



Presencia y distribución de representantes hipogeos de la clase Glomeromycetes (hongos micorrizógenos VA) en ecosistemas andinos venezolanos.

Presence and distribution of hypogeal representatives of Glomeromycetes class (VA mycorrhizal fungi) in andean venezuelan ecosystems

Ricardo A. Herrera-Peraza ^{1†}, Miguel Montilla ^{2†}, Eduardo Furrázola ^{1*},
Roberto L. Ferrer ^{1†}, Sonia Morales ² y Maximina Monasterio ²

Palabras clave: agricultura convencional, diversidad de hongos micorrizógenos arbusculares, páramo, selva nublada, taxonomía

Key words: arbuscular mycorrhizal fungal diversity, conventional agriculture, cloud forest, paramo, taxonomy

Recibido: 14/01/2014

Aceptado: 15/04/2016

RESUMEN

Fueron colectados los suelos de 12 sitios correspondientes a páramos andinos y sus sistemas de reemplazo agrícola tradicional o convencional, para conocer la presencia y distribución de representantes hipogeos de la clase Glomeromycetes (hongos micorrizógenos VA). También fue colectado el suelo de una selva nublada andina para conocer las diferencias distributivas de estos hongos en ecosistemas de páramo y selva. En total fueron encontradas 60 especies o morfoespecies de hongos glomeromicetos, 15 de las cuales pudieron ser identificadas taxonómicamente. Además, se muestran las microfotografías correspondientes a las 60 especies y morfoespecies encontradas.

ABSTRACT

The soils belonging to 12 sites corresponding to andean moors of the Glomeromycetes class (VA mycorrhizal fungi). In addition, the soil from an Andean cloudy forest was collected to know the distributive differences of these fungi between paramo and forest ecosystems. A total of 60 species or spore types of glomeromycetal fungi order were collected, 15 of them being taxonomically identified at the species level. Also, the microphotographs corresponding to the 60 collected species and morphospecies are showed.

* Autor para correspondencia. eduardof@ecologia.cu

¹ Instituto de Ecología y Sistemática,
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente,
Carretera de Varona 11835 e/ Oriente y Lindero,

Calabazar, Boyeros, La Habana 19, C.P. 11900.
La Habana, Cuba.

² Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Universidad
de Los Andes, Facultad de Ciencias, Mérida, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

En numerosos trabajos (Montilla, 1992; Barnola y Montilla, 1997; Montilla *et al.*, 2002) se ha demostrado la importancia de las micorrizas arbusculares (MA) para el funcionamiento de los ecosistemas de páramos andinos y sus sistemas de reemplazo agrícola. Estos sistemas de reemplazo parten del laboreo de parcelas de páramo incorporando la necromasa resultante al suelo, seguido por el cultivo con bajos insumos de papa, trigo y otras especies, y a continuación etapas de barbecho durante las cuales se recupera casi totalmente el funcionamiento del ecosistema original (Sarmiento *et al.*, 1993).

Sin embargo, poco se conoce acerca de las especies y morfoespecies hipógeas pertenecientes a la clase Glomeromycetes, en general productoras de micorrizas VA, que se presentan en los páramos y selvas nubladas de los Andes venezolanos. Estos conocimientos son de interés para el manejo de las comunidades autóctonas de hongos micorrizógenos VA y para promover la utilización de cepas de efectividad adecuada para conservar o incluso mejorar la productividad de los cultivos a partir de tecnologías de agricultura sostenible basadas en métodos tradicionales.

Los resultados acerca de las micorrizas y otros biofertilizantes en ecosistemas similares a los andinos son más bien escasos y se circunscriben a algunas investigaciones desarrolladas en territorios Alpinos (Blaschke, 1991), montañas altas de Noruega (Dhillon, 1994), y territorios del Alto Ártico de Canadá (Nosko *et al.*, 1994). Entre ellos sólo uno (Blaschke, 1991) hace mención a las especies de hongos glomeromicetos encontradas. Este autor (Blaschke, 1991) reportó la presencia de 12 especies de estos hongos e hizo referencia a su asociación con 8 de las especies de plantas vasculares más importantes de los Alpes calcáreos norteños de Bavaria, Alemania. Entre los hongos glomeromicetos encontrados 3 pertenecieron a *Acaulospora* spp., 1 a *Entrophospora* spp., 7 a *Glomus* spp. (incluyendo a *Glomus tenue*, productor del denominado "endófito fino" y cuya presencia es detectada por las características de sus endófitos y no por sus esporas

aisladas del suelo, pues estas son muy pequeñas y difíciles de detectar), y 1 a *Scutellospora* sp.

El presente trabajo reporta la presencia y distribución de especies fúngicas de la clase Glomeromycetes en páramos y selvas nubladas de los Andes venezolanos y describe brevemente los tipos de espores que no pudieron ser identificados. Además, se hace un análisis de esta clase de acuerdo con las especies o tipos de espores dominantes, sus orígenes, las asociaciones en que se presentan y las afinidades distributivas existentes entre ecosistemas de páramo, sus sistemas de reemplazo agrícola tradicional (bajos insumos) o convencional (altos insumos), y un ecosistema contrastante representado por una selva nublada andina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sítios de estudio

Las colectas de suelo para el presente trabajo fueron realizadas en ecosistemas de páramo y selvas nubladas, que ocupan en los andes tropicales, los pisos más altos. Las selvas nubladas aparecen a partir de 1800 m.s.n.m. hasta aproximadamente 2500 m.s.n.m., mientras que los páramos se sitúan desde 2500 m.s.n.m. hasta 4800 m.s.n.m., donde comienzan las nieves perpetuas. Los suelos andinos en la región son en general jóvenes y están sujetos a una gran actividad morfogenética. Se han desarrollado sobre sedimentos recientes con origen glacial o fluvio-glacial y provienen de rocas del Precámbrico (Fariñas y Monasterio, 1980). Las áreas estudiadas fueron las siguientes (al lado de cada sitio se señala la referencia abreviada del sitio o la letra con que se hace referencia a cada uno en las tablas, figuras y texto).

Estación Experimental de Papa, Campo Experimental INIA (Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas) en Mucuchíes (KIK y ARA)

La estación se encuentra situada a 10 km al este de Mucuchíes en la ruta hacia Apartaderos, 8° 47' N, 70° 52' W, a 3156 m.s.n.m., con precipitación media anual de 630 mm y temperatura media anual de 10.6°C. En la estación fueron colectadas dos áreas, la primera, constituida por un pastizal de *Pennisetum clandestinum* (Hierba Kikuyo) y *Trifolium repens*

(Trébol Blanco), mencionada a los efectos del presente trabajo como KIK; y la segunda constituida por un campo arado utilizado como área experimental principalmente para la siembra de papa, que se encontraba sin cobertura vegetal al momento de la colecta (ARA).

Páramo de Gavidia (GAV)

El área se encuentra a 8° 40' N, 70° 54' W, a 3300 m.s.n.m., con precipitación bimodal de aproximadamente 1100 mm y temperatura media anual de 8°C, variable entre 10 y 6°C. En el páramo de Gavidia se establece una estación seca entre Noviembre y Marzo, período en que las heladas se tornan más frecuentes (Monasterio y Reyes, 1980). Las colectas fueron realizadas en varias parcelas de barbecho después del cultivo de papa (*Sonalum tuberosum* subesp. *andigenum*) con 1 a 12 años de descanso, y en parcelas sucesionalmente reconstruidas y funcionalmente equivalentes al páramo natural.

Páramo de Mucubají (MUC, PAH y PAS)

Las formaciones vegetales predominantes son rosetal-arbustal y pastizal estacional paramero situadas en el páramo de Mucubají, en la ruta hacia Santo Domingo, área situada a 200 m al oeste de la laguna del mismo nombre, 8° 48' N, 70° 49' W, Parque Nacional Sierra Nevada, estado Mérida, Venezuela. La vegetación es reconocida como páramo andino típico. La precipitación media anual es de 968 mm y la temperatura media anual es de 5.4°C. Las áreas ocupadas por el rosetal-arbustal están dominadas principalmente por *Espeletia schultzei* e *Hypericum laricifolium*, mientras que en las zonas más bajas se establecen pastizales estacionalmente inundables compuestos principalmente por gramíneas y ciperáceas. Las tres áreas incluidas en el presente estudio fueron las siguientes: MUC, a 3550 m.s.n.m., cercana a la casa-museo a la entrada del parque; y PAH y PAS, a 3400 m.s.n.m., situadas a 500 m hacia el Este, la primera en una zona húmeda (ladera cóncava) y la segunda en una zona más seca (ladera convexa).

Selva Nublada de La Mucuy (SNH y SNS)

La selva se encuentra situada al nordeste de la ciudad de Mérida, 8° 38' N, 71° 02' W, y entre 2300 y 2400 m.s.n.m. En esta área, situada a aproximada-

mente 100 m sobre el Campo Experimental Truchícola La Mucuy, las precipitaciones varían anualmente entre los 1700 y 3100 mm, y la temperatura media anual es de 14°C. La selva se desarrolla sobre suelos ácidos y puede clasificarse estructuralmente como continental (con árboles emergentes) y altamente diversa. La vegetación está compuesta principalmente por especies de las familias Rubiaceae, Lauraceae, Clusiaceae, Melastomataceae, Cyatheaaceae y Euphorbiaceae, entre otras. Fueron colectadas dos áreas, una en ladera cóncava, más húmeda (SNH) y otra en ladera convexa relativamente más seca (SNS).

Páramos de Pico El Águila (AGU, PDH y PDS)

Páramos desérticos situados entre 4200 y 4400 m.s.n.m., en la ruta hacia Timotes, estado Mérida, Venezuela. En el páramo aparece *Espeletia timotensis* como especie dominante. El área se encuentra a los 8° 52' N y 70° 48' W, y presenta una temperatura media anual de 2.8°C y precipitación media anual de 798 mm. Fueron realizadas colectas en tres sitios, el primero en el propio Pico del Águila (AGU) y otros dos en la zona de Mifafí, a aprox. 4 km hacia el norte del primero, uno en ladera cóncava, un fondo de valle, más húmedo (PDH) y otro en una ladera convexa más seca (PDS).

Valle de Mocoa (MOC)

Esta área, situada a 8° 44' N, 70° 55' W, y a una altitud de 2800 m.s.n.m., es climáticamente similar al área de Mucuchíes (KIK, ARA), y en ella se desarrollan sistemas agrícolas convencionales con altos insumos en fertilizantes y otros productos químicos. El área es dedicada principalmente al cultivo de papa y ajo.

Análisis de las especies de hongos glomeromicetos presentes en las áreas estudiadas

En los sitios visitados fueron colectadas muestras de suelo para conocer los hongos glomeromicetos hipógeos presentes. Primeramente, las muestras de suelo fueron secadas al aire y tamizadas por 2 mm. A continuación fueron procesadas utilizando una modificación de la técnica del tamizado en húmedo y decantado del substrato ("wet sieving and decanting", Gerdemann y Nicolson, 1963): a) sumersión de 100 g de suelo en H₂O₂ al 1.5% durante 1 h; b)

tamizado húmedo (utilizando un chorro de agua a presión) a través de 2 tamices, el primero de 140 μm colocado dentro de un embudo plástico, y el segundo de 40 μm colocado en forma inclinada bajo el vástago del embudo; c) licuado del tamizado superior en una licuadora doméstica, con la mínima velocidad (1, aprox. 5000 r.p.m.) durante 30 segundos y de nuevo pase a través del tamiz superior; d) licuado del tamizado inferior en una licuadora doméstica, con la máxima velocidad (4 u 8, aprox. 10000 r.p.m.) durante 60 segundos, y pase de nuevo por el tamiz inferior; e) recuperación de los tamizados por separado en un embudo buchner con papel de filtro Fisher brand P-8, filtrada rápida, o equivalente; y f) secado al aire de los tamizados hasta peso constante.

Posteriormente, los tamizados, por separado, son desagregados manualmente, pasándolos, en seco, a través de un tamiz de 500 μm para separar la fracción mayor, en general libre de esporas. A continuación, el 10% por peso del tamizado mayor y 5% por peso del tamizado menor, son centrifugados en gradiente de agua y sacarosa 2 M (Sieverding, 1991).

Las esporas fueron colectadas con pipetas Pasteur bajo microscopio estereoscópico y clasificadas de acuerdo con las características generales de las especies o tipos observados. A continuación, fueron montadas en portaobjetos con PVLG o PVLG-Melzer (páginas web de Joseph Morton: <http://www.invam.caf.wvu.edu>). Las observaciones y mediciones fueron realizadas en un microscopio compuesto Axioskop 2 plus de Carl Zeiss, las imágenes tomadas con una cámara AxioCam y procesadas mediante el software AxioVision 3.1 a 1300 x 1030 dpi.

Para la clasificación de las especies encontradas fue consultada la literatura con las descripciones originales de las especies que actualmente se reportan para la clase Glomeromycetes, además de las revisiones generales existentes (Schenck y Pérez, 1990; Morton, 2001). Cuando fue necesario, los tipos o especies fueron comparados con los ejemplares existentes en el Herbario Nacional de Cuba que

agrupan a más de 2500 ejemplares de especies o tipos colectados en Canadá, Cuba, Costa Rica, Estados Unidos de Norteamérica, Francia, Gran Bretaña, México, y Venezuela; y más de 300 portaobjetos con cepas provenientes del INVAM (Colección Internacional de Cultivos de Hongos Arbusculares y Vesículo-Arbusculares, Universidad de West Virginia) o provenientes de aislamientos de Costa Rica, Cuba o Venezuela. Se ha tenido también la posibilidad de examinar los tipos depositados en el Herbario OSC (Universidad de Oregón, Corvallis, OR), Herbario MICH (Universidad de Michigan, Ann Arbor, MI), Herbario FH (Farlow, Universidad de Harvard, Cambridge, MA), y Herbario NY (New York Botanical Garden, New York, NY). En total se cuenta con microfotografías de 120 de las aproximadamente 160 especies descritas hasta el momento a nivel mundial. Las abreviaturas empleadas para los géneros observados fueron: *Acaulospora* spp. (A.); Falsa-*Acaulospora* (FA.); *Xero-Acaulospora* (XA.); *Entrophospora* (Ent.); *Archaeospora* (Arch.); Falsa-*Archaeospora* (FArch.); *Glomus* (Gl.); Falso-*Glomus* (FGl.); *Xero-Glomus* (XGl.); *Sclerocystis* (Scl.) y *Scutellospora* (Scu.).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Consideraciones generales sobre el estudio taxonómico de la clase Glomeromycetes No se entrará a discutir profundamente en el presente trabajo la forma en que se está desarrollando actualmente la taxonomía de la clase Glomeromycetes. Si es necesario aclarar, que, a pesar del profundo análisis, relativamente reciente, de los componentes de las paredes en esporas de representantes hipogeos de la clase, y a pesar de la gran importancia que tienen los cultotipos de los representantes de la misma para muchos fines, no es posible seguir desarrollando los estudios taxonómicos de estos hongos exclusivamente sobre la base de los cultotipos que se obtengan en el laboratorio por las siguientes razones:

1. No todos los hongos glomeromicetos de hábitos hipogeos son fáciles de cultivar. Para muchos el cultivarlos es muy difícil o imposible.

2. Numerosas especies de estos hongos forman grandes esporocarpos epigeos de hábitos probablemente saprófitos y que tal vez ni siquiera producen micorrizas VA. Por otra parte, los hábitos mutualistas o saprofitos de los hongos, epigeos o hipogeos, incluidos actualmente en la clase Glomeromycetes no se conocen en toda su magnitud. Por lo tanto, la separación de estos hongos sobre la base de la habilidad de sus taxones para producir micorrizas VA pudiera ser artificial y en gran medida es cuestionable.
3. El éxito reproductivo de los cultotipos de especies de hongos glomeromicetos depende en gran medida de las condiciones edafoclimáticas predominantes, y cada vez son más los casos que evidencian que tales cultotipos no tienen repetitividad al ser cambiados de sitio, y por lo tanto su valor taxonómico como ejemplares obligatorios, para dar paso a descripciones de nuevas especies, también es cuestionable.
4. La riqueza de las especies de hongos glomeromicetos en países tropicales parece ser mucho mayor de la supuesta actualmente. Ya es hora de dar paso a un desarrollo acelerado de la taxonomía clásica basada en material colectado directamente del campo, de manera que más adelante las técnicas moleculares, el desarrollo de cultotipos, u otras técnicas puedan demostrar si se trata realmente de especies o si se trata de sinonimias, lo cual actualmente es un proceso normal en el desarrollo de la taxonomía de la mayor parte de los seres vivos, con excepción, en la actualidad, de la División Glomeromycota.
5. Por el contrario de lo que se ha escrito en la literatura mundial, el material colectado directamente del campo conserva en muchas ocasiones todos sus atributos, de manera que las esporas y esporocarpos colectados así, pueden servir perfectamente como base para descripciones de nuevas especies. Es cierto, sin embargo, que el material colectado de cultotipos es más limpio. No obstante, siempre que existan suficientes argumentos morfológicos para su ubicación taxonómica y filogenética, es necesario reportar los nuevos taxones que aparezcan, aun tratándose de esporas sucias o incompletas, o sin todos los atributos que permitan su descripción ontogenética exacta, simplemente, porque estos ejemplares pudieran no aparecer nunca más en colectas posteriores.
6. Sólo en algunos casos deberá esperarse al desarrollo de cultotipos o de otras colectas para definir el desarrollo ontogenético probable de cada nuevo taxón, pero en realidad son numerosos los nuevos taxones, incluso probables familias nuevas, que van apareciendo, y muy necesario el desarrollo de trabajos de cladismo que permitan reconocer la verdadera filogenia del orden, sobre bases morfológicas.
7. El nivel de "especie" en la taxonomía de los Glomeromyetes está bien definido, pero se basa solo en las características de las esporas. Dichas esporas, sin embargo, no son equivalentes a un individuo, sino a una parte del mismo. En última instancia, el individuo en una población de hongos glomáceos perteneciente a la misma especie o morfo-especie, está dado por un punto de inicio de colonización o apresorio, a partir del cual se desarrolla el micelio interno o endofítico (de endófito, situado en el interior de una parte del vegetal) en el tejido cortical de las raicillas. Hacia el exterior, se desarrolla el micelio externo o ectofítico (de ectófito, situado en el exterior de una parte del vegetal). Tanto el endófito como el ectófito constituyen ramificaciones del mismo tronco común originado a partir de un propágulo micorrizógeno (Fig. 1).
8. Tanto el endófito como el ectófito pueden producir vesículas o células auxiliares, o esporular en el interior (*Glomus intraradices*, *G. clarum*, y otros) o exterior de la raicilla. Dichas esporas endógenas o exógenas no son por lo tanto individuos, sino partes de un mismo individuo. Aun no se conoce la cantidad de esporas producidas por un solo individuo de hongos MVA, esto habrá que investigarlo en un futuro próximo. No obstante, por el momento si se conoce que una espora, y ni siquiera varias esporas, pueden ser consideradas como holotipo pues, a menos que se demuestre lo contrario, no son partes de un mismo individuo

y mucho menos pueden ser consideradas como el individuo en sí.

Sobre la base de los argumentos anteriores, se ha decidido reiniciar el desarrollo de la taxonomía clásica de la clase Glomeromycetes, proceso prácticamente detenido después de la publicación del trabajo de Gerdemann y Trappe (1974) sobre Endogonaceae en la región noroccidental de los Estados Unidos de América. Esto podrá permitir a la vez el desarrollo algo más rápido de la ecología del orden, sobre todo en países tropicales.

La clase Glomeromycetes en los ecosistemas andinos venezolanos

Como se observa en la [Tabla 1](#), en los ecosistemas de páramo y sus sistemas de reemplazo agrícola tradicional o convencional fueron encontradas en total 60 especies: 13 *Acaulospora* spp. (A.); 2 Falsa-*Acaulospora* (FA.); 1 *Xero-Acaulospora* (XA.); 4 *Entrophospora* spp.; 4 *Archaeospora* spp. (Arch.); 2 Falsa-*Archaeospora* (FArch); 23 *Glomus* spp.; 2 Falso-*Glomus* (FGI); 2 *Xero-Glomus*; 2 *Sclerocystis* spp.; y 5 *Scutellospora* sp. Esto representa una cifra bastante alta si se consideran otros reportes previos hechos para ecosistemas tropicales y sus sistemas de reemplazo (Sieverding, 1991) y se asemeja a las cifras obtenidas para algunos bosques tropicales (E. Furrázola, comun. pers.). En el caso de las morfo-especies agrupadas bajo las denominaciones de Falsa-*Acaulospora*, *Xero-Acaulospora*, Falsa-*Archaeospora*, Falso-*Glomus*, y *Xero-Glomus*, se trata probablemente de taxones infra-genéricos cuya descripción oficial no ha sido reportada. Sin embargo, en todos los casos se trata de taxones cuyas características no coinciden con las de ninguno de los géneros descritos hasta el momento.

A pesar de que *Glomus tenue*, productor del denominado “endófito fino” también ha sido encontrada en los páramos andinos venezolanos (Montilla *et al.*, 2002), esta especie ha sido excluida del listado por no haberse observado esporas de la misma en los análisis.

Sólo 15 de las 60 especies encontradas pudieron ser identificadas partiendo de la literatura y ejemplares de consulta disponibles. Probablemente, muchos

de los 45 tipos de espóra (probables especies) no identificados constituyen especies nuevas. La [Tabla 1](#) lista las especies y morfoespecies colectadas y brinda una pequeña descripción en cada caso. Por su parte, en las [Fig. 2](#) a la [17](#) se muestran las microfotografías de las especies y morfoespecies colectadas.

En cuanto a la distribución del orden Glomales de acuerdo con los sitios estudiados, se observa en la [Tabla 2](#) que la mayor riqueza del orden se presentó en los sitios más húmedos (PAH, MUC, PAS, SNH, SNS Y PDH). Sin embargo, los valores de riqueza pudieron estar influidos por el número de colectas realizadas con anterioridad. Se sabe que no todas las especies o morfo-especies esporulan a un tiempo, por lo cual, una simple colecta no sirve para cuantificar la riqueza total del sitio. En este sentido, y comparando sólo los sitios donde la riqueza se refiere a una sola colecta, todos, excepto GAV, fueron los más ricos, pues en este último se realizan colectas desde 1991.

Los sitios más pobres en riqueza de hongos glomeromicetos fueron aquellos afectados de alguna forma por los sistemas agrícolas de altos insumos (MOC), los más estresados por bajas temperaturas o desecación (AGU y PDS), o aquellos donde las colectas fueron demasiado puntuales (KIK, ARA, y MUC).

Las especies o tipos más importantes de acuerdo con su distribución fueron 6, presentes a su vez en 6 o más sitios. Estas especies fueron *Gl.* “dimórfico amarillo”, *A.* “amarilla La Mucuy”, *A.* “laevis-like”, *A.* “scrobiculata-like”, *Ent. infrequens* y *G. tortuosum*, lo que por supuesto no se corresponde con las mayores o menores poblaciones de esporas en cada especie o morfoespecie en los sitios estudiados.

Muchas de las especies ya reportadas en la literatura mundial y encontradas en los Andes venezolanos, estuvieron poco presentes o representadas. Sin embargo, este dato no debe tener la mayor relevancia, pues probablemente su presencia pudiera aumentar cuando aumente la frecuencia de las colectas.

El *Gl.* "blanco Piedras Blancas", fue el único capaz de crecer en el sistema agrícola de altos insumos de Moca (MOC). Este tipo de espora pudiera representar en los ecosistemas vegetales de montañas altas el papel de *Glomus intraradices* en otros ecosistemas, pues su capacidad de reproducirse incluso bajo condiciones de alta fertilidad de suelo evidencian el carácter agresivo del taxón (Johnson, 1993).

En cuanto a la riqueza de los géneros representados, los sitios examinados se comportaron como la mayor parte de otros reportes donde los individuos pertenecientes a las familias Acaulosporaceae y Glomeraceae son los más representados. El género *Scutellospora* estuvo bastante bien representado, como ocurre con otros sitios con suelos ácidos. Sin embargo, el género *Sclerocystis* presentó una representatividad pobre, lo que pudo deberse a que este taxón es más bien propio de sistemas tropicales cálidos.

En general pudiera considerarse que la clase Glomeromycetes se encuentra en franca evolución en los ecosistemas examinados. Esto no es de extrañar, pues ha sido reportado que en numerosos casos (plantas y animales, principalmente), a pesar de que tales ecosistemas son geológicamente jóvenes, los principales taxones se encuentran en un franco proceso evolutivo acelerado. Fue realmente sorprendente la riqueza de la familia Archaeosporaceae, para la cual han sido reportadas, a nivel mundial, sólo tres especies (aunque consideramos que *A. trappeii* no pertenece exactamente a *Archaeospora* spp.). En total la familia o taxones relacionados parecen estar representados en los ecosistemas examinados por 6 especies, de las cuales 4 pertenecen con seguridad a *Archaeospora* spp. y 2 pudieran constituir un género nuevo (morfoespecies de FArch.).

La colecta de una morfoespecie similar en composición de pared a *Glomus scintillans*, nos han hecho reubicar provisionalmente a ambas especies dentro de otro taxón (FA.).

En cuanto a la *Xero-Acaulospora*, se trata probablemente de un género y familia nuevos, del cual han

sido observados varios representantes que en general son comunes en ecosistemas sometidos a sequías prolongadas.

También fueron encontrados los Falso-*Glomus*, que poseen estructuras de origen muy particular constituidas por un esporóforo de un solo componente gelatinoso y granular. Por su parte, los *Xero-Glomus* se caracterizaron por un componente externo capaz de formar pliegues de estructura fija. Otro representante de este taxón fue encontrado recientemente en los páramos desérticos cercanos al volcán Chimborazo, Ecuador, a 4200 m.s.n.m.. En este caso los pliegues forman figuras helicoidales a favor o en contra de las manecillas del reloj.

Por último, es de destacar la gran riqueza de hongos glomeromicetos en los páramos y selvas nubladas de los Andes venezolanos si estos son comparados con territorios alpinos donde fueron encontradas solamente 12 especies (Blaschke, 1991).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la ayuda brindada a través de los proyectos PIPP-C-07-95 y RICAS de la IAI (Instituto Interamericano de Cambios Globales), gracias a cuyo financiamiento pudieron ser colectadas algunas de las muestras necesarias para el presente trabajo. El autor principal también extiende su agradecimiento al ACLSC-Working group for Cuba y al DRCLAS (David Rockefeller Center for Latinamerican Studies), y en especial a James D. Bever (Univ. de Irvine, CA), Otto Solbrig (Univ. de Harvard, MA) y Joseph Morton (INVAM, Univ. de West Virginia, WV), por haber hecho posible su visita a los principales herbarios norteamericanos donde se encuentran depositados los tipos del orden Glomales. También se agradece a la Fundación Internacional para la Ciencia (IFS) la ayuda brindada a través del donativo D/251-3. Los autores también agradecen al profundamente a Julia Smith, del CIELAT en la Universidad de Los Andes, la ayuda brindada durante la elaboración del presente trabajo.

LITERATURA CITADA

- Barnola LG, Montilla MG. 1997.** Vertical distribution of mycorrhizal colonization, root hairs, and belowground biomass in three contrasting sites from the tropical high mountains, Mérida, Venezuela. *Arctic and Alpine Research*. 29: 206-212.
- Blaschke H. 1991.** Distribution, mycorrhizal infection, and structure of roots of calcicole floral elements at treeline, Bavarian Alps, Germany. *Arctic and Alpine Research*. 23:444-450.
- Dhillon SS. 1994.** Ectomycorrhizae, arbuscular mycorrhizae, and *Rhizoctonia* sp. of Alpine and Boreal *Salix* spp. in Norway. *Arctic and Alpine Research*. 26:304-307.
- Fariñas M, Monasterio M. 1980.** La vegetación del Páramo de Mucubají: análisis de ordenamiento y su interpretación ecológica. En: Monasterio M. (ed.), *Estudios ecológicos en los páramos andinos*, 263-304, Ediciones de la Universidad de Los Andes, Mérida.
- Gerdemann JW, Nicolson TH. 1963.** Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of the British Mycological Society*. 46:235-244.
- Gerdemann JW, Trappe JD. 1974.** The Endogonaceae in the Pacific Northwest. *Mycologia Memoir*. 5: 1-76.
- Johnson NC. 1993.** Can fertilization of soil select less mutualistic mycorrhizae? *Ecological Applications*. 3:749-757.
- Monasterio M, Reyes S. 1980.** Diversidad ambiental y variación de la vegetación en los Páramos de los Andes Venezolanos. En: Monasterio M (ed.), *Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos*, 47-91, Ediciones de la Universidad de Los Andes, Mérida.
- Montilla MG. 1992.** Micorrizas vesículo-arbusculares en parcelas que se encuentran en sucesión-regeneración en Los Andes tropicales. *Suelo y Planta*. 2:59-70.
- Montilla M, Herrera RA, Monasterio M. 2002.** Influencia de los períodos de descanso sobre la distribución vertical de raíces, micorrizas arbusculares y pelos radicales en páramos andinos venezolanos. *Ecotrópicos*. 15: 85-98.
- Morton JB. 2001.** International Culture Collection of Arbuscular and Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi (INVAM). Disponible en <http://www.invam.caf.wvu.edu> (consultado: 15 de marzo de 2006).
- Nosko P, Bliss LC, Cook FD. 1994.** The association of free-living nitrogen-fixing bacteria with the roots of high arctic graminoids. *Arctic and Alpine Research*. 26:180-186.
- Rohlf FJ. 1993.** *NTSYS-pc, numerical taxonomy and multivariate analysis system*. Version 1.80. Applied Biostatistics Inc., Exeter Software, New York.
- Sarmiento L, Monasterio M, Montilla M. 1993.** Ecological bases, sustainability, and current trends in traditional agriculture in the Venezuelan high Andes. *Mountain Research and Development*. 13:167-176.
- Schenck NC, Pérez Y. 1990.** *Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi*. Third Edition, Synergistic Publications, Gainesville, Florida.
- Sieverding ENT. 1991.** *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agrosystems*. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn.

Tabla 1. Especies y morfoespecies del orden Glomales encontradas en los páramos andinos venezolanos.

Cod.	Especie o Morfoespecie	Características principales
Ac1	Ac. “amarilla La Mucuy”	Esporas amarillo claras, de 171.0 a 258.2 μm . Superficie limpia. Pared A (123) B (45) C (67).
Ac2	Ac. bireticulata	Esporas amarillas, de 126.0 a 144.0 μm . Superficie sucia. Pared A (12,3) B (45) C (67). La ornamentación compuesta por báculos de ápice redondeado encerrados en celdas poligonales de borde irregular y adyacente al de las celdas vecinas, formando un retículo doble.
Ac3	Ac. colossica	Esporas pardas, de 207.5 a 331.9 μm . Superficie limpia. Pared A (123) B (45) C (67).
Ac4	Ac. morrowiae	Esporas amarillas, de 91.2 a 102.6 μm . Superficie limpia. Pared A (123) B (45) C (678).
Ac5	Ac. “foveo-verrugosa”	Esporas amarillo parduzcas a pardas, de 239.7 a 355.0 μm . Superficie sucia. Pared A (12345) B (67) C (89). El comp. 2 aparentemente foveado, pero en realidad compuesto por proyecciones tubulares huecas más anchas hacia la base. El comp. 3 ornamentado con verrugas irregulares.
Ac6	Ac. “fulgida-like”	Esporas amarillo claras, de 54.7 a 86.6 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (4) C (5).
Ac7	Ac. laevis	Esporas pardo claras, de 180.0 a 195.0 μm . Superficie limpia. Pared A (123) B (45) C (67).
Ac8	Ac. “laevis-like” (1)	Esporas amarillas a pardo-claras, de 57.0 a 110.6 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (67).
Ac9	Ac. “paramera”	Esporas amarillas a ocre, de 104.4 a 133.2 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (67). El comp. 2 constituido por proyecciones tubulares huecas de pared doble, que individualmente en superficie dan la impresión de dos anillos concéntricos.
Ac10	Ac. “scrobiculata-like” (2)	Esporas pardo-claras a canela, de 57.0 a 102.6 μm . Superficie limpia. Pared A (123) B (45) C (67). El comp. 2 ornamentado con foveas redondeadas.
Ac11	Ac. spinosa	Esporas pardo-claras, de 109.8 a 276.6 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (67). El comp. 2 ornamentado con báculos de ápice redondeado.
Ac12	Ac. trappeii	Esporas blancas a hialinas o amarillentas, de 57.0 a 87.8 μm . Superficie sucia. Pared A (1) B (2) C (3).
Ac13	Ac. “costra-amorfa”	Esporas pardo-amarillentas, de 75.0 a 95.5 μm . Superficie muy sucia. Pared A(123)B (45)C(678). Considerada como <i>Acaulospora</i> debido a la presencia de 3 componentes en el esporangio.
FAc1	FAc. “costra” (3)	Esporas pardo claras a canela, de 68.4 a 79.8 μm . Superficie limpia. Pared A(1)B(23). Se desconoce ontogenia. FAc = Falsa <i>Acaulospora</i> .
FAc2	FAc. scintillans (3)	Esporas hialinas, de 141.0 a 155.0 μm . Superficie limpia. Pared A (1,0) B (23). Se desconoce ontogenia. FAc = Falsa <i>Acaulospora</i> . Originalmente clasificada como <i>Gl. scintillans</i> .
XAc1	XAc. “Piedras Blancas” (4)	Esporas pardo claras, de 79.8 a 85.5 μm . Superficie algo sucia. Pared A (123) B (456). XAc = Xero- <i>Acaulospora</i> .
Ent1	Ent. “confusa”	Esporas hialinas a crema, de 36.6 a 91.2 μm . Superficie muy sucia. Pared A (123) B (45) C (67).
Ent2	Ent. infrequens	Esporas amarillas a amarillo parduzcas, de 129.6 a 165.6 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (4).
Ent3	Ent. “Piedras Blancas”	Esporas amarillas, de 66.1 a 114.0 μm . Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (6).
Ent4	Ent. “papilas huecas”	Esporas hialinas a amarillo claras, de 93.5 a 135.0 μm . Superficie muy sucia. Pared A (12) B (34) C (567). Ubicada provisionalmente en <i>Entrophospora</i> por presentar sólo dos componentes en el esporangio.
Arch1	Arch. “andina”	Esporas pardo claras, de 50.2 a 79.8 μm . Superficie muy sucia. Pared A (12) B (3) C (45).
Arch2	Arch. “hialina cristalina”	Esporas hialinas, de 84.4 a 144.0 μm . Superficie sucia. Pared A (12) B (3) C (45).
Arch3	Arch. leptoticha (5)	Esporas pardo claras, de 278.6 a 316.0 μm . Superficie muy sucia. Pared A (12) B (34) C (5).
Arch4	Arch. “La Mucuy”	Esporas pardo claras, de 184.4 a 207.5 μm . Superficie muy sucia. Pared A (12) B (3) C (456).
FArch1	FArch. “hialina”	Esporas hialinas a amarillas, de 44.7 a 60.0 μm . Superficie muy sucia. Pared A (12) B (3) C (45). Con unión en forma de bulbo de 7 a 12 μm , horadado al centro. F Arch = Falsa <i>Archaeospora</i> . Sin reacción al Melzer.

Tabla 1. Especies y morfoespecies del orden Glomales (cont).

Cod.	Especie o Morfoespecie	Características principales
FArch2	FArch. "Melzer"	Esporas hialinas a amarillas, de 46.7 a 56.4 μm . Superficie muy sucia. Pared A(12)B(3)C(4). Con unión en forma de bulbo de 8 a 10 μm , horadado al centro. FArch = Falsa <i>Archaeospora</i> . En Melzer los componentes 3 y 4 se colorean de rojo púrpura.
Gl1	Gl. "aggregatum.like"	Esporas canela clara, de 62.1 a 93.1 μm . Superficie limpia. Pared A (12). Septo siempre presente en el esporóforo a cierta distancia de la base de la espora.
Gl2	Gl. "andino"	Esporas hialinas, de 45.0 a 105 μm . Superficie sucia. Pared A (12). Septo curvado en la base del esporóforo.
Gl3	Gl. microaggregatum	Esporas amarillo claras, de 28.9 a 40.0 μm . Superficie limpia. Pared A (12). Hifas del micelio fácilmente fragmentables.
Gl4	Gl. "Montilla"	Esporas hialina a amarillo claras, de 47.0 a 198.0 μm . Superficie limpia. Pared A (123), todos los componentes menores de 1.0 μm de grosor. Esporóforo infundibuliforme o bulboso, con un doble septo (septo bicóncavo) en la base formado por el componente 3.
Gl5	Gl. tortuosum	Esporas pardas, de 96.8 a 131.4 μm . Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2, pardo y el 3, hialino.
Gl6	Gl. "tortuoso ornamentado"	Espora parda, de 290.4 μm . Superficie sucia. Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2, pardo y el 3, hialino. Las hifas del peridio se observan superficialmente como papilas anulares irregulares.
Gl7	Gl. "amarillo verrugoso"	Espora ocre, de 117.0 a 202.8 μm . Superficie sucia. Pared A (123, 4). Componente 3 cubierto con verrugas irregulares.
Gl8	Gl. "blanco Piedras Blancas" (5)	Esporas blancas a crema, de 104.0 a 129.6 μm . Superficie sucia. Pared A (12345). Esporóforo de 6.8 a 8.0 μm . El componente 3 se desprende como endóspora.
Gl9	Gl. "dimórfico amarillo"	Esporas amarillas a pardo amarillentas, de 73.8 a 129.6. Superficie sucia. Pared A (123). Esporóforo de 2.7 a 5.0 μm . Las esporas aparecen entremezcladas con hifas vesiculares y vesículas de paredes finas.
Gl10	Gl. mosseae	Esporas amarillo parduzcas, de 276.6 a 368.8 μm . Superficie sucia. Pared A(1234). Esporóforo infundibuliforme con septo curvado en la base.
Gl11	Gl. "pardo dimórfico La Mucuy"	Esporas pardas, de 61.6 a 122.4 μm . Superficie sucia. Pared A (123). Esporóforo grueso con paredes más gruesas hacia la espora. Las esporas aparecen entremezcladas con hifas vesiculares, vesículas de paredes finas y pequeñas esporas en formación.
Gl12	Gl. "pardo foveado"	Esporas pardas, de 68.4 a 79.8 μm . Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2 aparece cubierto con foveas redondeadas a irregulares o lineares.
Gl13	Gl. glomerulatum	Esporas pardas, de 60.4 a 126.0 μm . Superficie sucia. Pared A (123). Esporóforo cilíndrico a acampanado, a veces irregular o bulboso, de color amarillo que contrasta con el pardo del componente 2 de la espora. Pared del esporóforo más gruesa hacia la espora. El componente 3 se desprende como endóspora.
Gl14	Gl. "pardo Bernardino"	Esporas pardas, de 77.8 a 99.2 μm . Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2 más grueso. El componente 3 no cierra el contenido. Esporóforos siempre cilíndricos de paredes bastante rectas y ligeramente engrosadas hacia la base de la espora. Libres o en agregados.
Gl15	Gl. "pardo enano"	Esporas pardo claras, de 53.3 a 100.8 μm . Superficie limpia. Pared A (123). El componente 3 es más grueso. No existe componente "s" internamente. Pared de la espora muy gruesa en la base del esporóforo dejando como comunicación prácticamente un canal estrecho.
Gl16	Gl. "pardo 4 componentes"	Esporas pardo oscuras, de 70.6 a 88.9 μm . Superficie sucia. Pared A (1234). El componente 2 es el más grueso. El componente 4 cierra el contenido. Esporóforo bulboso o irregular formado por componentes 1 al 3.
Gl17	Gl. "pardo peridio"	Esporas pardo oscuras, globosas, elípticas o irregulares, de 75.6 a 184.4 μm . Superficie sucia. Pared A (1234). El componente 2 es el más grueso. El componente 4 cierra el contenido. Esporóforo grueso de 13.7 a 16.2 μm , con septo en la base y con paredes muy finas.
Gl18	Gl. "pardo claro esférico"	Espora pardo claras de 66.9 μm . Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2 es muy fino en comparación con otros <i>Glomus</i> de color pardo. Se presenta un septo en la base y el esporóforo es acampanado.
Gl19	Gl. "pardo Gavidia"	Esporas pardas de 43.3 a 79.8 μm . Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2 es el más grueso, sobre todo en la base de la espora donde es extremadamente grueso. Las paredes del esporóforo e hifas conectadas son de igual color al del componente 2 de la espora.
Gl20	Gl. "pardo oscuro ovoide"	Esporas pardo oscuras de ovoides a casi clavadas, 64.8 – 104.4 x 52.2 – 81.0 μm . Superficie sucia. Pared A (123). Esporóforo de 7.2 a 18.0 μm de grosor. Esporóforo de paredes uniformes.

Tabla 1. Especies y morfoespecies del orden Glomales (cont).

Cod.	Especie o Morfoespecie	Características principales
GI21	Gl. "pardo pequeño pared gruesa"	Esporas pardo amarillentas globosas de 61.6 a 80.9 µm. Superficie sucia. Pared A (123). El componente 2 es el más grueso y no se observan laminaciones. Esporóforo de pared gruesa y de igual color al del componente 2 de la espora.
GI22	Gl. "pseudo-geosporum"	Esporas pardo-canelas a pardo oscuras, globosas, de 175.2 a 221.3 µm. Superficie limpia. Pared A (123). Esporóforo grueso comúnmente partido cerca de la base. No se observa septo curvado formado por el componente 3 cerca de la base de la espora.
GI23	Gl. "La Mucuy"	Espora pardo-oscura, de clavada, de 225.0 x 145.0 µm. Superficie sucia. Pared A (123). Componente 2 muy grueso, de 15.0 µm hasta 37.5 µm en el ápice de la espora.
FGI1	FGI. "elástico" (7)	Esporas amarillo claras de 59.4 a 108.0 µm. Superficie sucia. Pared A(123)B(4). El esporóforo, muy pequeño, y formado sólo por el componente 1. FGI = Falso <i>Glomus</i> .
FGI2	FGI. "lascinado" (7)	Esporas hialinas a crema, de 57.0 a 79.8 µm. Superficie sucia. Pared A(12)B(3). Esporóforo no observado. El componente 2 es plástico en medio denso y puede llenar el lumen de la espora.
XGI1	XGI. "micro"	Esporas amarillo claras, sub-globosas, de 11.0 – 18.0 (14.8) x 8.0 – 14.0 (12.1) µm. Superficie limpia. Pared A(12)B(3). Esporóforo difícil de observar constituido por componente 1. El componente 1 forma de 6 a 10 pliegues gruesos a lo largo de la espora, que semejan proyecciones redondeadas en vista transversal. XGI = Xero- <i>Glomus</i> .
XGI2	XGI. "rugulado"	Esporas amarillas, de 32.2 a 39.9 µm. Superficie limpia. Pared A (12) B (3). Esporóforo difícil de observar, constituido por componente 1. Componente 1 forma pliegues gruesos que semejan rúgulas en vista superficial y en vista transversal aparentan ser un peridio. XGI = Xero- <i>Glomus</i> .
Scl1	Scl. sinuosa	Esporocarpos de aproximadamente 300 µm. Esporas de superficie limpia. Esporocarpo rodeado por un peridio de hifas de aprox. 2.5 µm de grosor y paredes muy gruesas que casi llenan el lumen de la hifa. Hifas sinuosas y anastomosadas. Pared de la espora A (123). Componente 2 muy fino.
Scl2	Scl. pachycaulis	Esporocarpos desnudos de aprox. 150 µm. Esporas de superficie sucia. Esporocarpos sin peridio. Pared de la espora A (123). Esporóforos gruesos casi ocluidos en longitud por engrosamiento del componente 2.
Scu1	Scu. "amarilla verrugosa La Mucuy"	Esporas amarillas a ocre, de 122.4 a 193.6 µm. Superficie limpia. Pared A (123,4) B (567). Componente 3 ornamentado con verrugas irregulares. Componentes del 1 al 4, de colores pardo claro, blanco, pardo y amarillo, respectivamente. Esporóforo de hasta 57.6 x 25.2 µm (l x a), ladeado con respecto a la base de la espora, irregular, y compuesto por los componentes 1 a 4 del esporangio.
Scu2	Scu. "Monasterio"	Esporas hialinas a blancas con tinte verdoso, subglobosas a elípticas, de 126.7 a 298.3 µm. Superficie bastante limpia. Pared A (123) B (4) C (567). Esporóforo 30.0 – 70.6 x 18.0 – 48.3 (l x a), de paredes muy delgadas, y con 1 a 3 hifas delgadas y cortas, de ápice redondeado a irregular.
Scu3	Scu. "pardo-amarillenta"	Esporas pardo amarillentas, subglobosas a elípticas, de 239.7 – 313.5 x 198.2 – 230.5 µm (l x a). Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (678). Esporóforo subgloboso de 45.0 a 57.0 µm de ancho.
Scu4	Scu. "parda arrugada" (8)	Espora pardo clara de 517.1 µm. Superficie limpia. Pared A (1234) B (56). Esporóforo no observado.
Scu5	Scu. "parda gigante La Mucuy"	Esporas pardo oscuras, de 390.7 – 563.1 x 333.2 – 402.2 µm (l x a). Superficie sucia. Pared A (123) B (45) C (67). Esporóforo de 52.2 a 57.0 µm de ancho y hasta 104.4 µm de largo.

NOTAS

1. Los tamaños de las esporas de esta morfoespecie caen totalmente fuera del rango de tamaño de *Acaulospora laevis*.
2. Los tamaños de las esporas de esta morfoespecie caen en el límite inferior del rango de tamaño de *Acaulospora scrobiculata*.
3. Probable familia y género nuevo, contenido lipídico similar a otras esporas de Glomales. No se observan componentes internos. Ambas especies FAc1 y FAc2 son muy similares. Esto permite pensar que *Gl. scintillans* debe ser cambiado para un nuevo taxón que difiere completamente de *Glomus* spp.
4. Probable familia y género nuevo. Morfoespecies similares han sido encontradas en arbustales secos de Lagunillas, Mérida, Venezuela y California, USA, y en sabanas tropicales de Calabozo, Guárico, Venezuela. En todos los casos se presenta una endóspora compuesta por un componente grueso plástico y laminado.

5. Asociados a todas las *Archaeospora* spp. fueron encontradas numerosas esporas similares a *Gl. leptotichum* que no pudieron ser clasificadas como los morfos glomoides pertenecientes a cada morfo acaulosporoide. Los tamaños de los morfos glomoides variaron entre 49.0 y 126.0 µm. En casi todos los casos la estructura de la espora se correspondió con la descrita para *Gl. leptotichum*, en otros, el componente 2 apareció desprendido en láminas y se presentó septo en la base del esporóforo.
6. Semejante a *Gl. trimurales*, pero las esporas de éste último son mayores y los componentes de la pared son diferentes.
7. En estos casos se trata probablemente de una familia y género nuevo. La forma y constitución del esporóforo no es típica de *Glomus* spp. En el caso del FGI2 no se observó el esporóforo y se ubica como Falso-*Glomus* (FGI) por las características de los componentes de la pared de la espora.
8. Clasificada como *Scutellospora* sp. debido al tamaño de la espora. No obstante, son necesarias otras comprobaciones.

Tabla 2. Distribución de las especies y morfoespecies de Glomales en las áreas de estudio.

Cod.	KIK	ARA	GAV	MUC	PAH	PAS	SNH	SNS	PDH	PDS	AGU	MOC	TOTAL
Ac1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
Ac2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Ac3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Ac4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ac5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Ac6	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	4
Ac7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ac8	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	7
Ac9	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	4
Ac10	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	6
Ac11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
Ac12	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	4
Ac13	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
FAc1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
FAc2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
XAc1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Ent1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	5
Ent2	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	6
Ent3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Ent4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
Arch1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
Arch2	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	5
Arch3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Arch4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
FArch1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	3
FArch2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	3
Gl1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gl2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gl3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gl4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Gl5	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Gl6	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
Gl7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Gl8	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	5
Gl9	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	8

Tabla 2. Distribución de las especies y morfoespecies de Glomales en las áreas de estudio (cont.).

Cod.	KIK	ARA	GAV	MUC	PAH	PAS	SNH	SNS	PDH	PDS	AGU	MOC	TOTAL
GI10	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
GI11	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
GI12	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
GI13	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	4
GI14	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GI15	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	6
GI16	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
GI17	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
GI18	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
GI19	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GI20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
GI21	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
GI22	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
GI23	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
FGI1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	3
FGI2	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3
XGI1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
XGI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
ScI1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
ScI2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Scu1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	3
Scu2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4
Scu3	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	3
Scu4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Scu5	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
TOTAL	9	5	23	10	26	16	17	17	15	10	6	1	

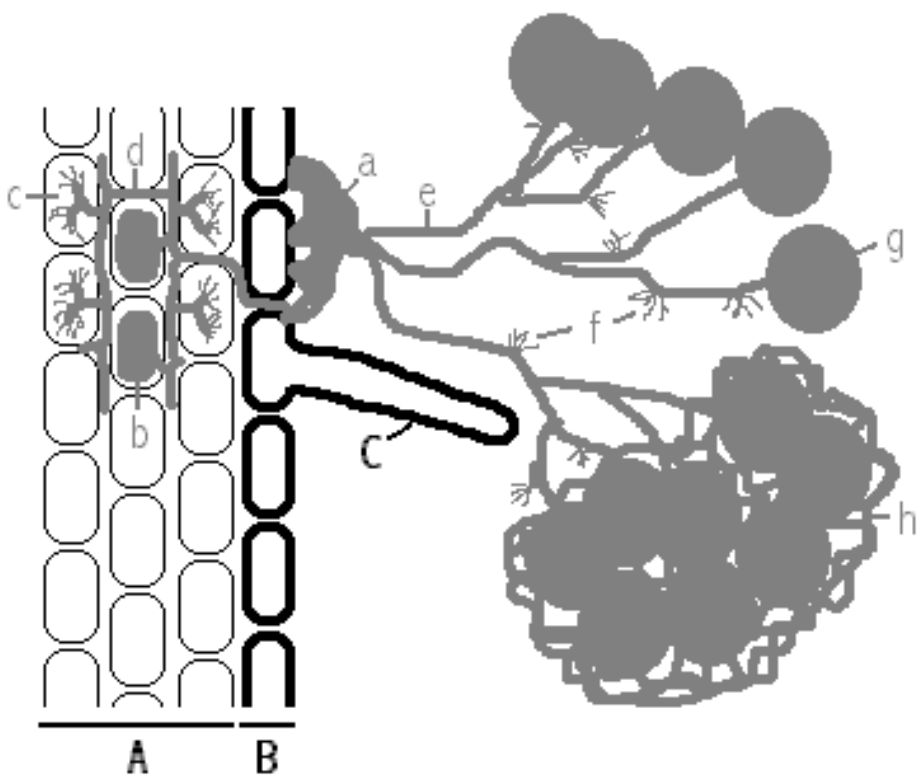


Fig. 1. Representación gráfica de un individuo de hongo del orden Glomales. El individuo está compuesto por un talo común “a” (apresorio) a partir del cual se desarrollan las ramificaciones y estructuras del endófito (“b” a la “d”) y las ramificaciones y estructuras del ectófito (“e” a la “h”). “b”, vesícula; “c”, arbusculo; “d”, hifas endofíticas; “e”, hifas ectofíticas; “f”, proyecciones angulares; “g”, espora; “h”, esporocarpo. A, Tejido cortical de la raicilla; B, epidermis; C, pelo radical

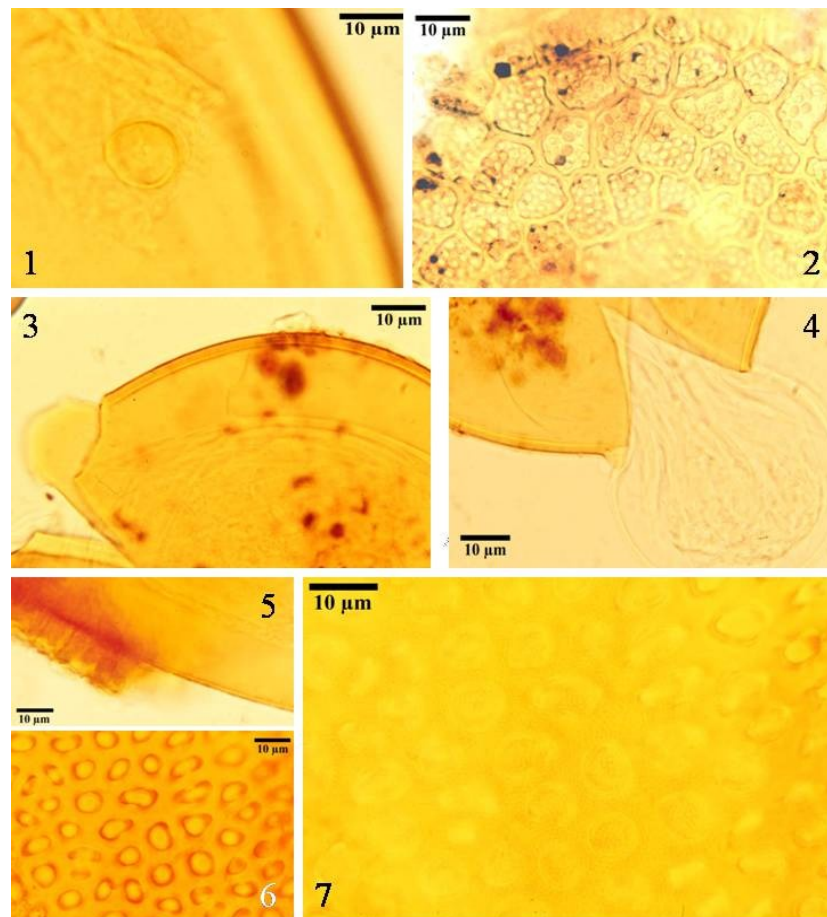


Fig. 2. 1, Ac. “amarilla La Mucuy”. 2, *A. bireticulata*. 3 y 4, *A. morrowiae*. 5 a 7, Ac. “foveo-verrugosa”. 5, proyecciones tubulares huecas sobre componente fino verrugoso y a continuación componente laminado grueso y componente unitario fino. 6, apariencia de foveas de las proyecciones tubulares huecas. 7, base de las papilas sobre superficie verrugosa del componente 3.

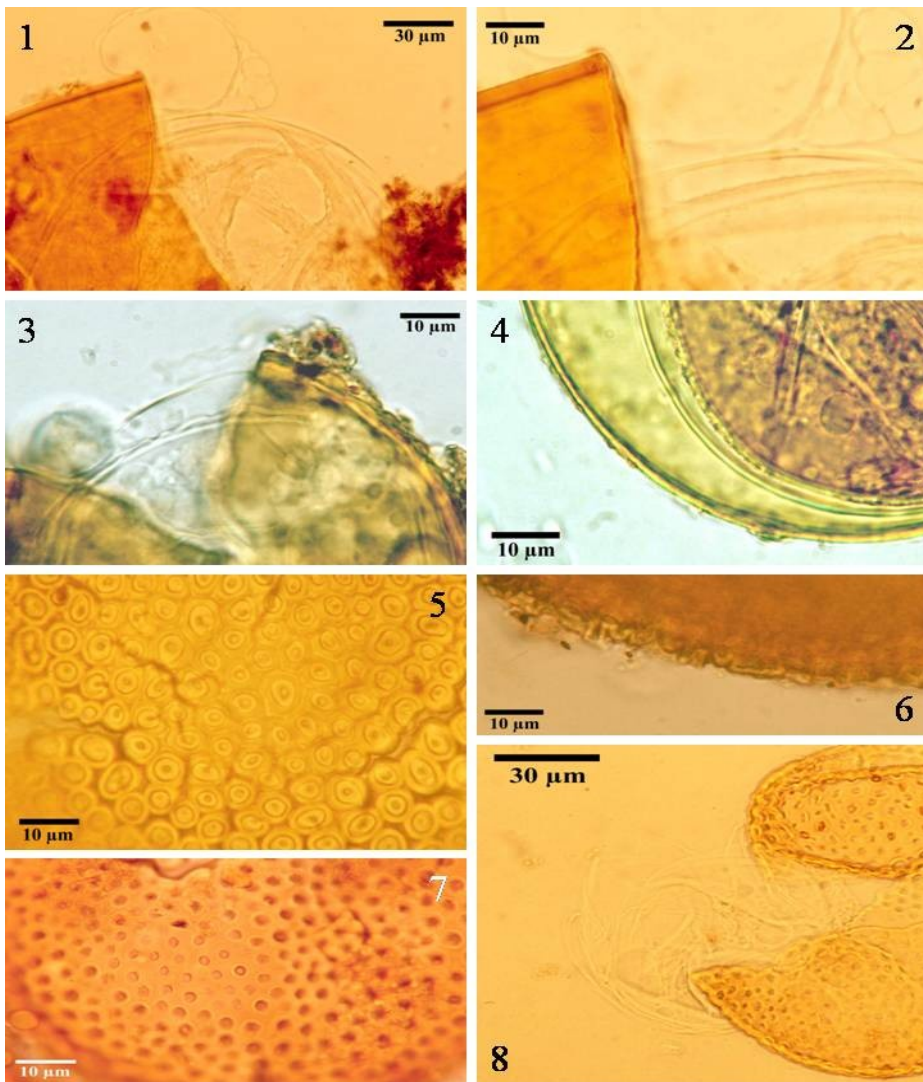


Fig. 3. 1 y 2, *A. laevis*, composición del exosporio, mesosporio y endosporio. 3 y 4, *Ac. "laevis-like"*. 3, composición de la pared de la espora; se observa el componente 6 "beaded" en su estado de membrana sinuosa. 4, igual al anterior; se observa el componente 6 en su estado "beaded" como excrescencias arracimadas. 5 y 6, *Ac. "paramera"*. 5, proyecciones tubulares huecas de pared doble, pareciendo estar constituidas por dos anillos concéntricos en observación superficial. 6, vista transversal de la ornamentación. 7 y 8, *Ac. "scrobiculata-like"*, apariencia de la ornamentación (7) y composición de la pared de la espora.

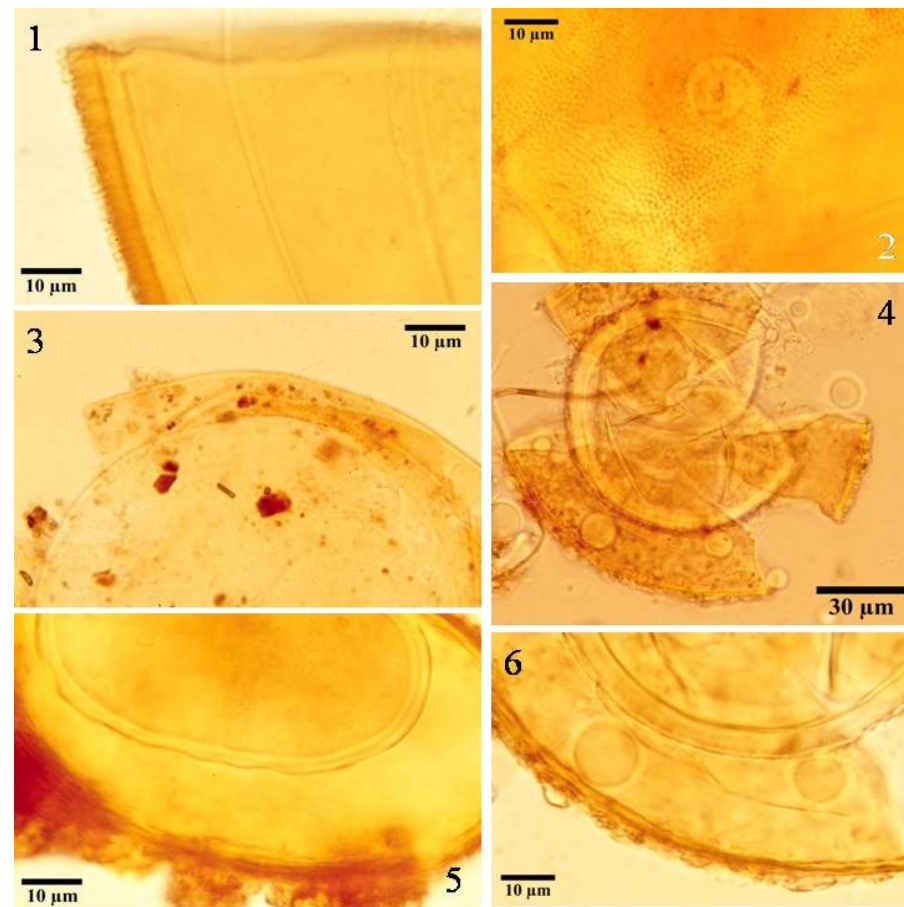


Fig. 4. 1 y 2, *A. spinosa*. 1, composición de la pared de la espora. 2, cicatriz, y vista superficial de los báculos de ápice redondeado. 3, *A. trappeii*. 4 – 6, *Ac. "costra-amorfa"*. 4, composición de la pared. 5 y 6 características del mesosporio y el endosporio en la espora sin romper (5) o rota (6).