato de aluminio (Coda Vit a una dosis del 1.3%).

Cuadro 1. Características de los productos en base a fosfito:

Product name	Fosfito (P ₂ O ₅ % w/w)	Otros (% w/w)	Dosis
Codaphos Ca	16 %	5 % CaO	0,3%
Codaphos K	30 %	20 % K ₂ O	0,3%
Codaphos Mg	40 %	10 % MgO	0,2%

3.2. Materiales utilizados en las mediciones

Los materiales utilizados para realizar las distintas mediciones fueron contador análogo (número de hojas), fluorómetro portátil *Pulse-amplitude-modulate fluorometer* MINI PAM (Fluorescencia Clorofílica), barreno, balanza digital (densidad radicular).

4. Identificación de los tratamientos

T0= Palto Hass sobre portainjerto mexicola sin inoculación (*) con *Phytophthora cinnamoni*.

T1= Palto Hass sobre portainjerto mexicola con inoculación con *Phytophthora cinnamoni*.

T2= Palto Hass sobre portainjerto mexicola con inoculación de *Phytophthora cinnamoni*, más aplicación de fosfito de calcio (Codaphos Ca).

T3= Palto Hass sobre portainjerto mexicola con inoculación de *Phytophthora cinnamoni*, más aplicación de fosfito de potasio (Codaphos K).

T4= Palto Hass sobre portainjerto mexicola con inoculación de *Phytophthora cinnamoni*, más aplicación de fosfito de magnesio (Codaphos Mg).

T5= = Palto Hass sobre portainjerto mexicola con inoculación de *Phytophthora cinnamoni*, más aplicación de lignosulfonato de aluminio (Coda Vit).

5. Aplicación de los tratamientos

Los productos químicos se aplicaron vía foliar, mediante bomba de espalda de 15 litros. En cada aspersión se cubrió completamente la superficie foliar hasta el punto de rocío, además en cada aplicación por tratamiento se procedió a cubrir las plantas con cubiertas plásticas para evitar la deriva de producto. Los tratamientos se repitieron cada 60 días.

6. Diseño experimental

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar, 6 tratamientos y 8 repeticiones.

Los datos cuantitativos fueron analizados mediante ANOVA y las comparaciones entre medias de tratamientos se realizaron mediante el test de Rangos Múltiples de Duncan. El nivel de significancia estadística fue de 5%.

7. Variables evaluadas

- Número de hojas totales presentes. Las mediciones se realizaron periódicamente hasta finalizar el estudio
- Eficiencia fotosintética a través de fluorescencia clorofílica. Se realizaron a nivel de hojas, con un fluorómetro portátil *Pulse-amplitude-modulate fluorometer* MINI PAM. Las hojas seleccionadas en buen estado fueron oscurecidas con papel aluminio durante 30 minutos aproximadamente. Posterior a esto, se procedió a retirar el papel aluminio de la hoja para medir en los primeros segundos con la fibra óptica.
- Densidad Radical. Se midió la densidad de raíces en muestras de suelo extraídas utilizando un barreno de cilindro de 1 litro, registrando los datos como gramos de peso fresco de raíces por volumen de suelo extraído (g/l) antes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Número de hojas

El mayor número de hojas por planta está notablemente influenciado por la aplicación de fosfitos en comparación a los tratamientos con inoculación de *Phytophthora* y sin control químico (Cuadro 1).

Cuadro 2. Número de hojas finales presentes según tratamiento.

Tratamiento	Nº Hojas Final
Sin <i>Phytophthora</i>	1.023,1 a
Con <i>Phytophthora</i>	45,6 b
<i>Phytophthora</i> + fosfito de calcio	859,7 c
<i>Phytophthora</i> + fosfito de potasio	948,4 c
<i>Phytophthora</i> + fosfito de magnesio	302,1 d
<i>Phytophthora</i> + lignosulfonato aluminio	209,1 d

Letras distintas en cada fila indican diferencias significativas (Duncan, $P < 0,05$)

Besoain et al (2005) menciona que las plantas afectadas por *Phytophthora* reducen el número de hojas y poseen menor índice foliar respecto a los testigos sin inoculación. Los síntomas de menor superficie vegetativa están directamente relacionados con la pudrición de raicillas.

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.

2. Fluorescencia clorofílica

El comportamiento de la variable *Yield fotosintético* a través de la temporada en estudio se determina a través del análisis de los valores mensuales medios. El rendimiento cuántico o Yield fotosintético obtenido difiere de manera importante entre los tratamientos de Inoculación control químico y sin control, presentándose la mejor condición de eficiencia fotosintética en el control sin inoculación seguido por la aplicación de fosfito potásico y cálcico. La figura 1 presenta la variación del rendimiento cuántico del fotosistema II durante el ensayo. En este se comprueba la existencia de diferencia entre tratamientos. Además se pueden distinguir las divergencias en magnitud de los valores. De acuerdo a estos valores y considerando el estudio hecho por Santa María, (2001), la diferencia es de importancia ya que compromete el funcionamiento de las plantas, proyectando estas sobre el comportamiento productivo de ellas.

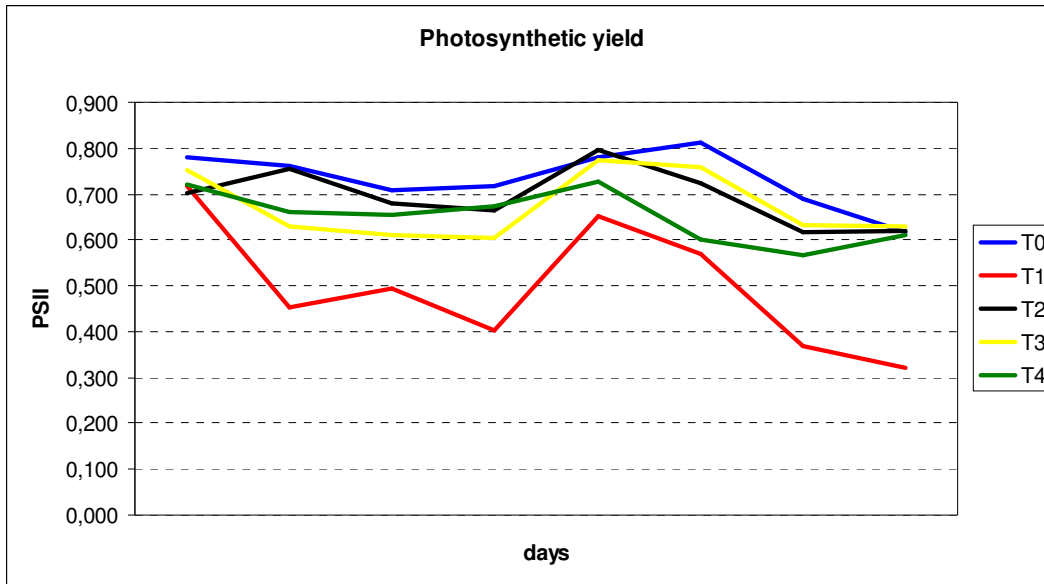


Figura 1. Rendimiento Cuántico del Fotosistema II en plantas de paltos con y sin inoculación de *Phytophthora cinnamoni*.

3. Densidad Radical

Los resultados obtenidos en cuanto a densidad de raíces indican que la aplicación de fosfitos es efectiva, debido a que presentaron la mejor densidad diferencial de raíces de todos los tratamientos, alcanzando incluso niveles equivalentes a los de árboles sanos (Figura 2).

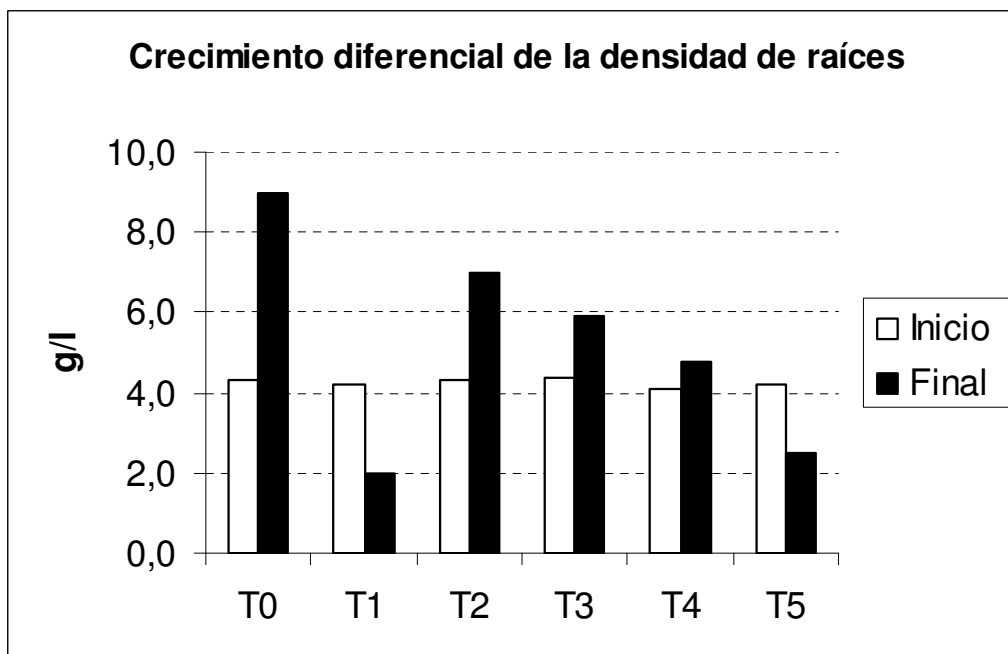


Figura 2. Diferencia de densidad de raíces según tratamiento, entre el inicio y término del ensayo.

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 Zentmeyer, 1977).

Esto sugiere que si se detecta precozmente el ataque de *Phytophthora cinnamomi* es posible recuperar la densidad de raíces de plantas afectadas con aplicaciones de fosfitos, principalmente potásico y cálcico. Algunos autores incluso sugieren que es suficiente sólo una aplicación primaveral (López, Pérez y García, 1998; Bender, 1996).

Respecto a los tratamientos de inoculación de *Phytophthora* sin aplicación, presentaron la más baja densidad de raíces, 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.

CONCLUSIÓN

1. Las aplicaciones de fosfitos mejoran las variables agronómicas de número de hojas, rendimiento fotosintético y densidad radicular en plantas de paltos inoculadas con *Phytophthora*.
2. Existe un efecto positivo en el control de *Phytophthora cinnamoni* con la aplicación foliar de fosfitos.
3. Dentro de las variables agronómicas mejoradas, destacan los fosfitos de potasio y calcio.
4. Es importante seguir evaluando dosis y momentos de aplicación para definir una estrategia de manejo en paltos.

RESUMEN

En un huerto experimental de paltos (*Persea americana* Mill) cv. Hass, ubicado en la Estación Experimental La Palma de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, sector La Palma, Región de Valparaíso, Chile, se realizó un estudio cuyo propósito fue determinar los efectos de los fosfitos sobre el desarrollo de *Phytophthora cinnamoni*, en paltos cultivados en contenedores. Desde agosto de 2005 a noviembre de 2006 se realizaron mediciones tendientes a dilucidar el rendimiento fotoquímico del fotosistema II, número de hojas, densidad de raíces. Los resultados indican que los fosfitos mantienen una alta tasa de hojas en las plantas y estas con un alto rendimiento cuántico del fotosistema II, además de presentar mayor densidad de raíces que los testigos con inoculación de *Phytophthora* y sin control químico.

In an experimental garden of avocado (*Persea americana* Mill) cv. Hass located in the Experimental Station of the Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile, carried out a study which intention was to determine the effects of phosphites on the development of *Phytophthora*

cinnamoni, in avocado trees cultivated in containers. From August, 2005 to November, 2006 there were realized measurements tending to explain the photochemical yield of the photosystem the II_{nd}, number of leaves, density of roots. The results indicate that the fosfitos stimulated a high rate of leaves production in the plants and these with a high quantum yield of the photosystem II, beside presenting major density of roots that the testimony with *Phytophthora*'s inoculation and without chemical control.

LITERATURA CITADA

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

Besoain X, Arenas C., Salgado E., Latorre B. 2005. Efecto del período de inundación en el desarrollo de la tristeza del palto (*Persea americana* Mill), causada por *Phytophthora cinnamoni*. Ciencia e investigación Agraria. Volumen 32 n° 1: 97-105.

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

López, C., J.; Perez, R. M. and Garcia, J. 1998. Effect of different fungicides and methods of application to control avocado root rot in southern Spain. World Avocado Congress III. Tel Aviv, Israel, october 1995. pp 408-411.

Santa Maria, E. 2001. Efecto del sombreadamiento sobre la fotosíntesis en murtilla (*Ugni molinae turcz*). 33 p. Tesis (Ing Agr) Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas Santiago.

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.

Sterne, R.E., G.A. Zentmyer, and M.R.Kaufman. 1977a. The effect of matric and osmotic potential of soil on *Phytophthora* root disease of *Persea indica*. Phytopathology 67:1491-1494

Whiley 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.

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.