

HONGOS MICORRÍFICO ARBUSCULARES PRESENTES EN BOSQUES DE *ALNUS ACUMINATA* (BETULACEAE) DE LA YUNGA ARGENTINA

ALEJANDRA BECERRA¹ y MARTA CABELLO²

Summary: Arbuscular mycorrhizal fungi in the Yungas forests of *Alnus acuminata* (Betulaceae) Argentina. In this study 22 species of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) are cited for the rhizosphere of Betulaceae, Fabaceae, Oxalidaceae, Rosaceae and Caprifoliaceae families of the Argentinian Yunga. *Pacispora chimonobambusae* (Wu & Liu) Sieverd. & Oehl ex Walker, Vestberg & Schüßler and *Glomus lacteum* Rose & Trappe are new registers for Argentina. The distribution area of *Acaulospora denticulata* Sieverding & Toro, *A. excavata* Ingleby & Walker, *A. laevis* Gerdemann & Trappe, *A. mellea* Spain & Schenck, *A. rehmsii* Sieverding & Toro, *A. scrobiculata* Trappe, *A. spinosa* Walker & Trappe, *Ambispora leptoticha* Walker, Vestberg & Schüßler, *Entrophospora infrequens* (Hall) Ames & Schneider, *Glomus claroideum* Schenck & Smith, *G. clarum* Nicolson & Schenck, *G. fuegianum* (Speg.) Trappe & Gerdemann, *G. geosporum* (Nicolson & Gerdemann) Walker, *G. intraradices* Schenck & Smith, *Scutellospora biornata* Spain, Sieverding & Toro and *S. dipapillosa* (Walker & Koske) Walker & Sanders was enlarged.

Key words: *Alnus*, arbuscular mycorrhiza fungi, *Glomus*, *Pacispora*, Yunga.

Resumen: En este trabajo se citan 22 especies de Hongos Micorrízico Arbusculares (HMA) presentes en la rizosfera de plantas pertenecientes a las familias Betulaceae, Fabaceae, Oxalidaceae, Rosaceae y Caprifoliaceae de la Yunga Argentina. Se dan a conocer como nuevas citas específicas para el país a *Pacispora chimonobambusae* (Wu & Liu) Sieverd. & Oehl ex Walker, Vestberg & Schüßler y *Glomus lacteum* Rose & Trappe. Se amplía la distribución para el país de *Acaulospora denticulata* Sieverding & Toro, *A. excavata* Ingleby & Walker, *A. laevis* Gerdemann & Trappe, *A. mellea* Spain & Schenck, *A. rehmsii* Sieverding & Toro, *A. scrobiculata* Trappe, *A. spinosa* Walker & Trappe, *Ambispora leptoticha* Walker, Vestberg & Schüßler, *Entrophospora infrequens* (Hall) Ames & Schneider, *Glomus claroideum* Schenck & Smith, *G. clarum* Nicolson & Schenck, *G. fuegianum* (Speg.) Trappe & Gerdemann, *G. geosporum* (Nicolson & Gerdemann) Walker y *G. intraradices* Schenck & Smith, *Scutellospora biornata* Spain, Sieverding & Toro y *S. dipapillosa* (Walker & Koske) Walker & Sanders.

Palabras clave: *Alnus*, hongos micorrízico arbusculares, *Glomus*, *Pacispora*, Yunga.

INTRODUCCIÓN

La Yunga o Selva tucumano-boliviana (Cabrera, 1976; Hueck, 1978) constituye parte de los ecosistemas subtropicales húmedos del cono sur sudamericano, que cuenta con una elevada riqueza biológica y paisajística (Brown *et al.*, 1993). Sin embargo, durante las últimas décadas la presión del hombre ha ocasionado distintas alteraciones, por las cuales la Yunga se ha visto parcial o totalmente transformada, con la consecuente pérdida de su

biodiversidad. Para conservar, e incluso restaurar tal biodiversidad, no sólo es necesario identificar las áreas que albergan mayor diversidad de especies, sino también conservar los ambientes diferentes a fin de proteger la variación genética asociada a la variación ambiental (Brown *et al.*, 1993).

Las micorrizas arbusculares (MA) juegan un papel crucial en la nutrición mineral de los bosques (Pate, 1994) ya que esta simbiosis ampliamente distribuida, permite que las plantas obtengan nutrientes de forma más efectiva (Mukerji *et al.*, 2000). A su vez, la diversidad de hongos micorrízico arbusculares (HMA) puede tener influencia sobre la composición de la comunidad vegetal. Además, el beneficio de los HMA hacia la planta hospedante depende de las especies o de la comunidad de HMA involucradas en la simbiosis

¹Instituto Multidisciplinario de Biología Vegetal (IMBIV) CONICET, UNC. C.C. 495. 5000 Córdoba. Argentina.
E-mail: abecerra@efn.uncor.edu

²Instituto Spegazzini. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Avenida 53, N° 477. 1900 La Plata. Argentina.

(Grime *et al.*, 1987; Klironomos *et al.*, 2000; van der Heijden, 2002; Johnson *et al.*, 2003). A su vez, las especies de HMA difieren en su eficacia en la captación de fósforo y en el transporte de éste a su hospedante (Sieverding, 1991).

Los HMA, pertenecientes al Phylum Glomeromycota (Schüßler *et al.*, 2001), producen esporas asexuales y micelio constituido por hifas cenocíticas distribuido en el suelo o dentro de las raíces (Brundrett *et al.*, 1996). Además de actuar como vehículos de dispersión del germoplasma, las esporas son propágulos iniciadores de nuevos individuos cuando se separan del micelio que las originó o cuando la asociación se vuelve no funcional (Allen, 1991; Brundrett, 1991).

Basadas en las características morfológicas de los HMA, se han descrito aproximadamente unas 200 especies (Redecker & Raab, 2006). La identificación de las especies de HMA se realiza en base a las características morfológicas de las esporas o mediante el uso de herramientas moleculares (Redecker, 2000). Esta última técnica es fundamental para definir la evolución, sistemática e identificación de las especies HMA (Redecker *et al.*, 2000; Morton & Redecker, 2001; Schüßler *et al.*, 2001). Sin embargo, los datos morfológicos definidos durante el desarrollo de las esporas siguen siendo un requerimiento básico, porque proveen la manera de registrar las características morfológicas que usualmente se pierden en la mayoría de las descripciones originales (Wu & Sylvia, 1993; Wu *et al.*, 1995; Dalpé & Declerck, 2002).

En este trabajo se citan los HMA presentes en la rizosfera de plantas hospedantes pertenecientes a las familias Betulaceae, Caprifoliaceae, Fabaceae, Oxalidaceae y Rosaceae de la Yunga Argentina y se dan a conocer dos nuevas citas específicas para el país.

MATERIAL Y MÉTODO

Área de estudio

Se exploraron bosques naturales de *Alnus acuminata* Kunth en el Noroeste Argentino (NOA). Los bosques seleccionados correspondieron a la zona «Quebrada del Portugués» (provincia de Tucumán), 26° 58' 45"S y 65° 45' 11,6"W, altitud 2187 msnm, suelos clasificados como Ustorthente Lítico (Vargas Gil & Bianchi, 1981), y «Sierra de Narváez» (provincia de Catamarca), 27° 43' 02"S y 65° 54' 06"W, altitud 1820 msnm y suelos clasificados como

Ustorthente Típico (Vargas Gil & Bianchi, 1981). El patrón climático del NOA es biestacional con veranos cálidos y húmedos, e inviernos templados-fríos y secos, con estaciones intermedias de escasa duración (Rohmeder, 1945).

Taxonomía de los hongos micorrízico arbusculares

Se extrajeron las esporas de los HMA a partir del suelo circundante de *A. acuminata* (Betulaceae), *Sambucus peruviana* Kunth (Caprifoliaceae), *Duchesnea indica* (Andrews) Focke (Rosaceae), *Oxalis conorrhiza* Jacq. (Oxalidaceae) y *Trifolium aff. repens* L. (Fabaceae).

Diez muestras de suelo (con una profundidad de 15 cm) fueron tomadas de la rizosfera de cada especie hospedante. Las muestras se mezclaron, homogenizaron y dividieron en 3 submuestras, se mantuvieron a 4 °C y no transcurrieron más de 15 días hasta su procesamiento. De cada submuestra se tomaron 100 g, los que fueron tamizados empleando mallas de distinto tamiz (500, 125 y 38 µm), siguiendo la metodología propuesta por Gerdemann & Nicolson (1963). Posteriormente, los contenidos retenidos en los tamices fueron centrifugados en sacarosa al 80 % (Walker *et al.*, 1982). Las esporas obtenidas se colocaron en caja de Petri con base cuadrículada de 9 cm de diámetro.

Se realizaron preparaciones microscópicas de las esporas y esporocarpos, montándolos en alcohol polivinílico (APV) y APV + Melzer (Omar *et al.*, 1979), para su posterior observación empleando microscopio óptico. Las esporas se rompieron bajo cubreobjeto a fin de poder observar sus paredes. Los caracteres taxonómicos que se consideraron diagnósticos incluyeron el número y tipo de paredes y su reacción con Melzer, la morfología de la hifa sustentadora, y el color y tamaño de las esporas.

Para la identificación de las especies se consultaron las descripciones originales, la recopilación de Schenck & Perez (1990), el INVAM (Internacional Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi, <http://invam.caf.wvu.edu>) y www.agro.ar.szczein.pl/~jblaszkowski. Las esporas fueron fotografiadas en el microscopio Axiophot Zeiss con película Agfa.

Los especímenes de las HMA se encuentran depositados en el Museo Botánico de Córdoba, denominadas con la sigla CORD (Holmgren *et al.*, 1990).

Cultivos trampa

Las esporas de los HMA se aislaron y cultivaron en macetas usando los suelos de los sitios de estudio y como planta hospedadora a *Sorghum vulgare* Pers. (Brundrett *et al.* 1994). Las muestras de suelo fueron diluidas con arena esterilizada en autoclave (60 minutos a 2 atm de presión) en una relación 1:1 v/v (suelo:arena). Las plantas fueron cultivadas en invernadero (24/18 °C día/noche, fotoperíodo 16/8 h día/noche), sin fertilización, durante un período de 6-12 meses. Al final de la fase del cultivo, la parte aérea de las plantas fue cortada y las macetas con la parte radical se secaron dentro del invernadero por suspensión del riego. Posteriormente, el suelo seco fue almacenado a 4 °C durante varias semanas (hasta 2 meses) antes de realizar la extracción de las esporas de acuerdo a lo detallado anteriormente.

RESULTADOS

La presencia de los HMA presentes en la rizosfera de los hospedantes estudiados se muestra en la Tabla 1. Estas especies pertenecen a los órdenes Diversisporales (*Acaulospora denticulata*, *A. excavata*, *A. laevis*, *A. mellea*, *A. rehmi*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *Entrophospora infrequens*, *Scutellospora biornata*, *S. dipapillosa* y *Pacispora chimonobambusae*), Archaesporales (*Ambispora leptoticha*) y Glomerales (*Glomus claroideum*, *G. clarum*, *G. fuegianum*, *G. geosporum*, *G. intraradices* y *G. lacteum*). Además se encontraron HMA aún no identificados bajo la rizosfera de los hospedantes, correspondientes a dos especies de *Acaulospora*, una de *Scutellospora* y una de *Glomus*.

En este trabajo se describen y dan a conocer como nuevas citas específicas para el país a *Pacispora chimonobambusae* y *Glomus lacteum*.

Orden Diversisporales Walker & Schüßler

Pacisporaceae Walker, Blaszk., Schüßler & Schwarzott

Pacispora chimonobambusae (Wu & Liu) Sieverd. & Oehl ex Walker, Vestberg & Schüßler *Mycol. Res.* 111: 255, 2007. (Figs. 1 A-B).

Glomus chimonobambusae Wu & Liu, *Mycotaxon* 53: 284, 1995.

Pacispora chimonobambusae (Wu & Liu) Sieverding & Oehl, en Oehl & Sieverding, *Angew. Bot.* 108: 76, 2004. Nom inval. (Art. 33.3).

Gerdmania chimonobambusae (Wu & Liu) Walker, Blaszk., Schüßler & Schwaenzott. *Mycol. Res.* 108: 717, 2004.

Esporocarpos no conocidos. **Esporas** solitarias en el suelo, hialinas, amarillo hialino, anaranjadas a pardo castañas, globosas a elipsoides, 70-125 µm de diámetro. Superficie de la espora cubierta con prolongaciones espinescentes, hasta 13,5 µm de largo. **Pared de la espora compuesta**, formada por 2 grupos. El grupo de la pared externa formado por una capa exterior laminada de 3,6-6 µm de espesor y ornamentada con proyecciones, segunda capa simple 1,2-2,4 µm de espesor. Pared interior formada por 2 capas, la primera capa simple, hasta 3,6 µm de espesor, y la segunda capa hialina, simple, de 1,2 µm de espesor. Hifa sustentora concolora con la espora, tubular, hasta 6 µm espesor. Reacción positiva con reactivo de Melzer; las 2 capas de la pared externa se tornan de color amarillo, la segunda capa de la pared interna se torna rojiza. Algunas esporas presentan gran contenido lipídico.

Hábitat: rizosfera de *Alnus acuminata*, *Duchesnea indica*, *Oxalis conorrhiza*, *Trifolium* aff. *repens* y *Sambucus peruviana*.

Distribución geográfica: Especie citada para Taiwán. Se cita por primera vez para Argentina.

Material examinado: ARGENTINA. Prov. de Tucumán: Dpto. Tafí del Valle, Quebrada del Portugués, V-2001, XII-2002, Becerra 14 (CORD). Prov. de Catamarca: Dptos. Ambato y Andalgalá, Sierra de Narváez, V-2001, XII-2002, Becerra 35 (CORD).

Obs.: Se la mantiene en cultivo con *S. vulgare* como planta hospedante. Las esporas de *P. chimonobambusae* del noroeste argentino presentaron menor tamaño mientras que las espigas resultaron de mayor tamaño que los especímenes originalmente descriptos para Taiwán.

Orden Glomerales Morton & Benny

Glomeraceae Pirozynski & Dalpé

Glomus lacteum Rose & Trappe *Mycotaxon* 10 : 413-420. 1980. (Figs. 1 C-D).

No presenta esporocarpos. **Esporas** solitarias en el suelo, hialinas a amarillas, globosas a subglobosas, 80-150 µm de diámetro. **Pared de la espora compuesta** por una capa en un solo grupo. Capa hialina, simple, hasta 3 µm de espesor. La pared de la espora se continúa con la pared de la hifa sustentora. De 1 a 3 hifas sustentoras, derechas, hialinas a amarillas, de 3-5 µm de diámetro en la zona de unión con la espora.

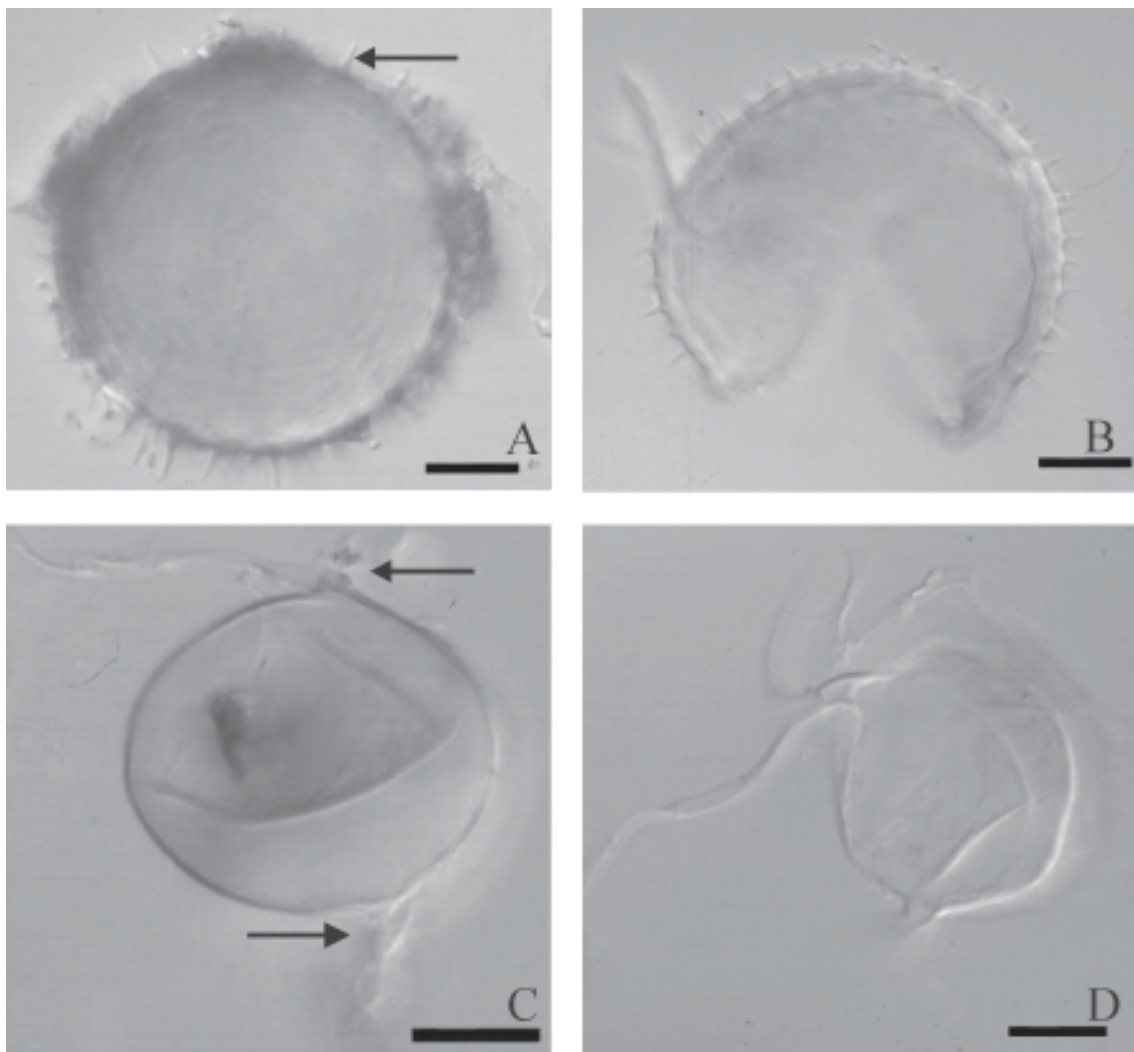


Fig. 1. Hongos micorrízico arbusculares de la Yunga Argentina. **A, B:** Aspecto general de *Pacispora chimonobambusae*. Nótese en **A** las prolongaciones espinescentes (flecha). **C, D:** Aspecto general de *Glomus lacteum*. Nótese en **C** las dos hifas que emanan de la espóra (flecha). Escalas. **A:** 15,6 μ m, **B:** 25 μ m, **C** y **D:** 20 μ m.

En la mayoría de las esporas las hifas sustentoras nacen en extremos opuestos. Contenido de las esporas hialino. No presenta reacción con Melzer.

Hábitat: rizosfera de *Duchesnea indica* y *Oxalis conorrhiza*.

Distribución geográfica: Especie citada para Estados Unidos de América. Se cita por primera vez para Argentina.

Material examinado: ARGENTINA Prov. de Tucumán: Dpto. Tafí del Valle, Quebrada del Portugués, V-2001, XII-2002, Becerra 20 (CORD). Prov. de Catamarca: Dptos. Ambato y Andalgalá, Sierra de Narváez, V-2001, XII-2002, Becerra 42 (CORD).

Obs.: Se mantiene en cultivo con *S. vulgare* como

planta hospedante. Las esporas de *G. lacteum* del noroeste argentino presentaron menor tamaño que los especímenes originalmente descritos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

En este trabajo se dan a conocer dos nuevas citas específicas de HMA para el país: *Pacispora chimonobambusae* y *Glomus lacteum*. Además, se amplía la distribución geográfica de *Acaulospora denticulata*, *A. excavata*, *A. laevis*, *A. mellea*, *A. rehmi*, *A. scrobiculata*, *A. spinosa*, *Ambispora leptoticha*, *Entrophospora infrequens*, *Glomus clarioideum*, *G. clarum*, *G. fuegianum*, *G. geosporum*,

Tabla 1. Presencia de los Hongos Micorrízico Arbusculares (HMA) en la rizosfera de los hospedantes estudiados, los sitios de estudio y su presencia en la planta trampa (*Sorghum vulgare*).

Especies de HMA	Rizosfera del hospedante ¹	Sitios de estudio ²	Presencia en la planta trampa
<i>Acaulospora denticulata</i>	Aa	T, C	Sí
<i>Acaulospora excavata</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Acaulospora laevis</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Acaulospora mellea</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Acaulospora rehmsii</i>	Oc, Sp	T, C	Sí
<i>Acaulospora scrobiculata</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Acaulospora spinosa</i>	Aa, Oc, Tr	T, C	Sí
<i>Acaulospora</i> sp. 1	Tr, Sp	T	No
<i>Acaulospora</i> sp. 2	Aa, Oc	T	No
<i>Ambispora leptoticha</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Entrophospora infrequens</i>	Aa, Oc	T, C	Sí
<i>Scutellospora biornata</i>	Aa, Oc, Tr	T, C	Sí
<i>Scutellospora dipapillosa</i>	Aa, Oc, Sp	T, C	No
<i>Scutellospora</i> sp. 1	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Glomus claroideum</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Glomus clarum</i>	Di	T, C	No
<i>Glomus fuegianum</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Glomus geosporum</i>	Aa, Oc, Sp	T, C	Sí
<i>Glomus intraradices</i>	Aa, Di, Oc, Tr	T, C	Sí
<i>Glomus lacteum</i>	Di, Oc	T, C	Sí
<i>Glomus</i> sp. 1	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí
<i>Pacispora chimonobambusae</i>	Aa, Di, Oc, Tr, Sp	T, C	Sí

¹Hospedantes: **Aa** *Alnus acuminata*, **Di** *Duchesnea indica*, **Oc** *Oxalis conorrhiza*, **Tr** *Trifolium aff. repens*, **Sp** *Sambucus peruviana*.

²Lugares de origen: **T** Tucumán, **C** Catamarca.

G. intraradices, *Scutellospora biornata* y *S. dipapillosa*.

Todas las especies de HMA presentes en la rizosfera de los hospedantes se asociaron con *Sorghum vulgare* a partir del suelo original, excepto *S. dipapillosa* y *G. clarum* y las 2 especies de *Acaulospora* aún no identificadas, que no esporularon. La importancia del uso de plantas trampa es la de revelar especies no recuperadas por el método de tamizado y decantación y viceversa (Miller *et al.*, 1985). La ausencia de algunos de estos hongos en las rizósferas de las plantas trampa podría deberse a que se realizó un solo ciclo de cultivo. Por otro lado, en los bosques existe generalmente una baja esporulación, ya que los HMA se mantienen con el aporte continuo de los productos de la fotosíntesis

de la planta sin necesidad de gastar energía en esporular (Sieverding, 1991).

Novas *et al.* (2005) describieron a *Glomus patagonicum* Novas & Fracchia bajo la rizosfera de *Bromus setifolius* J. Presl en Calafate, Santa Cruz. La especie fue luego sinonimizada por Walker *et al.* (2007) y registrada como *Pacispora patagonica* (Novas & Fracchia) Walker, Vestberg & Schüßler. Esta especie presenta características similares (color y tamaño) a *P. chimonobambusae* de las Yungas, aunque *P. patagonica* presenta una pared compuesta por 3 capas y ornamentaciones en forma de verrugas. Cabe mencionar que *P. chimonobambusae* fue aislada por primera vez de suelos tropicales del Sud-Este de Asia (Wu *et al.*, 1995), ampliándose en este trabajo su distribución para Sudamérica.

Glomus lacteum fue descrito por Rose & Trappe (1980) bajo *Ceanothus velutinus*, arbusto actinorrhizo, en Oregon, EEUU. Una característica distintiva de esta especie es la presencia de hifas sustentoras múltiples, aunque se sabe que esta característica es ampliamente variable entre las especies de *Glomus*. A pesar de ello, las características más relevantes de esta especie son el espesor de la pared de la espora y la presencia de hifas sustentoras múltiples.

Algunas de las especies citadas para la Argentina, pertenecientes a las familias Acaulosporaceae, Archaeosporaceae, Glomeraceae y Gigasporaceae, estuvieron relacionadas a plantas exóticas o cultivadas de la provincia de Buenos Aires y Tucumán (Mohabed, 1985; Alborno & Catania, 1996, 2000; Irrazabal *et al.*, 2005) y en plantas nativas de las provincias de Mendoza, Córdoba y Entre Ríos (Lugo, 1997; Lugo & Cabello, 1999, Lugo *et al.*, 1999; Velazquez *et al.*, 2008).

Es común encontrar diferencias, tales como el color, tamaño y forma de la espora entre el material descrito en los bosques de las Yungas y lo citado en la literatura, ya que las esporas que provienen de distintos hospedantes pueden diferir entre sí (Morton, 1990; Morton & Benny, 1990).

La identificación de los taxones a nivel de especies se ha vuelto importante en los experimentos y en estudios de diversidad en estos últimos años. Un sistema estándar de la caracterización morfológica, con énfasis sobre el criterio de desarrollo de la espora, se fortalecería con estudios moleculares para definir la evolución, la sistemática y la identificación de las especies de HMA y así documentar su diversidad en diferentes partes del mundo (Redecker *et al.*, 2000; Morton & Redecker, 2001; Schüßler *et al.*, 2001; Hafeel, 2004).

AGRADECIMIENTOS

A. Becerra es Investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). M. Cabello es Investigadora de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires (CICBA). Agradecemos a los revisores cuyas sugerencias mejoraron el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

ALBORNOZ, P. & M. CATANIA. 1996. Endomicorriza en cultivo de soja y maíz en el este tucumano (Argentina). Influencia de los diferentes sistemas de labranza. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 31: 17-20.

ALBORNOZ, P. & M. CATANIA. 2000. Presencia de *Sclerocystis sinuosa* (Glomeraceae) en la Provincia de Tucumán. *Lilloa* 40: 137-138.

ALLEN, M. F. 1991. *The ecology of mycorrhizae*. Cambridge University Press, Cambridge.

BROWN, A., G. PLACCI & H. R. GRAU. 1993. Ecología y biodiversidad de las Selvas Subtropicales de Argentina. In: GOÑI, F. & C. GOIN (eds.), *Principios de Política Ambiental*, pp. 215-222. Cámara de Diputados de la Pcia. de Buenos Aires, Buenos Aires.

BRUNDRETT, M. 1991. Mycorrhizas in natural ecosystems. *Adv. Ecol. Res.* 21: 171-262.

BRUNDRETT, M., L. MELVILLE & L. PETERSON. 1994. Isolating and propagating Glomalean fungi. In: *Practical methods in mycorrhiza research*, pp. 71-80. Mycologue Publications, Guelph, Ontario.

BRUNDRETT, M., N. BEEGHER, B. DELL, T. GROOVE & N. MALAJCZUK. 1996. *Working with mycorrhizas in Forestry and Agriculture*. ACIAR Monograph 32, Canberra.

CABRERA, A. L. 1976. *Fitogeografía de la República Argentina*. *Enciclopedia Argentina de Agronomía y Jardinería*. 2: 74. ACME, Buenos Aires.

DALPÉ, Y. & S. DECLERCK. 2002. Development of *Acaulospora rehmanii* spore and hyphal swellings under root organ culture. *Mycologia* 94: 850-855.

GERDEMANN, J. W. & T. H. NICOLSON. 1963. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 84: 679-684.

GRIME, J. P., J. M. MACKEY, S. H. MILLER & D. J. READ. 1987. Floristic diversity in a model system using experimental microcosm. *Nature* 328: 420-422.

HAHEEL, K. M. 2004. Spore ontogeny of the arbuscular mycorrhizal fungus *Archaeospora trappei* (Ames & Linderman) Morton & Redecker (Archaeosporaceae). *Mycorrhiza* 14: 213-219.

HOLMGREN, P. K., N. H. HOLMGREN & L. C. BARNETT. 1990. *Index Herbariorum*. I: The herbaria of the world. *Regnum Veg.* 120: 1-693.

HUECK, K. 1978. *Los bosques de Sudamérica*. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, Eschborn.

IRRAZABAL, G., S. SCHALAMUK, M. S. VELAZQUEZ & M. CABELLO. 2005. Especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares: nuevas citas para la República Argentina. *Bol. Soc. Argent. Bot.* 40: 17-22.

JOHNSON, D., R. E. BOOTH, A. S. WHITELEY, M. J. BAILEY, D. J. READ & J. P. GRIME. 2003. Plant community composition affects the biomass, activity and diversity of microorganisms in limestone grassland soil. *Eur. J. Soil Sci.* 54: 671-677.

KLIRONOMOS, J. N., J. MCCUNE, M. HART & J. NEVILLE. 2000. The influence of arbuscular mycorrhizae on the relationship between plant diversity and productivity. *Ecol. Lett.* 3: 137-141.

- LUGO, M. A. 1997. Seis especies de Glomales (Zygomycetes) en Poaceae argentinas. I. *Kurtziana* 25: 187-204.
- LUGO, M. A. & M. N. CABELLO. 1999. Acaulosporaceae (Glomales, Zygomycetes) en pastizales autóctonos del centro de Argentina. II. *Darwiniana* 37: 323-332.
- LUGO, M. A., M. N. CABELLO & A. M. ANTON. 1999. Novedades en Glomales (Zygomycetes) de pastizales del centro de Argentina. *Kurtziana* 27: 391-401.
- MILLER, D. D., P. DOMOTO & C. WALKER. 1985. Colonization and efficacy of different endomycorrhizal fungi with apple seedlings at two phosphorus levels. *New Phytol.* 100: 393-402.
- MOHABED, I. 1985. Hongos formadores de micorrizas vesículo-arbusculares en arena de dunas marítimas: I. *Ciencia del Suelo* 3: 177-179.
- MORTON, J. B. 1990. Evolutionary relationships among arbuscular mycorrhizal fungi in the Endogonaceae. *Mycologia* 82: 192-207.
- MORTON, J. B. & G. L. BENNY. 1990. Revised classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Zygomycetes): a new order, *Glomales*, two new suborders, *Glominae* and *Gigasporineae*, and two new families, *Acaulosporaceae* and *Gigasporaceae*, with an emendation of *Glomaceae*. *Mycotaxon* 37: 471-491.
- MORTON, J. B. & D. REDECKER. 2001. Two new families of Glomales, *Archaeosporaceae* and *Paraglomaceae*, with two new genera *Archaeospora* and *Paraglomus*, based on concordant molecular and morphological characters. *Mycologia* 93: 181-195.
- MUKERJI, K. G., B. P. CHAMOLA & J. SINGH. 2000. *Mycorrhizal biology*. Kluwer Academic/Plenum Publisher, New York.
- NOVAS, M. V., S. FRACCHIA, A. MENÉNDEZ, D. CABRAL & A. GODEAS. 2005. *Glomus patagonicum* sp. nov. (Glomerales) a new arbuscular mycorrhizal fungus from Argentina. *Nova Hedwigia* 80: 533-539.
- OMAR, M. B., L. BOLLAND & W. A. HEATHER. 1979. P.V.A. (polivinil alcohol). A permanent mounting medium for fungi. *Bull. Brit. Mycol. Soc.* 13: 31-32.
- PATE, J. S. 1994. The mycorrhizal association: just one of many nutrient acquiring specializations in natural ecosystems. In: ROBSON, A. D., L. K. ABBOTT & N. MALAJCZUK (eds.), *Management of mycorrhizas in Agriculture and Forestry*, pp 1-10. Kluwer Academic Publishers, London.
- REDECKER, D. 2000. Molecular identification and phylogeny of arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant Soil* 244: 67-73.
- REDECKER, D., R. KODNER & L. E. GRAHAM. 2000. Glomalean fungi from the Ordovician. *Science* 289: 1920-1921.
- REDECKER, D. & P. RAAB. 2006. Phylogeny of the Glomeromycota (arbuscular mycorrhizal fungi): recent developments and new gene markers. *Mycologia* 98: 885-895.
- ROHMEDER, G. 1945. *Bosquejo fisiogeográfico de Tucumán*. Instituto de Estudios Geográficos. Universidad Nacional de Tucumán. Monografía N° 8, San Miguel de Tucumán.
- ROSE, S. L. & J. M. TRAPPE. 1980. Three new endomycorrhizal *Glomus* spp. associated with actinorrhizal shrubs. *Mycotaxon* 10: 413-420.
- SCHENCK, N. C. & Y. PEREZ. 1990. *Manual for the identification of Mycorrhizal Fungi*. Synergistic Publications, Gainesville.
- SCHÜßLER, A., D. SCHWAARZOTT & C. WALKER. 2001. A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycol. Res.* 105: 1413-1421.
- SIEVERDING, E. 1991. *Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Management in Tropical Agrosystems*. GTZ, Eschborn.
- VAN DER HEIJDEN, M. G. A. 2002. Arbuscular mycorrhizal fungi as a determinant of plant diversity: in search of underlying mechanisms and general principles. In: VAN DER HEIJDEN M. G. A. & I. R. SANDERS (eds.), *Mycorrhizal Ecology*, pp. 243-265. Ecological Studies. Vol. 157. Springer-Verlag, Berlin.
- VARGAS GIL, J. R. & A. R. BIANCHI. 1981. *Regiones Naturales del NOA. Memoria Anual de Información Técnica para productores*. INTA, Salta.
- VELAZQUEZ, M. S., M. CABELLO, G. IRRAZABAL & A. GODEAS. 2008. *Acaulosporaceae* from El Palmar National Park, Entre Ríos, Argentina. *Mycotaxon* (en prensa).
- WALKER, C., W. MIZE & H. S. MCNABB. 1982. Populations of endogonaceous fungi at two populations in central Iowa. *Canad. J. Bot.* 60: 2518-2529.
- WALKER, C., M. VESTBERG & A. SCHÜßLER. 2007. Nomenclatural clarifications in *Glomeromycota*. *Mycol. Res.* 111: 253-255.
- WU, C-H., Y-S. LIU, Y-L. HUANG, Y-P. WANG & C-C. CHAO. 1995. Glomales of Taiwan: V. *Glomus chimonobambusae* and *Entrophospora kentinensis*, spp. novum. *Mycotaxon* 53: 283-294.
- WU, C. & D. M. SYLVIA. 1993. Spore ontogeny of *Glomus globiferum*. *Mycologia* 85: 317-322.

Recibido el 17 de Diciembre de 2007, aceptado el 11 de Julio de 2008.