

Recuperación de árboles de aguacate infectados con *Phytophthora cinnamomi* Rands bajo control biológico y químico

Recovery of avocado's trees infected with *Phytophthora cinnamomi* Rands under biological and chemistry control

Lara-Chávez, Ma. B. N.¹, Guerrero-Tejeda. J. A.¹, Barriga-González F. S.¹, Ávila-Val T. C.¹, Aguirre-Paleo S.¹, Coria-Avalos V. M.². ¹Profesores y Alumno. Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Paseo Lázaro Cárdenas Esquina Con Berlín s/n. Uruapan, Michoacán, México. ²Campo Experimental Uruapan. INIFAP. Michoacán, México. Correo electrónico blara12001@yahoo.com.mx

Palabras claves: *Phytophthora cinnamomi*, *Trichoderma* spp., Ridomil Gold 4E

Key words: *Phytophthora cinnamomi*, *Trichoderma* spp., Ridomil Gold 4E

Resumen

La enfermedad "Tristeza del aguacatero" causada por el Oomycete *Phytophthora cinnamomi* Rands, es uno de los problemas fitosanitarios de mayor importancia en la franja aguacatera de Michoacán, México, sin tener estrategias eficientes de control. En este trabajo se evaluó el efecto de tres cepas de *Trichoderma* y el fungicida Ridomil Gold 4E en la recuperación de árboles de aguacate infectados con *Phytophthora cinnamomi* Rands, mediante el crecimiento y coloración de los flujos vegetativos. Los resultados se evaluaron con un diseño experimental completamente al azar. La respuesta de los árboles a los diferentes tratamientos fue variable. En árboles con grado de daño I, la cepa de *Trichoderma* sp 2 y el fungicida Ridomil Gold 4E fueron los mejores tratamientos, con el mayor crecimiento de los flujos vegetativos. Para el grado de daño II, los mejores resultados se presentaron con el fungicida Ridomil Gold 4E y la cepa *Trichoderma* sp 3. En el grado de daño III, la mejor recuperación de los arboles se presentó en los tratamientos *Trichoderma* sp 3 y sp 2. Para el grado de daño IV el mejor control se presentó con la cepa *Trichoderma* sp 2. La coloración de las hojas de los flujos vegetativos fue rojo para los flujos jóvenes y verde para los del ciclo anterior, el color amarillo se presentó al cambiar de un flujo a otro. Los tratamientos, ejercieron diferente grado de control de *Phytophthora cinnamomi* Rands.

Abstract

"Avocado sadness" is caused by the Oomycete *Phytophthora cinnamomi* Rands, it is one of the main diseases affecting this fruit crop in Michoacán, México, without having an efficient control strategy for that. In this research three *Trichoderma* isolates and Ridomil Gold 4E fungicide were tested in the avocado trees infected with this pathogen using the growing and coloring vegetative flow growing. Results were analyzed with an experimental design completely random. The performances were variable. In trees with 1st damage grade *Trichoderma* sp 2 and Ridomil Gold 4E were the best treatments, they had the highest vegetative flow grow. In the 2nd damage grade the best results were with Ridomil Gold 4E and *Trichoderma* sp 3. The 3rd damage grade had the best recovery obtained by using the treatments *Trichoderma* sp 3 and *Trichoderma* sp 2. *Trichoderma* sp 2 was the best control for the 4th damage grade. The leaves coloring of the vegetative growing flow was red for the young ones, green for the previous flow cycle and yellow was presented when changing from a flow to another. The treatments showed different control grade over *Phytophthora cinnamomi* Rands.

Introducción

El Oomiceto *Phytophthora cinnamomi* Rands es uno de los problemas fitosanitarios más graves que afectan a la planta de aguacate en el mundo, incluido México, induce pudriciones en la raíz del portainjerto (Téliz, 2000; Lara, 2008). El control ha requerido la combinación de prácticas de manejo diseñadas para reducir su actividad e incrementar la tolerancia del hospedero durante los períodos críticos de infección; el manejo incluye la prevención, control químico y biológico y el uso de portainjertos resistentes (Coffey y Guillemet, 1987; Erwin y Ribeiro, 1996). El género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por fitopatógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium*, etc. actuando como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular. (Papavizas *et al.*, 1982). Los mecanismos para el desplazamiento de fitopatógenos inducidos por *Trichoderma* son de tres tipos.

Competición directa por el espacio y nutrientes (Elad & Baker 1985, Elad & Chet 1987, Chet & Ibar 1994, Belanger *et al.*, 1995), producción de metabolitos antibióticos volátiles o no volátiles (Chet *et al.*, 1997, Sid Ahmed *et al.*, 2000, Sid-Ahmed *et al.*, 2003) y parasitismo directo sobre los hongos fitopatógenos (Yedidia *et al.*, 1999, Ezziyyani *et al.*, 2003), siendo el objetivo de la presente investigación evaluar el efecto de la aplicación de tres cepas *Trichoderma* spp., y el fungicida Ridomil Gold 4E en la recuperación de árboles infectados *Phytophthora cinnamomi*. Rands, mediante el crecimiento y coloración de los flujos vegetativos

Materiales y métodos

La evaluación se realizó de agosto de 2009 a febrero de 2010, en un huerto comercial de aguacate "Hass", con síntomas de "tristeza del aguacatero" ocasionada por *P. cinnamomi*, ubicado en el municipio de Tancítaro Michoacán. Se seleccionaron 21 árboles, la edad de los árboles fluctúa entre 10 a 15 años, el grado de daño de los árboles fue determinado con base en la escala de Coffey (1991) modificada por Lara (2008). En cada uno de los árboles se marcaron 10 flujos vegetativos seleccionados por: uniformidad fenológica, sin fructificaciones ni ramificaciones secundarias. Las mediciones se realizaron mensualmente, cuantificando el número de hojas de cada flujo seleccionado. El diseño experimental empleado fue un completamente al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; la unidad experimental fue de un árbol de aguacate con síntomas de la enfermedad. Se realizaron dos aplicaciones, la primera el 8 de agosto de 2009 y la segunda el 27 de febrero de 2010. Los tratamientos utilizados se presentan en el Cuadro 1. La variable evaluada para determinar el grado de recuperación de los árboles fue la respuesta en la cantidad, características y vigor de los flujos vegetativos, así como los cambios de color. Con los datos obtenidos se realizó análisis de varianza y comparación de medias de Tukey ($\alpha=0.05$), con apoyo en el programa estadístico SAS v9 (SAS, 2002).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en campo para control de *P. cinnamomi* en árboles de aguacate en Tancítaro, Michoacán. Año 2009-2010.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis /árbol
<i>Trichoderma</i> sp1		250 mL ⁻¹ /15 L agua
<i>Trichoderma</i> sp2		250 mL ⁻¹ /15 L agua
<i>Trichoderma</i> sp3		250 mL ⁻¹ /15 L agua
Ridomil Gold [®] 4E	Metalaxil-M	50 mL ⁻¹ /16 L agua
Testigo		15 L agua

Resultados y discusión

La respuesta en el crecimiento de flujos vegetativos en árboles de aguacate infectados con *P. cinnamomi*, mostró una gran variación, el análisis de varianza indicó que hubo diferente respuesta en presencia del fungicida y de cada una de las cepas de *Trichoderma* spp.

El análisis de varianza en árboles con grado de daño I, mostró diferencias significativas entre tratamientos ($P<0.04$). Sin embargo, *Trichoderma* sp2, *Trichoderma* sp1 y Ridomil Gold[®] 4E, con medias de 7.6, 6.8 y 6.3 respectivamente visualmente muestran mayor recuperación (Figura 1A), presenta en comportamiento de los diferentes tratamientos, observándose que en el mes de marzo el tratamiento Ridomil Gold 4E sobresalió de los demás, aunque en los primeros meses se mantuvo por debajo de la cepa *Trichoderma* sp2, la cual siempre sobresalió de los demás tratamientos excepto en el último mes.

En árboles con grado de daño II, se obtuvieron diferencias altamente significativas, ($P<0.0038$). El fungicida Ridomil Gold[®] 4E, presenta los valores de recuperación más altos, seguido de *Trichoderma* sp3, *Trichoderma* sp1 y *Trichoderma* sp2, que tuvieron una recuperación intermedia en los árboles, mientras que el testigo presentó el menor control (Figura 1B), se muestra que a partir de diciembre Ridomil Gold[®] 4E, comenzó a destacar sobre el resto de tratamientos; *Trichoderma* sp.3, destacó los tres primeros meses y después fue superada por el fungicida sintético.

Para árboles con grado de daño III, el análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P<0.0001$), los valores medios de los tratamientos fluctuaron entre 8.4 y 4.8, siendo el valor más bajo el del fungicida Ridomil Gold[®] 4E, superado incluso por el testigo.

Trichoderma sp.2, *Trichoderma* sp.3, presentaron los valores más altos, con brotes más vigorosos (Figura 1C).

En árboles con grado de daño IV, el análisis de varianza denota diferencias altamente significativas entre tratamientos ($P < 0.0001$). Los valores fluctuaron entre 7.4 y 4.7, destacó *Trichoderma* sp., 3, seguido de *Trichoderma* sp., 2, y el testigo. Los tratamientos *Trichoderma* sp.,1 y Ridomil Gold® 4E, ambos con media de 4.7, presentaron menor número de hojas en los flujos vegetativos (Figura 1D). Los colores observados en los flujos vegetativos fueron rojos, amarillos y verdes, en los flujos jóvenes el rojo, amarillo cuando cambia a flujos del ciclo anterior y verde en los flujos del ciclo anterior

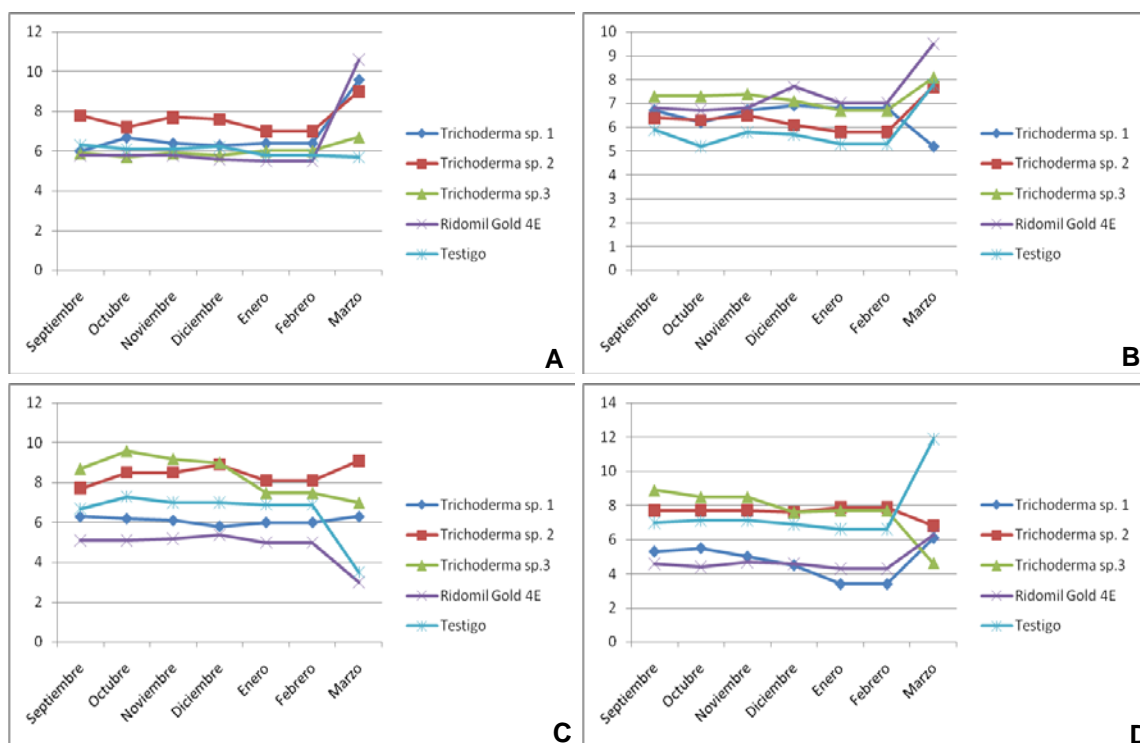


Figura 1. Efecto de tratamientos sobre la emisión del número de hojas en flujos vegetativos de árboles de aguacate infectados por *P. cinnamomi* Rands: Grado de daño I (A); Grado de daños II (B); Grado de daño III (C) y Grado de daño IV (D).

De las tres cepas de *Trichoderma* evaluadas en árboles de aguacate infectados con *P. cinnamomi*, en cuatro diferentes grados de daño de acuerdo a Coffey (1991), se cuantificó recuperación de los árboles, hubo crecimiento de flujos vegetativos, lo que coincide con Mohammed *et al.*, (2004) quien indica que para el control de *Phytophthora capsici*, en plantas de chile *Capsicum annum* con *Trichoderma harzianum*, se obtuvo reducción en la pudrición de la raíz, sin embargo cuando inocula las plantas con el antagonista en vermiculita-PDB y arena-Czapek líquido en suelo la efectividad fue menor. Szejnberg *et al.* (1987), menciona que cuando se aplica *T. harzianum* directamente al suelo pierde efectividad, probablemente por inadecuada aplicación del antagonista o tal vez, según Herrera *et al.* (1999), el establecimiento y la reducción de población de *T. harzianum* en suelo puede deberse a que el antagonista utiliza su energía en la producción de metabolitos secundarios más que en su propia reproducción. Sid-Ahmed *et al.* (2000), McLeod *et al.* (1995), Smith *et al.* (1990) Indican que se debe hacer una selección previa del antagonista mediante cultivos duales, sin que esto garantice el buen funcionamiento en campo. Mohammed *et al.* (2004), menciona que el efecto antagonista de *T. harzianum* en plantas de chile, fue efectivo *in vitro* en un 100 % mientras que en campo su efectividad fue entre 56 y 22 %. De acuerdo con estos autores la efectividad de las tres cepas de *Trichoderma*, en esta investigación pudo disminuir a través del tiempo, o bien como lo indica Herrera *et al.*, (1999), probablemente las cepas de *Trichoderma* utilizaron parte de su energía en la producción de metabolitos secundarios, especialmente en los árboles con mayor daño por *P. cinnamomi*, como fue el caso de árboles con grado de daño IV, donde la cepa *Trichoderma* sp.,3, presentó mejores medias de recuperación, pero al final quedó por debajo de los demás tratamientos, siendo superada por el testigo.

CONCLUSIONES

De las tres cepas de *Trichoderma* evaluadas en la recuperación de árboles de aguacate infectados con *P. cinnamomi*, en cuatro grados de daño, *Trichoderma* sp. 1, tuvo menor efecto en el crecimiento de los flujos vegetativos.

Las cepas *Trichoderma* sp. 2 y *Trichoderma* sp. 3, indujeron la mejor recuperación de los árboles de aguacate infectados con *P. cinnamomi*, en grados de daño II y IV.

El fungicida Ridomil Gold® 4E, generó la mejor recuperación de los árboles de aguacate infectados con *P. cinnamomi* en los grados de daño I y II.

Agradecimientos

Al Consejo de Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, que financió este proyecto. Programa de investigación 2010-2011.

Referencias

- *Belanger, R, Dufour N, Caron J & Benhamou N 1995, Chronological events associated with the antagonistic properties of *Trichoderma harzianum* against *Botrytis cinerea*: Indirect evidence for sequential role of antibiotics and parasitism. *Biocontrol Science Technology* 5: pp. 41-54.
- *Coffey, M, D. & Guillemet, F, B 1987. Avocado rootstocks. *Calif. Avocado Soc. Yearbook* 71: pp. 173-179.
- *Coffey, M. D. 1991. Cause and diagnosis of avocado root rot. *Avocado Grower*. 3: 17-22 pp
- *Chet, I & Ibar, J 1994, Biological control of fungal pathogens. *Applied Biochemistry & Biotechnology* 48: pp. 37- 43.
- *Chet I, Ibar J & Hadar I 1997, Fungal antagonists and mycoparasites. In *The Mycota IV: Environmental and Microbial Relationships* (Wicklowsky DT & Soderstrom B, eds.). New York: Springer Verlag, pp. 165-192 Pp.
- *Elad Y & Baker R. 1985. The role of competition for iron and carbon in suppression of chlamidospore germination of *Fusarium* spp. by *Pseudomonas* spp. *Phytopathology* 75: pp. 1053 .
- Elad, Y & Chet I 1987, Possible role of competition for nutrients in biocontrol of *Pythium damping-off* by bacteria. *Phytopathology* 77: pp. 190-195.
- *Erwin, C, D & Ribeiro, K, O 1996, *Phytophthora Disease worldwide*. APS press. The American Phytopathological Society St. Paul, Minesota. pp 562.
- *Ezziyyani, M, Requena M, E, Pérez Sánchez, C, Egea Gilabert C & Candela ME. 2003, Mecanismos de biocontrol de la «tristeza» del pimiento (*Capsicum annuum* L.) por microorganismos antagonistas. *Actas de la XV Reunión de la Sociedad Española & VIII Congreso Hispano Luso de Fisiología Vegetal*, pp. 243
- *Herrera-López J, Pérez-Jiménez M, Llobel A, Monte- Vázquez E & Zea-Bonilla T 1999, Estudios in vivo de *Trichoderma* como agente de biocontrol contra *Phytophthora cinnamomi* y *Rosellinia necatrix* en aguacate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 261-265
- *Lara, Ch. M, B, N 2008, Variabilidad Fenotípica y Patogénica de *Phytophthora cinnamomi* Rands en la franja aguacatera de Michoacán, México. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma de Nayarit. Xalisco, Nayarit. México. P. 67.
- *McLeod A, Labuschangne N & Kotzé JM 1995, Evaluation of *Trichoderma* for biological control of avocado root rot in bark medium artificially infest with *Phytophthora cinnamomi*. *South African Avocado Growers Association Yearbook* 18: pp. 32-37
- *Mohammed, E, Pérez, S, C, Sid, A, A, Emilia, R, M, & Emilia, C, M 2004, *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) *Anales de Biología* 26: pp. 35-45.
- *Papavizas, G, C, Lewis, J, A & Abd-Elmoity, T, H 1982, Evaluation of new biotypes of *Trichoderma harzianum* for tolerance to Benomyl and enhanced biocontrol capabilities. *Phytopathology* 72: pp. 126-132.
- *SAS Institute Inc 2002. SAS/TAT™ Cary N. C. USA. All Rights Reserved: SAS Institute Inc.
- *Sánchez, P, J, L 2007, Identificación de Marcadores asociados a la resistencia del aguacate raza mexicana (*Persea americana* Mill var. *Drymifolia*) al Oomiceto *Phytophthora cinnamomi* Rands. Tesis de Doctorado. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Pp. 106.
- *Sid-Ahmed A, Ezziyyani M, Pérez Sánchez C & Candela ME 2003, Effect of chitin on biological control activity of *Bacillus* spp. and *Trichoderma harzianum* against root rot disease in pepper (*Capsicum annuum*) plants. *European Journal of Plant Pathology* 109: pp. 418-426.

- *Sid-Ahmed A, Pérez Sánchez C & Candela ME 2000, Evaluation of induction of systemic resistance in pepper plants (*Capsicum annuum*) to *Phytophthora capsici* using *Trichoderma harzianum* and its relation with capsidiol accumulation. *European Journal of Plant Pathology* 106: pp. 817-824.
- *Smith VL, Wilcox WF & Harman GE 1990, Potential for biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apple by *Trichoderma* and *Gliocladium* spp. *Phytopathology* 80: pp. 880-885.
- *Szejnberg A, Freeman S, Chet I & Katan J. 1987, Control of *Rosellinia necatrix* in soil and apple orchard by solarization and *Trichoderma harzianum*. *Plant Disease* 71: Pp 365-369.
- *Téliz, O.D. 2000, El aguacate y su manejo integrado. Ed. Mundi Prensa 1ª edición, México pp 219.
- *Yedidia I, Benhamou N & Chet I. 1999, Induction of defence responses in cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) by the biocontrol agent *Trichoderma harzianum*. *Applied and Environmental Microbiology* 65: pp. 1061-1070.