

LOS HONGOS MICORRIZÓGENOS ARBUSCULARES DE LA REGIÓN DE NIZANDA, OAXACA, MÉXICO

PATRICIA GUADARRAMA-CHÁVEZ^{1,4}, SARA LUCÍA CAMARGO-RICALDE², LAURA HERNÁNDEZ-CUEVAS³ Y SILVIA CASTILLO-ARGÜERO¹

¹Departamento de Ecología y Recursos Naturales, Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional Autónoma de México, México 04510, D.F., México.

²Departamento de Biología, División de Ciencias Biológicas y de la Salud,
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Apdo. Postal 55-535, México 09340, D.F., México.

³Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Laboratorio de Micorrizas,
Universidad Autónoma de Tlaxcala, km 10 Carretera Texmelucan-Ixtacuixtla, Tlaxcala 90122, Tlaxcala, México.

⁴ Autor para la correspondencia. Correo-e: pgc@fciencias.unam.mx

Resumen: Se reportan 25 especies y siete géneros de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) para la región de Nizanda, Oaxaca, México. Para ello, se tomaron al azar muestras de suelo, en lluvia y secas, incluyendo parcelas de cultivo de maíz, áreas de vegetación secundaria y selva baja caducifolia. Se aislaron las esporas, se identificaron y se montaron macetas de propagación. La familia Glomeraceae aportó 44% de las especies, seguida de Acaulosporaceae (24%) y Gigasporaceae (20%). Se encontraron 13 especies en el maizal, 24 en vegetación secundaria y 12 en selva baja caducifolia. De éstas, *Glomus dussi*, *G. verruculosum*, *Pacispora scintillans* y *Scutellospora erythropha* son nuevos registros para México. *G. constrictum* se encontró sólo en el cultivo de maíz, mientras que *Acaulospora delicata*, *A. foveata*, *A. mellea*, *A. scrobiculata*, *Entrophospora infrequens*, *Gigaspora decipiens*, *Glomus claroideum*, *G. fulvum* y *G. geosporum* estuvieron presentes en los tres ambientes estudiados. No se encontraron especies restringidas únicamente a la selva baja caducifolia.

Palabras clave: maizal, micorriza arbuscular, riqueza de especies, selva baja caducifolia, vegetación secundaria.

Abstract: Twenty five species and seven genera of micorrhizal arbuscular fungi (AMF) are reported for the region of Nizanda, Oaxaca, Mexico. To this end, soil samples were taken randomly, during the rainy and the dry seasons, in corn fields, secondary vegetation areas, as well as in primary tropical dry forest. Spores were isolated, identified and propagation pots were set. The family Glomeraceae accounted for 44% of the species, followed by Acaulosporaceae (24%) and Gigasporaceae (20%). In the corn fields 13 species were found, 24 in secondary vegetation, and 12 in the tropical dry forest. Among these, *Glomus dussi*, *G. verruculosum*, *Pacispora scintillans* and *Scutellospora erythropha* are new records for Mexico. *G. constrictum* was encountered only in the corn fields, whereas *Acaulospora delicata*, *A. foveata*, *A. mellea*, *A. scrobiculata*, *Entrophospora infrequens*, *Gigaspora decipiens*, *Glomus claroideum*, *G. fulvum* and *G. geosporum* occurred in the three environments. No species were restricted to the tropical dry forest.

Key words: arbuscular mycorrhizae, corn field, secondary vegetation, species richness, tropical dry forest.

Los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) forman una asociación mutualista al colonizar las raíces de las plantas, llamada micorriza arbuscular, la cual solventa los requerimientos de nutrientes y agua de las especies vegetales, con lo que estas últimas aumentan su adecuación. Las plantas, por su parte, le proporcionan al hongo azúcares necesarios para su funcionamiento. Los HMA forman esporas asexuales e hifas cenocíticas capaces de explorar

un mayor volumen de suelo que las raíces mismas (Smith y Read, 1997), por lo que son un elemento importante en la estabilización y formación de suelo, al evitar su erosión y ayudar en su rehabilitación (Haselwandter, 2000).

No obstante la importancia de este grupo de hongos, en México se han registrado sólo 44 de las cerca de 200 especies conocidas a nivel mundial. Los registros proceden de 11 entidades federativas y la mayoría de zonas agrícolas.

En contraste, sólo siete de ellas se reportan de ambientes naturales y únicamente dos, *Acaulospora foveata* y *Glomus clavisporum* para el estado de Oaxaca (Varela y Trejo, 2001). Esta información es un fuerte indicativo del gran desconocimiento que existe acerca de la riqueza de especies de hongos micorrizógenos arbusculares en el país y del papel que pueden estar jugando en la dinámica del suelo y en el desarrollo de las plantas con las que se asocian.

Tanto la vegetación primaria como la perturbada de selva baja caducifolia está asociada con HMA (Allen *et al.*, 1998; Allen *et al.*, 2003), así como la mayoría de las plantas cultivadas (Munyanza *et al.*, 1997; Douds y Jhonson, 2003). La asociación de éstas con los HMA puede solventar sus requerimientos de fósforo (P), como ocurre con el maíz (*Zea mays*) (Wright *et al.*, 2005). Cuando los terrenos de cultivo son abandonados, la composición de los HMA y su diversidad funcional pueden influir en la velocidad de regeneración de las comunidades vegetales, ya que su presencia en las raíces de las plantas hospederas facilita la exploración y toma de nutrientes del suelo (Cui y Caldwell, 1996), con repercusiones positivas en el crecimiento y la supervivencia. Aun así, son escasos los estudios que describen las especies de HMA presentes en comunidades naturales y en terrenos de cultivo abandonados. Por ello, el objetivo de este estudio fue proporcionar un panorama general de la riqueza de especies de HMA en la selva baja caducifolia, en las áreas de vegetación secundaria producida por el abandono de campos de cultivo, y en maizales originados por la tala de la vegetación natural en una región tropical estacionalmente seca del sur de México.

Materiales y métodos

El trabajo se llevó a cabo en la región de Nizanda, Oaxaca, México (16°39' N y 95°00' O). Las muestras de suelo se recolectaron en un terreno cultivado con maíz por un año y cosechado recientemente, en tres parcelas de vegetación secundaria de selva baja caducifolia originadas a partir del sistema agrícola de roza-tumba-quema con tres, cinco y diez años de abandono (Lebrija-Trejos *et al.*, en prensa), y en un área de vegetación natural. En los sitios donde hubo actividad agrícola, ésta fue de tipo tradicional, con uso de azadón, sin fertilizantes y con corta y quema de la vegetación natural en época de secas. Posteriormente se sembró maíz por una única vez, se cosechó y se abandonó la parcela.

El clima en la región es de tipo Awo (w) igw", es decir, caliente subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004) y con una marcada estacionalidad, distinguiéndose una estación de sequía (noviembre a abril) y una lluviosa (mayo a octubre) (Anónimo, 1984a, b). Los tipos de suelo predominantes son litosoles y como suelos secundarios hay zonas de feozems háplicos y regosoles éutricos, ambos con estructuras medias (Anónimo, 1981). *Waltheria indica* L.

es la especie dominante en la parcela de maíz recientemente abandonada; *Mimosa acantholoba* (Humb. et Bonpl. ex Willd.) Poir var. *eurycarpa* B.L.Rob., *Melochia tomentosa* L., *Senna holwayana* (Rose) H.S.Irwin et Barnaby y *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir son las especies más abundantes en los sitios de vegetación secundaria, mientras que *Justicia caudata* A.Gray lo es en la selva natural (Lebrija-Trejos, 2004; Lebrija-Trejos *et al.*, en prensa).

Muestreo de suelo y establecimiento de cultivos trampa. El muestreo se realizó en octubre de 2005 y mayo de 2006. En cada sitio de estudio se recolectaron tres muestras de suelo de 2 kg cada una en puntos marcados al azar dentro del sitio y se integró una muestra mixta completamente homogenizada. Antes de tomar la muestra de suelo se eliminó la materia orgánica de los 15 cm superiores de suelo. Se llevó a cabo el aislamiento de las esporas de HMA por el método de tamizado húmedo (Gerdemann y Nicolson, 1963) y flotación en gradientes de sacarosa (Daniels y Skipper, 1982, modificado por Brundett *et al.*, 1996), de tres submuestras de 50 g por sitio y por fecha de muestreo. Al mismo tiempo, se colocaron 300 g de suelo de cada parcela en macetas (500 mL de capacidad) con semillas de sorgo (*Sorghum vulgare* L.), que fue seleccionado como planta trampa debido a su temprana colonización micorrízica y alta supervivencia. A los seis meses después de la siembra, se tomaron tres muestras de 50 g por maceta, se extrajeron las esporas y se elaboraron preparaciones permanentes para corroborar la identidad de las especies de HMA encontradas en las muestras de campo.

Identificación de especies de HMA. Las esporas aisladas de las muestras de campo y de los cultivos trampa se midieron, se cuantificaron, y se observó su consistencia, arreglo y ornamentación, así como la reacción con Melzer de los estratos de la pared de las esporas. La determinación de las especies se realizó considerando descripciones especializadas de las especies de los diferentes géneros y la información del International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM), disponible a través de la Internet (invam.caf.wvu.edu/myc_info/taxonomy). Las preparaciones permanentes de esporas de HMA se etiquetaron con los datos de herbario correspondientes y se depositaron en el herbario TLXM de la Universidad Autónoma de Tlaxcala, donde se encuentran disponibles para consulta.

Resultados

Se registraron 25 especies de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) pertenecientes a seis familias y siete géneros (apéndice 1). La familia Glomeraceae aportó 44% de las especies, seguida de Acaulosporaceae y Gigasporaceae, con 24% y 20%, respectivamente. En los

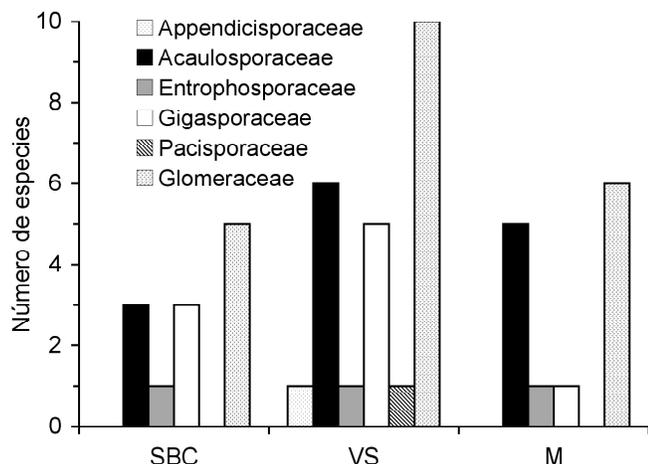


Figura 1. Número de especies encontradas por familia en un área de selva baja caducifolia (SBC), en vegetación secundaria (VS) y en un terreno cultivado con maíz (M), en la región de Nizanda, Oaxaca, México.

sitios de vegetación secundaria se encontraron representantes de todas las familias, mientras que en la zona de selva baja caducifolia y en el maizal estuvieron ausentes las familias Appendicisporaceae y Pacisporaceae (figura 1). De las especies registradas, *Acaulospora delicata*, *A. foveata*, *A. mellea*, *A. scrobiculata*, *Entrophospora infrequens*, *Gigaspora decipiens*, *Glomus claroideum*, *G. fulvum*, *G. geosporum* estuvieron presentes en el maizal, vegetación secundaria y selva baja caducifolia. *Glomus constrictum*, *Appendicispora appendicula*, *Acaulospora morrowae*, *Scutellospora dipurpurascens*, *S. erythropha*, *Pacispora scintillans*, *G. aggregatum*, *G. microaggregatum*, *G. sinuosum* y *G. verruculosum* fueron observados sólo en un sitio, la primera sólo en el cultivo de maíz y las restantes en vegetación secundaria.

Cuatro de las especies encontradas, *P. scintillans* [sinónimo *Gerdmania scintillans* (Walker y Schüßler, 2004), sinónimo *Glomus scintillans* (Oehl y Sieverding, 2004)], *G. dussi* (sinónimo *Sclerocystis dussi* (Almeida y Schenck, 1990)), *Glomus verruculosum* y *Scutellospora erythropha* se reportan aquí por vez primera para México. *Acaulospora foveata*, *S. dipurpurascens*, *G. fulvum* y *G. geosporum* se han reportado sólo para agrosistemas, mientras que *A. morrowae*, *E. infrequens*, *G. aggregatum*, *G. tenebrosum* y las cuatro especies que se reportan para México por primera vez sólo se habían sido registradas en ecosistemas naturales. De estas últimas, sólo *G. tenebrosum* había sido encontrada en selva baja caducifolia, en Jalisco, México (Varela y Trejo, 2001). El resto de las especies (12) cuentan con registros tanto de ecosistemas naturales como de agrosistemas.

La identificación de las especies se basó en esporas

extraídas de suelos de campo de los tres sitios muestreados y fue corroborada con esporas procedentes de las macetas de propagación preparadas con los mismos suelos. De cinco especies, *A. morrowae*, *S. erythropha*, *P. scintillans*, *Gigaspora decipiens* y *E. infrequens* se encontraron menos de 10 esporas en 100 g de suelo seco en las macetas de propagación. *Glomus clavisorum* y *G. sinuosum* no produjeron esporas en dichas macetas. Del resto de las especies se encontraron esporas tanto en el suelo de campo como en las macetas de propagación.

Discusión

Los parches de vegetación secundaria, resultantes del abandono de campos agrícolas donde se realizó este estudio, tuvieron una riqueza de 24 especies de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA); en la parcela de maíz la riqueza fue de 13 especies y en la vegetación natural de selva baja caducifolia fue de 12. Aunque se ha señalado que la actividad agrícola disminuye la riqueza de HMA (Muthukumar y Udaiyan, 2000), nuestros resultados no apoyan esta afirmación, ya que nosotros reportamos valores similares para el cultivo de maíz y la vegetación natural. En el sitio de selva baja caducifolia encontramos una riqueza menor que las 15 especies citadas por Allen *et al.* (1998) para Chamela, Jalisco, México. Estos valores no reflejan la relación entre la diversidad vegetal y la de HMA (van der Heijden *et al.*, 1998a, b), quizá como consecuencia de la pérdida de latencia de las esporas debido a la sequía extrema. Por lo tanto, se hace necesario realizar otros estudios, por ejemplo incluyendo los fragmentos de raíces secas latentes, para evaluar otros tipos de inóculo (Allen *et al.*, 1998).

En comunidades perturbadas se ha observado una variación en la dominancia de algunos géneros de HMA, ya que éstos presentan diferentes estrategias de colonización después de ocurrido un disturbio. El género *Glomus* ha sido señalado por su incidencia en zonas agrícolas con una alta intensidad de manejo del suelo (Mathimaran *et al.*, 2005), y en particular *G. aggregatum* está reportada en sitios recientemente abandonados, aunque pierde dominancia a lo largo del proceso sucesional (Johnson *et al.*, 1991). En este trabajo sólo se presentó en la parcela de 10 años de abandono. *Acaulospora foveata* ha sido encontrada en pastizales tropicales en Neguev, Costa Rica, en proporción de 800 esporas de *A. foveata* por 600 esporas de *Glomus* (Picone, 2000). En este estudio, *Glomus* y *Acaulospora* se presentaron en las parcelas tanto recientemente abandonadas como en la de vegetación natural, lo que indica que son géneros generalistas y que tienen una alta tolerancia a la perturbación (Boddington y Dodd, 2000). Al aumentar la diversidad vegetal, aumenta la esporulación de los géneros *Gigaspora* y *Scutellospora* (Burrows y Pflieger, 2002), los cuales se presentaron predominantemente en los sitios con

vegetación secundaria. En particular, *Gigaspora gigantea* se encontró en las parcelas con mayor tiempo de abandono y en el sitio de selva, lo cual sugiere que es una especie poco tolerante a los disturbios, mientras que las especies *Glomus geosporum* y *G. claroideum* pueden considerarse “generalistas”, ya que estuvieron presentes en todas las parcelas. Oehl *et al.* (2003) reconocieron a *G. geosporum* como una especie generalista en parcelas agrícolas y pastizales, lo que concuerda con lo encontrado en este estudio. Por el contrario, las especies presentes en las parcelas más jóvenes y que pueden considerarse “tolerantes a la perturbación” debido a su mayor incidencia en sitios perturbados son *A. foveata*, *S. erythropha*, *E. infrequens*, *G. aggregatum* y *G. constrictum*.

Este tipo de estudios son básicos para conocer, en un principio, la biodiversidad de HMA presentes en México, y posteriormente para poder llevar a cabo programas de restauración ambiental con especies nativas, no sólo vegetales, sino de los HMA con los que se asocian y que son importantes en su adecuación. Esto puede aumentar las probabilidades de éxito de estos programas al utilizar especies adaptadas a las condiciones ambientales de regiones específicas del país.

Agradecimientos

Yuriana Martínez Orea, Diego Olivera, Oswaldo Núñez Castillo, Irene Sánchez Gallén y Eduardo Pérez García colaboraron en el trabajo de campo y de laboratorio. Mayra Gavito, Dora Trejo y Jorge Meave proporcionaron valiosos comentarios sobre una versión anterior del manuscrito. El estudio fue financiado por el proyecto PAPIIT IN221503 (Universidad Nacional Autónoma de México).

Literatura citada

- Allen E.B., Allen M.F., Egerton-Warburton L., Corkidi L. y Gómez-Pompa A. 2003. Impacts of early- and late- seral mycorrhizae during restoration in seasonal tropical forest, Mexico. *Ecological Applications* **13**:1701-1717.
- Allen E.B., Rincón E., Allen M.F., Pérez-Jiménez A. y Huante P. 1998. Disturbance and seasonal dynamics of mycorrhizae in a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* **30**:261-274.
- Almeida R.T. y Schenck N.C. 1990. A revision of the genus *Sclerocystis* (Glomaceae, Glomales). *Mycologia* **82**:703-714.
- Anónimo. 1981. *Atlas Nacional del Medio Físico*. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Anónimo. 1984a. Carta de efectos climáticos regionales mayo-octubre. Juchitán E15-10 D15-1, escala 1:250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Anónimo. 1984b. Carta de efectos climáticos regionales noviembre-abril. Juchitán E15-10 D15-1, escala 1:250,000. Secretaría de Programación y Presupuesto, México, D.F.
- Boddington C.L. y Dodd J.C. 2000. The effect of agricultural practices on the development of indigenous arbuscular mycorrhizal fungi. I. Field studies in an Indonesian ultisol. *Plant and Soil* **218**:137-144.
- Brundett M., Bougher N., Dell B., Grove T. y Malajczuk N. 1996. *Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. Australian Centre for International Agricultural Research, Monograph, Canberra.
- Burrows R.L. y Pflieger F.L. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi respond to increasing plant diversity. *Canadian Journal of Botany* **80**:120-130.
- Carrillo-Sánchez L., Barredo-Pool F., Varela L., Arce-Montoya M., Orellana R. 1998. Estudio de la asociación micorrízica en tres especies de palmeras nativas de la península de Yucatán. En: Zulueta R.R., Escalona M.A. y Trejo D. Eds. *Avances de la Investigación Micorrízica en México*, pp. 77-84, Universidad Veracruzana, Xalapa.
- Carrillo-Sánchez L., Varela L., y Orellana R. 2000. Variación estacional en la densidad de esporas de hongos micorrizógenos arbusculares y en el porcentaje de colonización micorrízica de tres palmeras Yucatecas. En: Alarcón A. y Ferrera-Cerrato R. Eds. *Ecología, Fisiología y Biotecnología de la Micorriza Arbuscular*, pp. 39-45, Colegio de Postgraduados, Mundi Prensa, Montecillo, Estado de México.
- Cui M. y Caldwell M.M. 1996. Facilitation of plant phosphate acquisition by arbuscular mycorrhizas from enriched soil patches. *New Phytologist* **133**:453-460.
- Daniels B.A. y Skipper H.D. 1982. Methods for the recovery and quantitative estimation of propagules from soil. En: Schenck N.C. Ed. *Methods and Principles of Mycorrhizal Research*, pp. 29-35, American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota.
- Douds Jr D.D. y Johnson N.C. 2003. Contributions of arbuscular mycorrhizas to soil biological fertility. En: Abbott L.K. y Murphy D.V. Eds. *Soil Biological Fertility. A Key to Sustainable Land Use in Agriculture*, pp. 129-162, Kluwer, Dordrecht, Holanda.
- García E. 2004. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. 5a ed., Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Gerdemann J.W. y Nicolson T.H. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society* **46**:235-244.
- Guadarrama P. y Álvarez-Sánchez F.J. 1999. Abundance of arbuscular mycorrhizal fungi spores in different environments in a tropical rain forest, Veracruz, Mexico. *Mycorrhiza* **8**:267-270.
- Haselwandter K. 2000. Soil micro-organisms, mycorrhiza, and restoration ecology. En: Urbanska K.M., Webb N.R. y Edwards P.J. (eds.). *Restoration Ecology and Sustainable Development*, pp 65-80, Cambridge University Press, Cambridge.
- Hernández-Cuevas L., Castillo-Argüero S., Guadarrama-Chávez P., Martínez-Orea Y., Romero-Romero M.A. y Sánchez-Gallén I. 2003. *Hongos Micorrizógenos Arbusculares del Pedregal de San Ángel*. Las prensas de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Johnson N.C., Zak D.R., Tilman D. y Pflieger F.L. 1991. Dynamics of vesicular-arbuscular mycorrhizae during old field succession. *Oecologia* **86**:349-358.
- Lebrija-Trejos E.E. 2004. Secondary succession in a tropical dry forest of southern Mexico. Tesis de Maestría, Universidad de Wageningen, Wageningen, Holanda, 68 pp.

- Lebrija-Trejos E.E., Bongers F., Pérez-García E.A. y Meave J.A. En prensa. Successional change and recovery rates in a secondary tropical dry forest. *Biotropica*.
- Mathimaran N., Ruh R., Vullioud P., Frossard E. y Jansa J. 2005. *Glomus intraradices* dominates arbuscular mycorrhizal communities in a heavy textured agricultural soil. *Mycorrhiza* **16**:61-66.
- Munyanziza E., Kehri H.K. y Bagyaraj D.J. 1997. Agricultural intensification, soil biodiversity and agro-ecosystem function in the tropics: the role of mycorrhiza in crops and trees. *Applied Soil Ecology* **6**:77-85.
- Muthukumar T. y Udaiyan K. 2000. Arbuscular micorrizas of plants growing in the Western Ghats region, Southern India. *Mycorrhiza* **9**:297-313.
- Oehl F. y Sieverding E. 2004. *Pacispora*, a new vesicular arbuscular mycorrhizal fungal genus in the Glomeromycetes. *Journal of Applied Botany* **78**:72-82.
- Oehl F., Sieverding E., Ineichen K., Mäder P., Boller T. y Wiemken A. 2003. Impact of land use intensity on the species diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems of central Europe. *Applied and Environmental Microbiology* **69**:2816-2824.
- Pezzani F., Guevara R., Hernández-Cuevas L. y Montaña C. En prensa. Mycorrhizal interactions in Mapimí Biosphere Reserve: arbuscular mycorrhizal fungi associated with grasses from the Chihuahuan Desert. En: Montaña N., Camargo-Ricalde S.L., García-Sánchez R. y Monroy-Ata A. comps. *Arbuscular Mycorrhizae in Arid and Semiarid Environments*, Mundi Prensa, México, D.F.
- Picone C. 2000. Diversity and abundance of arbuscular mycorrhizal fungus spores in tropical forest and pasture. *Biotropica* **32**:734-750.
- Ramírez-Gerardo M., Álvarez-Sánchez J., Guadarrama P. y Sánchez-Gallén I. 1997. Estudio de hongos micorrizógenos arbusculares bajo árboles remanentes en un pastizal tropical. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* **61**:15-20.
- Smith S.E. y Read D.J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. Academic Press, San Diego.
- van der Heijden M.G.A., Boller T., Wiemken A. y Sanders I.R. 1998a. Different arbuscular mycorrhizal fungal species are potential determinants of plant community structure. *Ecology* **79**:2082-2091.
- van der Heijden M.G.A., Klironomos J.N., Ursic M., Moutoglis P., Streitwolf-Engel R., Boller T., Wiemken A. y Sanders I.R. 1998b. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature* **396**:69-72.
- Varela L. y Trejo D. 2001. Los hongos micorrizógenos arbusculares como componentes de la biodiversidad del suelo en México. *Acta Zoologica Mexicana (n.s.). Número especial* **1**:39-51.
- Walker C. y Schüßler A. 2004. Nomenclatural clarifications and new taxa in the Glomeromycota. *Mycological Research* **108**:981-982.
- Wright D.P., Scholes J.D., Read D. y Rolfe S.A. 2005. European and African maize cultivars differ in their physiological and molecular responses to mycorrhizal infection. *New Phytologist* **167**:881-896.

Recibido: 23 de marzo de 2007

Aceptado: 6 de octubre de 2007

Apéndice 1. Listado de especies de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) encontradas en cultivo de maíz (M), vegetación secundaria (VS) y selva baja caducifolia (SBC) en la región de Nizanda, Oaxaca, México

Especie de HMA	Sitio de estudio			Reporte en México
	M	VS	SBC	
ARCHAEOSPORALES				
APPENDICISPORACEAE				
<i>Appendicispora appendicula</i> (Spain, Sieverd. et N.C.Schenck) Spain, Oehl et Sieverd.		X		Varela y Trejo (2001)* Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003)*
DIVERSISPORALES				
ACAULOSPORACEAE				
<i>Acaulospora delicata</i> Walker, Pfeiffer et Bloss	X	X	X	Varela y Trejo (2001) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>A. foveata</i> Trappe et Janos	X	X		Varela y Trejo (2001)
<i>A. laevis</i> Gerdemann et Trappe	X	X		Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>A. mellea</i> Spain et Schenck	X	X	X	Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003)
<i>A. morrowae</i> Spain et Schenck		X		Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>A. scrobiculata</i> Trappe	X	X	X	Ramírez-Gerardo <i>et al.</i> (1997) Carrillo <i>et al.</i> (1998), (2000) Guadarrama y Álvarez-Sánchez (1999) Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003)
ENTROPHOSPORACEAE				
<i>Entrophospora infrequens</i> (Hall) Ames et Schneider	X	X	X	Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
GIGASPORACEAE				
<i>Gigaspora decipiens</i> Hall et Abbott	X	X	X	Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>G. gigantea</i> Nicolson et Gerdemann		X	X	Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003)
<i>Scutellospora dipurpurascens</i> Morton et Koske		X		Varela y Trejo (2001)
<i>S. erythropha</i> (Koske et Walker) Walker et Sanders		X		Primer reporte en México
<i>S. pellucida</i> (Nicol. et Schenck) Walker et Sanders		X	X	Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003)
PACISPORACEAE				
<i>Pacispora scintillans</i> (S.L.Rose et Trappe) Sieverd. et Oehl ex C. Walker, Vetsberg et Schuessler		X		Primer reporte en México
GLOMERALES				
GLOMERACEAE				
<i>Glomus aggregatum</i> Schenck et Smith emend. Koske		X		Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>G. claroideum</i> Schenck et Smith	X	X	X	Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)

LOS HONGOS MICORRIZÓGENOS DE NIZANDA, OAXACA

Especie de HMA	Sitio de estudio			Reporte en México
	M	VS	SBC	
<i>G. clavisporum</i> (Trappe) Almeida et Schenck		X	X	Varela y Trejo (2001)**
<i>G. constrictum</i> Trappe	X			Varela y Trejo (2001) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>G. dussi</i> (Thaxter) Almeida et Schenck	X	X		Primer reporte en México
<i>G. fulvum</i> (Berk. et Broome) Trappe et Gerd.	X	X	X	Varela y Trejo (2001)
<i>G. geosporum</i> (Nicolson et Gerdemann) Walker	X	X	X	Carrillo <i>et al.</i> (1998), (2000) Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>G. microaggregatum</i> Koske, Gemma et Olexia		X		Varela y Trejo (2001) Hernández-Cuevas <i>et al.</i> (2003) Pezzani <i>et al.</i> (en prensa)
<i>G. tenebrosum</i> (Thaxter) Berch	X	X	X	Varela y Trejo (2001)
<i>G. sinuosum</i> (Gerd. et Bakshi) Almeida et Schenck		X		Varela y Trejo (2001)
<i>G. verruculosum</i> Blaszkowski et Tadych		X		Primer reporte en México

*Especie citada como *Acaulospora appendicula*

**Especie citada como *Sclerocystis clavispora*