

***Sclerocystis coremioides* (GLOMEROMYCOTA) FORMANDO ESPOROCARPOS EPÍGEOS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS DE CACAUERO NA MATA ATLÂNTICA DA BAHIA**

Bruno Tomio Goto¹, José Luiz Bezerra², Leonor Costa Maia³

¹Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Botânica e Zoologia/CB, Campus Universitário, 50670-901, Natal, RN, Brasil. brunogoto@hotmail.com. ²Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus de Cruz das Almas. Rua Rui Barbosa, 710, Centro, Cruz das Almas, Bahia, Brasil. ³Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Micologia, CCB, Av. Prof. Nelson Chaves, S/N, Cidade Universitária, Recife, Pernambuco, Brasil.

Sclerocystis coremioides é uma espécie de fungo micorrízico arbuscular (FMA) que forma esporos em esporocarpos organizados. Esporocarpos de *S. coremioides* são geralmente encontrados isoladamente no solo de forma hipógea, podendo em alguns casos desenvolver-se na superfície do solo (epígeo). Durante coletas de fungos decompositores em plantações de cacau (*Theobroma cacao*) no sudeste da Bahia, esporocarpos de *S. coremioides* formando agregados macroscópicos foram encontrados na superfície de material vegetal em decomposição sobre o solo. No Brasil, esse é o primeiro relato da ocorrência de *S. coremioides* formando esporocarpos agregados na superfície de substrato orgânico.

Palavras-chave: *Glomeraceae, Glomerales*, diversidade e matéria orgânica

***Sclerocystis coremioides* (Glomeromycota) forming epigeous sporocarps on organic substrates of cocoa plantations in the Atlantic Forest of Bahia.** *Sclerocystis coremioides* is an arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) that forms spores inside organized sporocarps. Sporocarps of *S. coremioides* are generally found isolated and hypogeaously, but occasionally they may develop on soil surface (epigeously). During fungal collections in cacao plantations (*Theobroma cacao* L.) in Southern Bahia, in Brazil, *S. coremioides* sporocarps forming macroscopic aggregates were collected on decomposing litter at soil surface. This is the first report of *S. coremioides* forming sporocarps aggregates on the surface of organic matter.

Key words: *Glomeraceae, Glomerales*, diversity and organic matter

Introdução

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são organismos simbiontes obrigatórios de vegetais que ao formar associação com as raízes dos seus hospedeiros podem contribuir com o crescimento do vegetal por aumentar a absorção de nutrientes de baixa mobilidade no solo como o fósforo (Smith e Read, 1997). Atualmente constituem o filo Glomeromycota, considerado um grupo irmão dos Ascomycota e Basidiomycota (Schüessler et al., 2001; James et al., 2006).

Os esporocarpos de FMA têm sido encontrados de forma hipógea (Goto e Maia, 2005; Goto et al., 2012) ou epígea no solo (Redecker et al., 2007), formando grandes esporocarpos (*Redeckera megalocarpa*) ou massas de esporos menores (*Sclerocystis coremioides* Berk. & Broome). No Brasil, relato de espécies esporocárpicas ainda é limitado quando comparado à Austrália, que apresenta mais relatos de espécies com hábito esporocárpico (Mcgee e Trappe, 2002; McGee 1996; Tandy 1975) do que países tropicais (Goto e Maia, 2005; Redecker et al., 2007).

Esporocarpos de *S. coremioides* foram descritos pela primeira vez por Berkeley e Broome (1873) e caracterizavam-se por formar corpo de frutificação (esporocarpos) similar a um esclerócio. Além disso, há relatos de que esses esporocarpos foram encontrados crescendo na superfície de madeira e gravetos, algumas vezes superpostos através de uma proliferação distal Thaxter (1922).

No Brasil, esporocarpos de *S. coremioides* foram citados diversas vezes (Trufem, 1990, 1995; Maia e Trufem, 1990; Goto e Maia, 2005; Goto et al., 2010), porém, em nenhuma das citações, essa espécie foi encontrada formando esporocarpos em cadeias na superfície de madeira ou matéria orgânica do solo.

O objetivo deste trabalho é registrar a ocorrência de *S. coremioides* formando cadeias de esporocarpos sobre madeira em áreas de Florestas Atlântica na Bahia, contribuindo para a identificação da espécie de FMA com diferentes comportamentos.

Material e Métodos

Esporos de FMA foram coletados sobre restos vegetais em decomposição na superfície do solo em

áreas de Mata Atlântica e em plantações de cacau (*Theobroma cacao* L.) adjacentes. O material foi seco a 60º C em estufa por 1h. Após a secagem, parte dos esporocarpos foram montados diretamente em lâminas e lamínulas com PVLG (álcool polivinílico e lactoglicerol) ou PVLG + Reagente de Melzer (Schenck & Pérez, 1990) e outros foram cuidadosamente cortados com lâminas de barbear para visualização das estruturas internas do esporocarpos. A terminologia dos esporos foi sugerida por Goto e Maia (2006). A classificação utilizada segue a proposta de Oehl et al. (2011) que considerou toda a base morfológica disponível em Almeida e Schenck (1990) e WU (1993 a,b).

Taxonomia

Sclerocystis coremioides Berk. & Broome. J. Linn. Soc. London 14:137. 1873.

Glomus coremioides (Berk & Broome) J.B. Morton & D. Redecker, Mycologia 92(2):284. 2000.

Xenomyces ochraeus Cesati, Atti R. Accad. Sci. Fisiche e Math. Napoli 8(4):26. 1878

Ackermannia coccogena Pat., Bull. Soc. Mycol. France 18:183. 1902

Ackermannia dussii Pat., Bull. Soc. Mycol. France 18:180 – 181. 1902

Sphaerocreas javanicum von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 117:1014 - 1015. 1908

Sphaerocreas dussii Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118: 401. 1909

Sclerocystis dussii (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118:401. 1909

Sphaerocreas coccogena (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 118:401. 1909

Sclerocystis coccogena (Pat.) von Höhn., Sitzungsber. Kaiserl. Akad. Wiss. Wien Math.-Na-Turwiss. Kl. Abt. I. 119:399. 1910

Endogone minutissima Beeli, Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 56:57. 1923

Sclerocystis alba Petch, Ann. R. Bot. Gard. Perad. 9:322 - 383. 1925

Endogone alba (Petch) Gerd. & Trappe. Mycol. Memoir 5:25. 1974

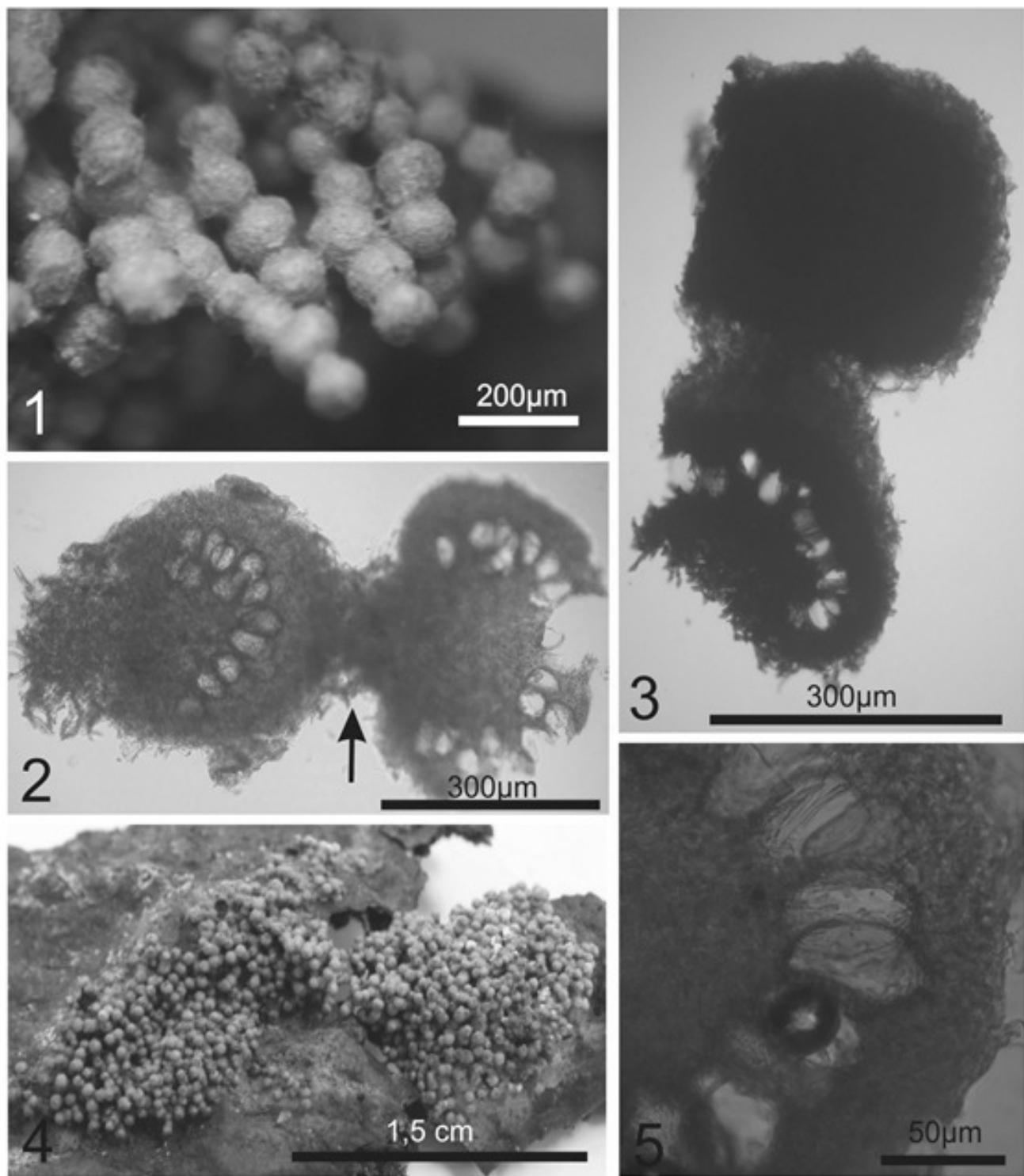


Figura 1 – 5. *Sclerotinia coremioides*. 1 – Cadeia de esporocarpos formadas na superfície de matéria orgânica. 2 – Esporocarpos formados a partir de recrescimento das hifas do perídio. 3 – Forte reação dextrinóide nos esporocarpos. 4 – Esporocarpos na superfície de madeira morta. 5 – Camada de esporos formada a partir do plexo central de hifas.

Massas de esporocarpos marrons, levemente esverdeadas a marrom escuras ou marrom avermelhadas $2,5\text{--}1,3 \times 0,4\text{--}1,5$ cm. Esporocarpos marrons avermelhados a pretos quando encontrados isoladamente no solo, globosos, subglobosos a irregulares, podendo haver produção de novos esporocarpos a partir das hifas do perídio dos esporocarpos mais velhos (até 9 esporocarpos em cadeia). Quando encontrados na superfície de madeira, a coloração foi geralmente de um verde acinzentado a castanho claro em lupa. Contudo, quando avaliados em microscópio composto a coloração observada foi marrom escura a marrom avermelhada. Perídio marrom avermelhado, ($25\text{--}125$) μm de espessura, formado de hifas entrelaçadas de parede geralmente espessa, $1,8\text{--}3,7 \mu\text{m}$. O perídio pode ser mais espesso quando há formação de novos esporocarpos no ápice dos esporos mais velhos, atingindo até $250 \mu\text{m}$ de espessura.

Esporos geralmente amarelo-escuros quando jovens a marrom-avermelhados quando maduros $100\text{--}55 \times 45\text{--}55 \mu\text{m}$ formados radialmente a partir do plexo central de hifas entrelaçadas ($300\text{--}150 \mu\text{m}$). Parede do esporo composta de uma fina camada laminada, $2\text{--}4 \mu\text{m}$. Esporos com apenas uma hifa de sustentação cilíndrica. Poro da hifa de sustentação geralmente aberto no ponto de inserção com o esporo. Germinação não observada.

Habitat: Crescendo em área de Mata Atlântica e de plantações de cacau adjacentes, na Bahia.

Material examinado: BRASIL. Bahia: São José da Vitória, Fazenda Vale Feliz, 14.IV.2009, J. L. Bezerra 971 (CEPEC 1759), na serrapilheira de cacau cabruca; Firmino Alves, Fazenda Santo Antônio II, 15.V.2007, J. L. Bezerra 1006 (CEPEC 1794), na serrapilheira de cacau cabruca; 15.V.2007, J. L. Bezerra 1007 (CEPEC 1795), na serrapilheira de cacau cabruca; Uruçuca, EMARC, 18.V.2006, J. L. Bezerra 1008 (CEPEC 1796), sobre casca de fruto de cacau em decomposição; 22.XI.2006, J. L. Bezerra 1009 (CEPEC 1797), sobre madeira em decomposição.

Almeida e Schenck (1990) afirmam que esporocarpos jovens de *S. coremioides* apresentam perídio branco, característica não observada nos esporocarpos encontrados no Nordeste brasileiro. Porém, alguns exemplares apresentaram superfície branca devido à proliferação de outros fungos.

Grandes esporocarpos de *S. sinuosum* Gerd. & B.K. Bakshi podem ser confundidos com os de *S. coremioides*, pois as hifas do perídio podem não se apresentar distintamente sinuosa (Almeida e Schenck, 1990). Além disso, os esporos estão distribuídos ao redor do plexo central, como em *S. coremioides*. A falta de cultura puras de ambas espécies não permite maiores especulações sobre a estabilidade desse caráter. Contudo, apenas *S. coremioides* foi observado recrescendo a partir das hifas do perídio, como observado por Almeida e Schenck (1990) e WU (1993a e b).

No Brasil, *S. coremioides* foi citado apenas para agrossistemas e áreas de Mata Atlântica (Maia e Trufem, 1990; Goto e Maia, 2005; Trufem, 1990; Trufem, 1995). Porém, em nenhum momento foi citado a ocorrência de esporocarpos de *S. coremioides* formando massas de esporocarpos compondo a micobiota decompositora sobre madeira morta.

A observação de espécies de FMA crescendo sobre madeira morta e as crescentes descrições de novas espécies esporocárpicas com comportamento epígeo (Mcgee e Trappe, 2002) mostram que a metodologia de coleta de fungos micorrízicos arbusculares deve ser cuidadosa e não apenas relacionada aos fungos que ocorrem apenas de forma hipógea. A coleta de espécies de FMA deve abranger, além do solo, também parte da matéria orgânica que fica em sua superfície, principalmente em solos de mata que apresentam uma ampla diversificação de substratos para tentar abranger os diferentes habitats.

Glomus pubescens (Sacc. & Ellis) Trappe & Gerd. também foi descrita por Gerdemann e Trappe (1974) como sendo uma espécie de hábito saprofítico ou parasita, pois aparentemente não formava associação micorrízica. Além disso, há poucos registros dessa espécie sendo sua distribuição restrita (Gerdemann e Trappe, 1974). Ambas as espécies, *S. coremioides* e *G. pubescens*, podem representar um link desses organismos para a condição saprofítica. Análises moleculares recentes de *G. pubescens* do Japão mostraram que o fungo pertence ao subfilo Mucromycotina, retornando ao gênero *Sphaerocreas* Sacc. & Ellis (Hirose et al., 2014).

Espécies esporocárpicas podem ser “r” estrategistas, apresentando mecanismos mais lentos de dispersão e colonização. Além disso, há um maior consumo de energia pelo fungo para produzir

esporocarpos e por isso essas espécies podem ter desenvolvido hábito decompositor para ampliar sua fonte de nutrientes e consequentemente produzir esses corpos de frutificação.

Ascomycota e Basidiomycota são filos que apresentam um amplo espectro nutricional, possuindo representantes sapróbios, simbiontes e parasitas. Em Glomeromycota, pode haver hábito similar, porém, mais coletas e novas técnicas podem ajudar a elucidar questões sobre o ciclo de vida desses organismos.

Formação de grandes massas de esporocarpos, ou apenas grandes esporocarpos, pode representar a estratégia de dispersão para essas espécies. Os fungos são fontes de alimento para muitos animais (Fogel e Trappe, 1978) e esses mesmos animais servem como dispersores desses fungos. McGee e Bacchoza (1994) encontraram 15 espécies de FMA, principalmente espécies esporocárpicas, em fezes de ratos na Austrália, e alguns isolados formaram micorrizas, quando inoculados.

A captura de roedores nas áreas onde foram encontrados os esporocarpos podem ajudar a entender se o hábito epígeo de *S. coremioides* seja apenas uma estratégia para dispersão dos esporos. Cultivo de espécies de FMA ocorrem geralmente quando associadas a raízes de hospedeiros, contudo isolados que possam ter hábito sapróbio também podem teoricamente crescer em meio de cultura, por isso, faz-se necessário tentar isolar essas massas de esporocarpos em meio semi-sólido como alternativa para elucidar essas questões. Além disso, em Glomeromycota, há algumas espécies cuja associação com raízes de plantas ainda não é comprovada e outras que formam distinta associação (*G. tubiformis* P.A. Tandy) e foram posteriormente transferidas para o gênero *Densospora* McGee (McGee, 1996).

Além disso, espécies esporocárpicas têm sido negligenciadas, já que as técnicas de coleta e extração de esporos são extremamente seletivas e propiciam o isolamento daquelas que formam esporos isoladamente no solo (ectocárpicas). No Brasil, foram citadas vinte espécies de FMA que formam esporocarpos, sendo oito (*Diversispora versiformis* (P. Karst.) Oehl, G. A. Silva & Sieverd., *Glomus arboreum* McGee, *G. australe* (Berk.) S.M. Berch, *G. macrocarpum* Tul. & C. Tul., *G. microcarpum* Tul. & C. Tul., *G. pallidum* I.R. Hall e *Redeckera fulva* (Berk. & Broome) C.

Walker & A. Schüssler) formadoras de densas massas de esporos (Maia et al., 2015). As demais espécies formam agregados menores e facilmente detectados pelas técnicas de perneiramento úmido e centrifugação em sacarose. Assim, sugere-se que os trabalhos que visem verificar a riqueza e diversidade de FMA em áreas nativas ou impactadas, além da forma convencional, procurem explorar a superfície do solo tais como folhas e outros tipos matéria orgânica para verificar esse particular grupo de espécies.

Recentemente, Schüssler e Walker (2010) e Redecker et al. (2013) admitiram que todos os sinônimos de *S. coremioides* seriam de posição incerta. Entende-se que essa ação é um desserviço taxonômico, aumentando o número de nomes sem significado, além de desconsiderar as revisões realizadas por Almeida e Schenck (1990) e WU (1993a,b). Esse tipo de ação deve preferencialmente ser baseada em evidências morfológicas e/ou moleculares, evitando especulações que não trazem avanços científicos e ainda geram problemas nomenclaturais.

Literatura Citada

- ALMEIDA, R. T.; SCHENCK, N. C. 1990. A revision of the genus *Sclerocystis* (Glomaceae, Glomales). *Mycologia* 82(6):703-714.
- BERKELEY, M. J.; BROOME, C. E. 1873. Enumeration of the Fungi of Ceylon. *Journal Linnaean Society* 14:137.
- FOGEL, R.; TRAPPE, J. M. 1978. Fungus consumption (mycophagy) by small animals. *Northwest Science* 52:1-30.
- GERDEMANN, J. W.; TRAPPE, J. M. 1974. The Endogonaceae of the Pacific Northwest. *Micologie Memoir* 5:1-76.
- GOTO, B. T.; MAIA, L. C. 2005. Sporocarpic species of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota), with a new record from Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 19(3):633-637.
- GOTO, B. T.; MAIA, L. C. 2006. Glomerospores: a new denomination for the spores of Glomeromycota, a group molecularly distinct from the Zygomycota. *Mycotaxon* 96:129-132.

- GOTO, B. T. et al. 2010. Checklist of the arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota) in the Brazilian semiarid. *Mycotaxon* 113:251-254.
- GOTO, B. T. et al. 2012. *Glomus trufemii*, a new sporocarpic species from Brazilian sand dunes. *Mycotaxon* 120:1-9.
- HIROSE, D. et al. 2014. Sphaerocreas pubenscens is a member of the Mucoromicotina closely related to fungi associated with liverworts and hornworts. *Mycoscience* 55(3):221-226.
- JAMES, T.Y. et al. 2006. Reconstructing the early evolution of Fungi using a six-gene phylogeny. *Nature* 443(19):818-822.
- MAIA, L. C.; TRUFEM, S. F. B. 1990. Fungos micorrízicos vesículo-arbusculares em solos cultivados no Estado de Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 13:89-95.
- MAIA, L. C. et al. 2015. Diversity of Brazilian Fungi. *Rodriguésia (Brasil)* 66:1033-1045.
- MCGEE, P. A.; BACZOWA, N. 1994. Sporocarpic Endogonales and Glomales in the scats of Rattus and Perameles. *Mycological Research* 98:246-249.
- MCGEE, P. A. 1996. The Australian Zygomycetes Mycorrhizal Fungi: the Genus *Densospora* gen. nov. *Australian Systematic Botany* 9:329-336.
- MCGEE, P. A.; TRAPPE, J. M. 2002. The Australian zygomycetous mycorrhizal fungi. II. Further Australian sporocarpic Glomaceae. *Australian Systematic Botany* 15:115-124.
- OEHL, F. et al. 2011. Glomeromycota: three new genera and glomoid species reorganized. *Mycotaxon* 116:75-120.
- REDECKER, D. et al. 2007. A novel clade of sporocarp-forming species of glomeromycotan fungi in the *Diversisporales* lineage. *Mycological Progress* 6:35-44.
- REDECKER, D. et al. 2013. An evidence-based consensus for the classification of arbuscular mycorrhizal fungi (Glomeromycota). *Mycorrhiza* 23:515-531.
- SCHENCK, N. C.; PÉREZ, Y. 1990. Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi. 3rd ed. Gainesville, FL, Synergistic Publications. 286p.
- SCHÜSSLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. 2001. A new phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution. *Mycological Research* 105:1413-1421.
- SCHÜSSLER, A.; WALKER, C. 2010. The *Glomeromycota*. A species list with new families and new genera. Gloucester, UK. 56p.
- SMITH, S. E.; READ, D. J. 1997. *Mycorrhizal Symbiosis*. 2 ed. San Diego, Academic Press. 605p.
- TANDY, P. A. 1975. Sporocarpic species of Endogonaceae in Australia. *Australian Journal of Botany* 23:849-866.
- THAXTER, R. 1922. A revision of Endogonaceae. *Proceeding of the American Academy of Art and Sciences* 57:291-351.
- TRUFEM, S. F. B. 1990. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos vesículo - arbusculares de mata tropical úmida da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica* 4:31-45.
- TRUFEM, S. F. B. 1995. Aspectos ecológicos de fungos micorrízicos arbusculares na rizosfera de plantas de restinga na Ilha do Cardoso, SP, Brasil. *Revista Brasileira Botânica* 18(1):51-60.
- WU, C. G. 1993a. Glomales of Taiwan: IV. A monograph of *Sclerocystis* (Glomaceae). *Mycotaxon* 59:327-349.
- WU, C. G. 1993b. Glomales of Taiwan: III. A comparative study of spore ontogeny in *Sclerocystis* (Glomaceae, Glomales). *Mycotaxon* 47:25-39.

