



U. M. S. N. H.

Reducción de la susceptibilidad a *Phytophthora capsici* Leonian causante de la pudrición de raíz en jitomate (*Solanum lycopersicum* L)

Nuria Gómez-Dorantes¹, Yazmín Carreón-Abud¹ y Sylvia Patricia Fernández-Pavía².

¹Laboratorio de Microbiología y Genética, Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. nuriah@live.com.mx, ycabud@yahoo.com.mx.

²Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. fpavia@umich.mx. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

RESUMEN

Para estudiar los efectos de la Micorriza Arbuscular (HMA) durante el establecimiento y desarrollo de la pudrición de raíz, causada por *Phytophthora capsici* en plantas de jitomate, se realizó un experimento en condiciones de invernadero. Se utilizaron plantas de jitomate var. criolla con 4 tratamientos, que fueron los siguientes: 1) plantas sin inocular (testigo), 2) plantas inoculadas con HMA, 3) plantas inoculadas con *Phytophthora capsici* y 4) plantas inoculadas con HMA + *P. capsici*. Cada tratamiento constó de 5 repeticiones. Se realizaron cosechas periódicas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días, evaluándose las siguientes variables agronómicas: colonización micorrízica, tamaño de la parte aérea y de la raíz, peso seco de la parte aérea y de la raíz. También se cuantificó la cantidad de fósforo disponible tanto en la parte aérea como en la raíz. La colonización micorrízica mostró un incremento significativo ($p < 0.05$) en las plantas infectadas con *P. capsici*, alcanzando el 100% a los 75 días de edad de las plantas (30 días después de la inoculación con el patógeno). Las plantas de jitomate colonizadas por HMA mostraron un efecto positivo en el crecimiento vegetativo y una reducción en la colonización patógeno debido a la micorrización. La competencia por compuestos de carbono, puede ser una de las causas de la reducción en el desarrollo del patógeno en plantas micorrizadas, ya que el crecimiento de ambos organismos simbiotes y patógenos, depende de los fotosintatos disponibles en el hospedero. Asimismo, las respuestas de defensa de las plantas a la presencia de las micorrizas podrían estar inhibiendo el desarrollo de *P. capsici*.

Palabras clave: Micorriza Arbuscular, *Phytophthora capsici*, *Solanum lycopersicum*

ABSTRAC

In order to study the effect of Arbuscular Mycorrhizae (HMA) on the establishment and development of root rot caused by *Phytophthora capsici* on tomato plants, an experiment was conducted under greenhouse conditions. Using tomato plants var. criolla 4 treatments were established as follows: 1) uninoculated plants (control), 2) plants inoculated with HMA, 3) plants inoculated with *Phytophthora capsici*, and 4) plants inoculated with *Phytophthora capsici* + HMA. Each treatment with 5 replicas. Periodical sampling was conducted at 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 days, the agronomic characteristics measured were: mycorrhizal colonization, length of root aerial tissue, above ground tissue and root dry weight. The amount of available phosphorus was also quantified. Mycorrhizal colonization showed a significant ($p < 0.05$) increase on plants inoculated with *Phytophthora capsici* reaching 100% at 75 day-old plants (30 days after inoculation with the pathogen). Tomato plants inoculated with HMA showed a positive effect on plant growth and pathogen colonization due to mycorrhization. Competence for carbone source can be one of the reasons for the reduction of pathogen development due to the fact that growth of both symbionts and pathogens, depends on the availability of photosyntates in the host. Also the defense responses triggered by micorrhizae may be inhibiting *P. capsici* growth.

Key words: Mycorrhizal colonization, *Phytophthora capsici*, *Solanum lycopersicum*

INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las principales hortalizas que se cultivan en el Estado de Michoacán y en la mayor parte del territorio mexicano. Las áreas productoras de jitomate se ven afectadas por patógenos que pudren la raíz de las plantas, tal es el caso de *Phytophthora capsici*, en particular en terrenos en los que previamente se sembró chile, como es el caso de algunas localidades de Michoacán (Fernández-Pavía, et al., 2003). *Phytophthora* es un género importante de Oomycetes fitopatógenos responsable directo de considerables pérdidas económicas en diversos cultivos. Los principales daños son pudriciones de la raíz, ahogamiento de plántulas y pudriciones de tubérculos, cormos, base del tallo y otros órganos. La elevada humedad relativa así como la abundante humedad del suelo y una temperatura entre 15 °C y 23 °C, son propicias para el establecimiento y desarrollo del patógeno. Las plantas afectadas con frecuencia empiezan a mostrar síntomas como marchitamiento, clorosis de hojas y resquebrajamiento de tallo; debido principalmente a la sequía y deficiencia nutricional, se debilitan y se vuelven susceptibles al ataque de otros patógenos lo cual aunado a diversos factores, conducen a la muerte de las plantas (Agrios, 2001).

Entre las características que diferencian al género *Phytophthora* de los hongos verdaderos se encuentran: paredes celulares compuestas de β 1-6 y β 1-3 glucanos en lugar de quitina, producción de zoosporas biflageladas, producción de gametangios masculinos llamados anteridios y gametangios femeninos llamados oogonios y un estado vegetativo diploide (Money, 1998 citado en Fry, 2008). Estas características aunadas a estudios de ARN ribosomal permitieron reconocer que estos organismos están más relacionados con otros organismos como las Crisofitas, diatomeas y algas cafées que con los hongos verdaderos (Judelson, 1997).

En años recientes se ha demostrado que el manejo de patógenos de las plantas mediante

técnicas de biocontrol tiene un gran potencial en la reducción de productos químicos en la agricultura, además de contribuir significativamente a la sustentabilidad del planeta. Además de las bacterias, la micorriza arbuscular se coloca como uno de los grupos de microorganismos más importantes que han revelado resultados prometedores en el control de patógenos. Se ha reportado que la micorriza arbuscular tiene un efecto supresor y protector en las enfermedades causadas por algunos patógenos de raíz como *Phytophthora capsici*, *Erwinia carotovora* y *Pseudomonas syringae* (García-Garrido et al., 1988).

La importancia de la aplicación de los hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en sistemas agrícolas no sólo reside en el potencial que ofrecen para el control de patógenos del suelo, sino también, en que proveen a las plantas de otros beneficios como el aumento en la absorción de nutrientes y agua, siendo el fósforo el principal nutriente implicado. Se han propuesto algunos eventos que pueden estar relacionados con el biocontrol con HMA como son los cambios en el estatus de nutrientes, cambios bioquímicos en los tejidos de la planta, cambios anatómicos en las células, alivio de estrés, cambios en la morfología del sistema radical (Hoocker et al., 1994). Además se considera que la captación más eficiente del fósforo en plantas micorrizadas, las mantiene con una superioridad nutricional que hace que se reduzca la enfermedad (Linderman, 1994).

A la fecha no se han podido establecer en la agricultura la práctica de éstas técnicas, primeramente porque las prácticas agrícolas de carácter intensivo aunadas a la aplicación de elevadas cantidades de fertilizantes químicos, pueden provocar una reducción en la colonización por parte de los HMA; por otro lado, se presenta la limitante de que la información que existe en torno a los mecanismos por los cuales se lleva a cabo el biocontrol de HMA es escasa.

En este trabajo se estudiaron los efectos de la Micorriza Arbuscular durante el establecimiento

TABLA 1. Composición de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Composición
Testigo	Suelo estéril (Peat mosse) y arena blanca estéril (3:1)
HMA	Suelo estéril (Peat mosse), arena blanca estéril (3:1) + HMA
<i>P. capsici</i>	Suelo estéril (Peat mosse), arena blanca estéril (3:1) + <i>P. capsici</i>
HMA + <i>P. capsici</i>	Suelo estéril (Peat mosse), arena blanca estéril (3:1) + HMA + <i>P. capsici</i>

y desarrollo de la pudrición de raíz, causada por *Phytophthora capsici* en plantas de jitomate (*Solanum lycopersicum*).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales biológicos

Las semillas de jitomate se esterilizaron superficialmente mediante inmersión en una solución de hipoclorito de sodio (4%) durante 5 minutos, y se sometieron a dos lavados con agua destilada estéril. Fueron germinadas en suelo estéril de tipo Peat mosse durante 15 días. Posteriormente las plántulas fueron trasplantadas a macetas utilizando como sustrato una mezcla de suelo estéril Peat mosse y arena en proporción de 3:1. Las plantas fueron regadas adicionando 20 ml de solución nutritiva de Long Ashton, baja en fósforo (Hewitt y Smith, 1974).

Se utilizó el consorcio fúngico denominado TIR 1 conformado por las siguientes especies: *Glomus invermaium* Hall, *Glomus mosseae* (Nicolson y Gerdemann) Gerdemann y Trappe, *Glomus aggregatum* Scheck y Smith y *Gigaspora sp. aff. margarita*. Se homogeneizó el suelo en conjunto con los sistemas radicales y se utilizó en una proporción de 20 g (conteniendo raíces colonizadas, esporas y micelio externo) para cada maceta de los tratamientos HMA y HMA+ *P. capsici*. El aislamiento de esporas provenientes del suelo se realizó de acuerdo al método descrito por Gerderman y Nicolson (1963).

El inóculo de *P. capsici* se obtuvo de un fruto de jitomate infectado proveniente de un campo de cultivo del municipio de Tacámbaro, Michoacán. *Phytophthora capsici* se sembró en medio V-8 clarificado agar. La suspensión de zoosporas se obtuvo utilizando el protocolo de Ristaino (1990) con modificaciones. Se indujo la esporu-

lación cortando cuadros de 1 cm, con micelio, éstos se transfirieron a cajas de Petri estériles, agregando agua destilada estéril e incubando a 27 °C de 5-7 días. Una vez formados los esporangios, se indujo la liberación de zoosporas sometiendo a las cajas a una temperatura de 4 °C durante 40 minutos. Se inocularon 5,000 zoosporas/ml por maceta tratada con *P. capsici*. La inoculación se llevó a cabo a los 30 días de germinación de las plantas. La aplicación de la suspensión fue directa a la parte basal del tallo, aplicando 2 ml por planta a tratar.

Diseño experimental

Se realizó un experimento en condiciones de invernadero, con plantas de jitomate var. criolla (*Solanum lycopersicum*) utilizando un diseño experimental de bloques completamente al azar.

La combinación de los factores a evaluar originó 4 tratamientos, con 5 repeticiones cada uno, que fueron los siguientes: 1) plantas sin inocular (testigo), 2) plantas inoculadas con HMA, 3) plantas inoculadas con *Phytophthora capsici* y 4) plantas inoculadas con HMA + *P. capsici* (TABLA 1).

Porcentaje de Colonización Micorrízica

El porcentaje de colonización fue determinado mediante la tinción de raíces con Azul de Tripiano, descrita por Phillips y Hayman (1970), empleando un total de diez raíces teñidas tomadas al azar en cada muestra. La colonización se evaluó tomando en cuenta la presencia de vesículas, arbusculos y/o hifas cenocíticas típicas de los HMA.

Sintomatología ocasionada por *P. capsici*.

Se registraron los síntomas que presentaban las plantas inoculadas con *P. capsici* en los diferentes tratamientos.

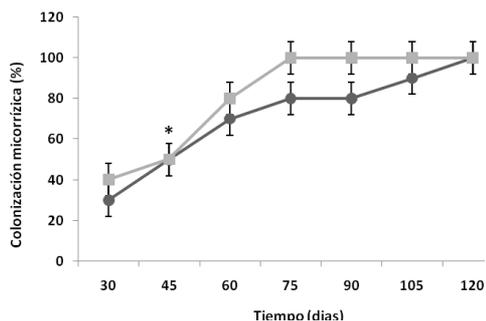


FIGURA 1. COLONIZACIÓN MICORRIZICA. La inoculación de *P. capsici* se llevó a cabo a los 45 días Tratamiento HMA + *P. capsici* (cuadrados). Tratamiento de HMA (círculos).

Variables agronómicas

Las plantas se desarrollaron en condiciones de invernadero. Se realizaron cosechas periódicas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105 y 120 días, evaluándose las siguientes variables agronómicas: tamaño de la parte aérea, tamaño de la raíz, peso seco de la parte aérea, peso seco de la raíz. Tam-

bién se cuantificó la cantidad de fósforo disponible tanto en la parte aérea como en la raíz por el método de Vanadato-Molibdato.

Análisis estadístico

Los resultados obtenidos para cada una de las variables agronómicas fueron sometidos a un análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey. El tratamiento estadístico se realizó utilizando el programa JMP (versión 6.0).

RESULTADOS

Porcentaje de colonización

La colonización micorrizica mostró un incremento significativo ($p < 0.05$) en las plantas infectadas con *P. capsici*, alcanzando el 100% a los 75 días de edad de las plantas (30 días después de la inoculación con el patógeno). El tratamiento con HMA, alcanzó el 100% hasta los 120 días (FIGURA 1). Las principales estructuras observadas fueron hifas y micelio colonizando

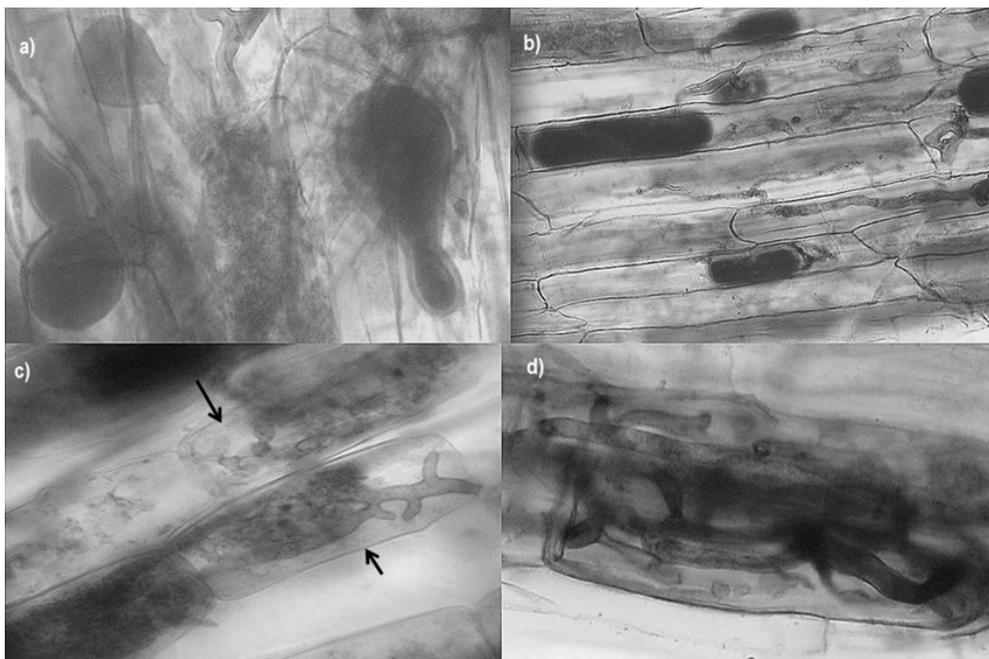


FIGURA 2. Estructuras observadas al interior de las raíces micorrizadas e infectadas con *P. capsici* a) Presencia de los esporangios de *P. capsici*. b) Vesículas de HMA extendiéndose en las células vegetales; c) Arbusculos; d) Hifas.

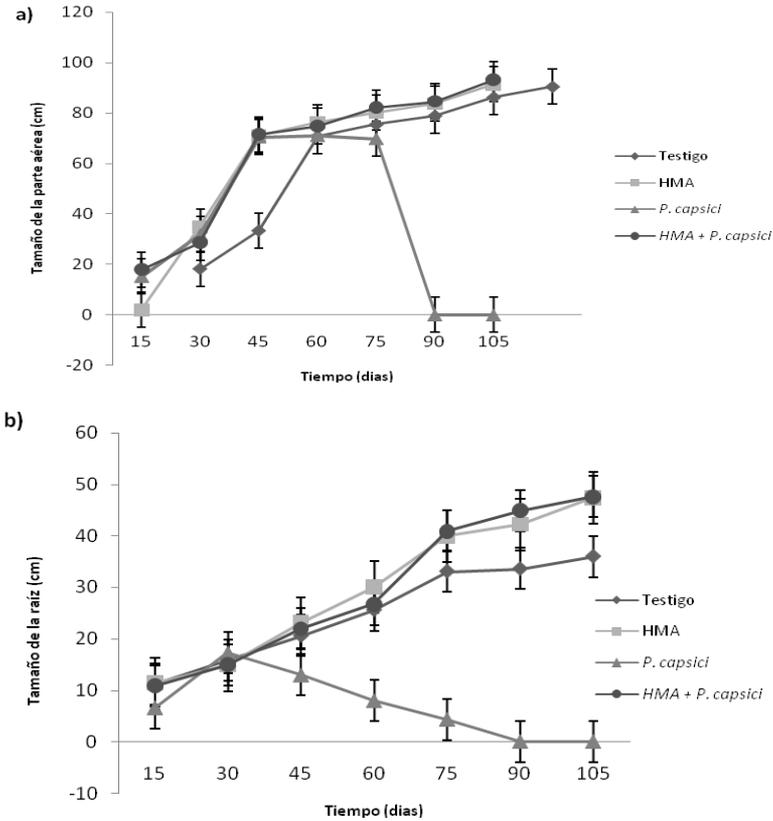


FIGURA 3. TAMAÑO DE LA PARTE AÉREA Y RAÍZ EN PLANTAS DE JITOMATE LUEGO DE LA INFECCIÓN CON *P. capsici*. a) Tamaño de la parte aérea. b) Tamaño de la raíz.

ampliamente al interior de las raíces, numerosos arbuscúlos en las plantas infectadas con *P. capsici*, así como también esporangios y zoosporas de *P. capsici* (FIGURA 2).

Evaluación de las variables agronómicas

Tamaño de parte aérea y raíz

Para la variable longitud de la parte aérea y de la raíz de la planta, se detectó una diferencia (ANOVA $p < 0.05$) entre los tratamientos control y HMA y HMA + *P. capsici* (FIGURA 3). El tratamiento de las plantas infectadas con *P. capsici* sin micorrizar mostró una alta significancia con respecto a los otros tratamientos. La longitud de la parte aérea, en el tratamiento con *P. capsici* y

HMA fue superior sobre el resto de los tratamientos a partir de los 60 días (FIGURA 3A). En raíces, los resultados en todas las plantas micorrizadas mostraron resultados favorables (FIGURA 3B). En las plantas infectadas con *P. capsici*, la pérdida de raíces fue significativa desde los 60 días (aun cuando los síntomas no eran visibles en la parte aérea) y entre los 98 y 101 días, todas las plantas se murieron.

Peso seco de parte aérea y raíz

El peso seco de la parte aérea indicó que las plantas infectadas con *P. capsici* tuvieron una pérdida significativa de biomasa a diferencia de las plantas igualmente infectadas con *P. capsici* e

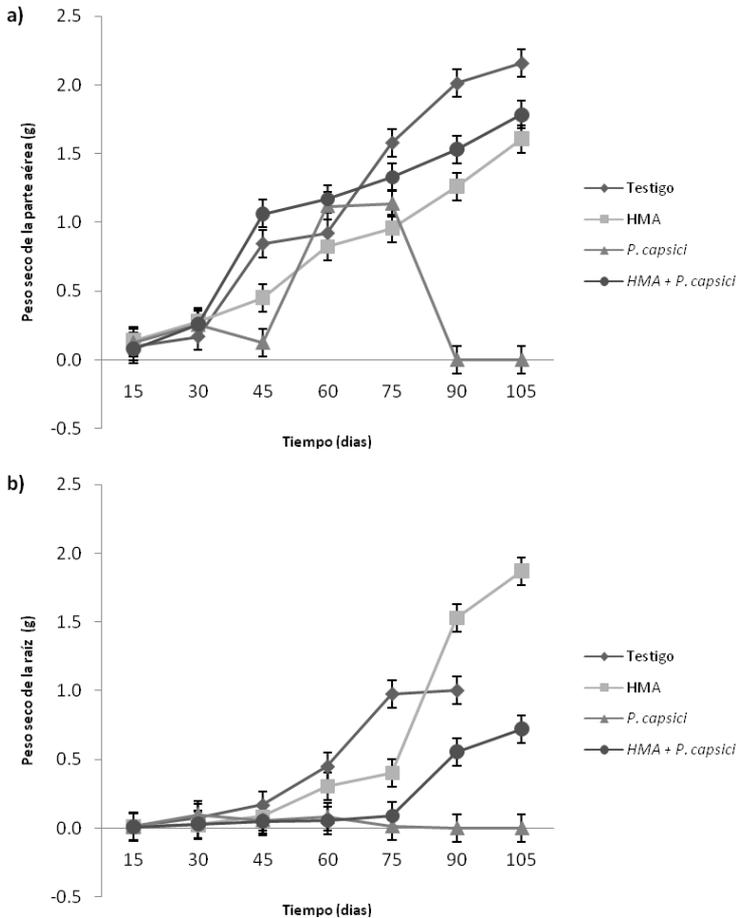


FIGURA 4. Cuantificación de la biomasa en los diferentes tratamientos. Las plantas micorrizadas mostraron diferencias significativas respecto a las plantas infectadas con *P. capsici*.

inoculadas con HMA. Desde los 60 días mostraron una mayor biomasa con respecto al resto de los tratamientos, excepto los testigos (FIGURA 4A). En cuanto a la pérdida de biomasa radical de los distintos tratamientos (FIGURA 4B), se encontró que las plantas inoculadas sólo con HMA incrementaron sus valores a partir de los 90 días y hacia fines del experimento presentaron los valores de biomasa más altos.

Las plantas infectadas con el patógeno, presentaron inicialmente marchitamiento, seguido de pudrición y pérdida de raíces (FIGURA 5),

principalmente en el tratamiento con *P. capsici* sin micorrizas. Posteriormente tuvo lugar la necrosis de la base del tallo, hasta secar la planta. Finalmente entre los 98 y 101 días se presentó la muerte de todas las plantas del tratamiento denominado: *P. capsici*. En las plantas inoculadas con *P. capsici* en presencia de HMA, únicamente algunos individuos mostraron marchitamiento a los 90 días, no hubo necrosis en la base del tallo, pero sí se presentó una ligera clorosis en las hojas de algunas de las plantas. El índice de pudrición radical, fue mayor en las plantas infectadas sólo con *P. capsici*. La pudrición de

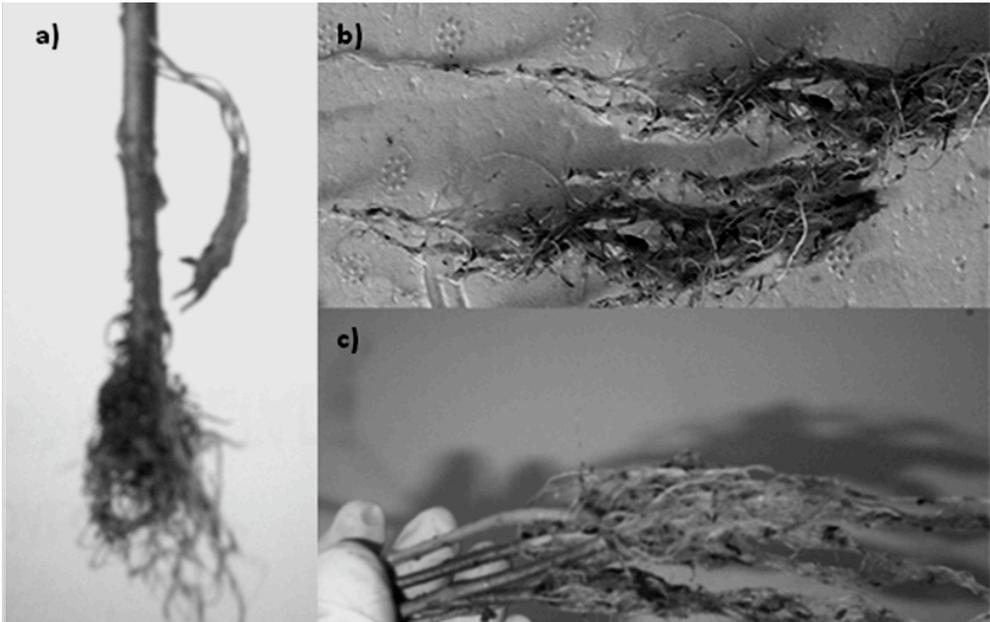


FIGURA 5. DIFERENCIAS ENTRE LOS SISTEMAS RADICALES. a) Raíz atacada severamente por *P. capsici* y sin presencia de micorriza arbuscular, b) raíces micorrizadas y atacadas por *P. capsici*, c) raíces micorrizadas.

raíces se presentó moderadamente a partir de los 60 días, y a los 90 días se tornó más severa (FIGURA 5A), hasta que finalmente murieron las plantas.

Determinación de Fósforo

Las plantas micorrizadas e infectadas con *P. capsici* mostraron valores mayores que las plantas inoculadas sólo con HMA (FIGURA 6). Se observa que la fijación de fósforo fue mayor en

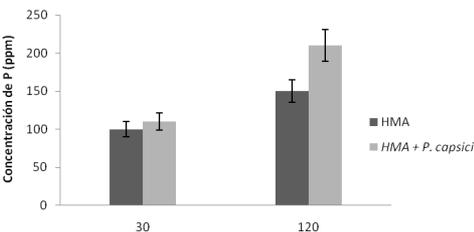


FIGURA 6. Cuantificación de Fósforo presente en las plantas micorrizadas antes de la infección con *P. capsici* (30 días); y al final del experimento (120 días).

las plantas infectadas con *P. capsici*, a diferencia de las plantas inoculadas con HMA, debido a que las plantas infectadas con el patógeno fueron sometidas a estrés y requieren de elevar su estado nutricional para defenderse de la enfermedad.

DISCUSIÓN

La presencia de micorrizas en raíces de jitomate reduce significativamente la susceptibilidad a *P. capsici* causante de la pudrición de raíz. La bioprotección de la colonización micorrízica en plantas contra patógenos del suelo como nemátodos y otros patógenos de raíces, es muy común (Cordier et al., 1996; Bodker et al., 1998). Por el contrario, la susceptibilidad de las plantas a los patógenos foliares, es generalmente mayor en plantas micorrizadas respecto a las no micorrizadas (Linderman, 1994). Denhe (1982) reportó que la influencia sistémica de los HMA puede ser atribuida al aumento nutricional, la

competencia por fotosintatos, la competencia por los sitios de infección, los cambios microbiológicos en la micorrizósfera y la activación de mecanismos de defensa por la planta (Azcón et al., 1996).

En este estudio las plantas de jitomate colonizadas por HMA mostraron un efecto positivo en el crecimiento de la planta y reducción de la infección del patógeno debido a la micorrización. La competencia por compuestos de carbono, puede ser una de las causas de la reducción en el desarrollo del patógeno en plantas micorrizadas, ya que el crecimiento de ambos organismos simbioses y patógenos, depende de los fotosintatos del hospedero (Azcón et al., 2002).

El estatus nutricional es un factor importante que influencia la susceptibilidad de las plantas a la enfermedad. En este estudio se demostró que el aumento del P en tejidos de la plantas micorrizadas se incrementó con la presencia del patógeno. Sin embargo, la resistencia en los tratamientos con HMA no puede ser explicada por una mejor absorción de P por parte de las plantas micorrizadas. Tal vez otros nutrientes tales como nitrógeno, potasio y zinc, que no fueron medidos, aporten una mayor reducción en los síntomas de la enfermedad (Vintal et al., 1999).

Se ha demostrado que la inoculación micorrízica en plantas jóvenes, previo al ataque de los patógenos, es una práctica exitosa para incrementar la tolerancia/resistencia a la enfermedad en especies agronómicas económicamente importantes principalmente en plantas utilizadas en la horticultura y sistemas de producción de frutales (Lovato et al., 1996; Pinochet et al., 1998). En plantas de jitomate infectadas con *P. capsici*, solamente un buen establecimiento de la colonización micorrízica puede proteger a las plantas (Cordier et al., 1996), y la bioprotección de los HMA contra *P. capsici*, depende del éxito del establecimiento de la simbiosis con la presencia de arbusculos (Slezak, et al., 200). En este estudio se observó que el desarrollo de la colonización fue desde 50% hasta el 100% una vez presente el patógeno.

Se concluye que la micorrización en plantas de jitomate puede reducir la susceptibilidad de éstas a *P. capsici*, causante de la pudrición de

raíz. Este efecto es indirecto, y puede estar influenciado por el éxito en el establecimiento en la colonización micorrízica, que modula las respuestas de defensa de la planta (Pozo et al., 2007).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Miguel Martínez Trujillo, por su colaboración en el diseño experimental y el tratamiento estadístico, así como la revisión del manuscrito. Este trabajo formo parte del proyecto 5.8 apoyado por la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana.

REFERENCIAS

- Agrios G. N. (2001). Fitopatología. Editorial Limusa. México D. F. 838 pp.
- Azcón-Aguilar, C., M. C. Jaizme-Vega and C. Calvet. (2002). The contribution of arbuscular mycorrhizal fungi to the control of soil-borne plant pathogens. In: Mycorrhizal Technology in Agriculture: From Genes to Bioproducts. S. Gianinazzi, H. Schuepp, K. Haselwandter y J. M. Barea (eds.). Basel: ALS Birkhauser Verlag. pp 187-197.
- Azcón R., J. M. Ruiz-Lozano y M. Gómez. (1996). The effect of potassium mycorrhizal interaction on plant tolerant to water stress, evaluated as CO₂ assimilation and water use efficiency. In: Azcón-Aguilar C. y J. M. Barea (eds.) Mycorrhizas in integrated systems. Genes to Plant Development. Bruselas. pp. 420-423.
- Bodker, L., R. Kjoller y S. Rosendahl. (1998). Effect of phosphate and the arbuscular mycorrhizal fungus *Glomus intraradices* on disease severity of root rot peas (*Pisum sativum*) caused by *Aphanomyces euteiches*. Mycorrhiza 8:169-174.
- Cordier, C., S. Gianinazzi y V. Gianinazzi-Pearson. (1996). Colonization patterns of root tissues by *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* related to reduced disease in mycorrhizal tomato. Plant and Soil 185:223-32.

- Dehne, H. W. (1982). Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogens. *Phytopathology* 8:1115-1119.
- Fernández-Pavía, S. P., G. Rodríguez-Alvarado y J. M. Sánchez-Yañez. (2003). Buckeye Rot of Tomato caused by *Phytophthora capsici* in Michoacan, Mexico. *Plant Disease* 87: 872.
- Fry, W. (2008). *Phytophthora infestans*: the plant (and *R* gene) destroyer. *Molecular Plant Pathology* 9 (3): 385-402.
- García-Garrido, J. M. y J. A. Ocampo. (1988). Interaction between *Glomus mosseae* and *Erwinia carotovora* and its effects on the growth of tomato plants. *New Phytologist* 110: 551-555.
- Gerdemann, J. W. y T. H. Nicolson. (1963). Spore of mycorrhizae endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society* 46:235-244.
- Hewitt, E. J. y T. A. Smith. (1974). Plant mineral nutrition. English University Press. England. 298 pp
- Hooker, J. E., M. C. Jaizme-Vega y D. Atkinson. (1994). Biocontrol of plant pathogens using arbuscular mycorrhizal fungi. In: Gianinazzi S. y H. Schüepp (eds.). Impact of arbuscular mycorrhizas on sustainable agriculture and natural ecosystems. ALS. Birkhäuser Verlag. Switzerland.
- Judelson, H. S. y F. A. Blanco. (2005). The spores of *Phytophthora*: weapons of the plant destroyer. *Nature Reviews Microbiology* 3:47-58.
- Linderman, R. G. (1992). Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. In: Bethlenfalvay G. J. and R. Linderman (eds.). *Mycorrhizae in sustainable agriculture*. ASA Special Publication 54. Madison, USA. pp 45-70.
- Lovato, P. E., V. Gianinazzi-Pearson, A. Trouvelot y S. Gianinazzi. (1996). The state of art of mycorrhizas and micropropagation. *Advances in Horticultural Science* 10: 46-52.
- Ristaino, J. B. (1990). Intraespecific variations among isolates of *Phytophthora capsici* from pepper and cucurbit fields in North Carolina. *Phytopathology* 80:1253-1259.
- Phillips, J. M. y D. S. Hayman. (1970). Improved procedures for cleaning roots and staining parasitic and vesicular arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transaction of the British Mycological Society* 55:158-161.
- Pinochet, J., M. C. Jaizme, C. Fernandez, M. Jaumot y D. De Waele. (1998). Screening bananas for root-knot (*Meloidogyne* spp.) and lesion nematode (*Pratylenchus goodeyi*) resistance for the Canary Islands. *Fundamental and Applied Nematology*. 21(1):17-23.
- Pozo, M. J. y C. Azcón-Aguilar. (2007). Unraveling mycorrhiza-induced resistance. *Current Opinion in Plant Biology*.10(4):393-398.
- Vintal H., E. Ben-Noon, E. Shlevin, U. Yermiyahu, D.Shtienberg y D. Dinooor. (1999). Influence of rate of soil fertilization on *Alternaria* leaf blight (*Alternaria dauci*) in carrots. *Phytoparasitica* 27:1-8.