

Eixo Temático ET-09-011 - Biologia Aplicada

PRIMEIROS REGISTROS DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM ECOSISTEMAS DE CAMPOS DE ALTITUDE

Deborah Vitória Gomes de Lima Raposo¹, Larissa Cardoso Vieira², Fritz Oehl³,
Gladstone Alves da Silva²

¹Universidade Federal de Pernambuco, Graduação em Ciências Biológicas com ênfase em Ciências Ambientais, Pernambuco.

²Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos, Pernambuco.

³Agroscope, Competence Division for Plants and Plant Products, Ecotoxicology, Switzerland

RESUMO

Os campos de altitude são de grande relevância do ponto de vista biológico e ecológico, pois abrangem grande parte da riqueza e biodiversidade brasileira. Tendo em vista a importância dos fungos micorrízicos arbusculares (FMA) na interação simbiótica com as plantas, onde dispõem de benefícios diretos e indiretos aos ecossistemas, e visando conhecer os FMA em uma área de campo de altitude, objetivou-se estudar a riqueza de FMA nesse ambiente. Desta forma, foram coletadas amostras de solo em três parcelas de campos de altitude da Serra do Caparaó, nas quais os esporos de FMA foram quantificados e identificados morfológicamente. O número de esporos variou de 87,6 a 1.617 50 g⁻¹ solo, e houve diferença estatística para uma das parcelas em relação às demais. Foram identificadas 46 espécies de FMA incluídas em 11 gêneros, sendo os mais representativos *Acaulospora* e *Glomus*. Esses gêneros possuem grande capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais. 14 espécies de FMA foram comuns nas três parcelas de campo de altitude, representando 30% da riqueza obtida. *Acaulospora alpina* e *Acaulospora pustulata* foram identificadas inicialmente em ambientes frios de altitude e foram encontradas na área de estudo. O campo de altitude da Serra do Caparaó abriga elevada riqueza de FMA e poucas espécies são compartilhadas entre as parcelas. Diante disso, estudos sobre FMA nesses locais podem ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade e auxiliar estratégias de conservação dos campos de altitude. (Agências de fomento: FACEPE e CNPq).

Palavras-chave: Glomeromycota; Montanha; Taxonomia.

INTRODUÇÃO

A vegetação dos campos de altitude é caracterizada por plantas adaptadas a ambientes frios e úmidos em áreas montanhosas, localizadas nos pontos mais altos do sul e sudeste brasileiro. A fitofisionomia vegetal é formada principalmente por espécies arbustivas, cuja distribuição é influenciada por mudanças no relevo, profundidade e tipos de solo (SAFFORD, 1999). Essas áreas são de grande relevância para a biodiversidade, tendo em vista o elevado grau de espécies endêmicas em virtude da sua distribuição geográfica e do microclima predominante nessas regiões.

Grande parte das áreas montanhosas inseridas nos biomas brasileiros não possuem estratégias específicas de conservação que abranja todas as peculiaridades

desses ambientes, deixando-os cada vez mais degradados e suscetíveis a ameaças (MARTINELLI, 2007). A perda da vegetação nessas áreas afeta a descoberta de novas espécies, assim como o desenvolvimento de novos estudos sobre seus aspectos ecológicos devido à complexidade estrutural da paisagem e suas variações topográficas e climáticas.

Os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) são simbioses obrigatórios e trazem benefícios tanto à comunidade vegetal quanto ao ambiente, agindo como fornecedores de nutrientes e água às plantas, oferecendo tolerância à seca e a doenças, além de aumentar a agregação e estabilidade do solo (SMITH; READ, 2008). Analisar as particularidades dos componentes vegetais, edáficos e ambientais envolvidos com os FMA pode auxiliar na compreensão do papel desses fungos na dinâmica ecológica em diferentes ecossistemas, bem como no desenvolvimento de estudos que utilizem FMA como uma das estratégias de manejo para maior sucesso em programas de conservação.

A diversidade de FMA foi avaliada em vários ecossistemas brasileiros (Souza et al., 2010), porém não há estudos desses fungos em campos de altitude, este é o primeiro trabalho neste tipo de vegetação. Existem mais de 300 espécies de FMA descritas, porém é possível que essa riqueza seja muito maior do que o registrado atualmente, visto que frequentemente novas espécies são descobertas. Diante disso, além de avaliar a distribuição dos FMA em ambientes de altitude, este trabalho também pode auxiliar a ampliar o conhecimento taxonômico desses fungos.

OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho foi conhecer a riqueza de FMA em campos de altitude na serra do Caparaó e comparar a distribuição das espécies de FMA entre esses ambientes.

METODOLOGIA

Área de estudo

A área de estudo localiza-se na Serra do Caparaó, entre os estados do Espírito Santo e Minas Gerais, no Parque Nacional do Caparaó. Nessa serra está inserido o pico da Bandeira, o qual é o ponto mais alto da região Sudeste e terceiro com maior altitude no Brasil, com 2.890 m. O local de coleta está situado na trilha para o pico da Bandeira (20°25'18.80"S; 41°48'13.93"O) com vegetação de campos de altitude. A região possui clima tropical de altitude (Cwb) de acordo com a classificação de Köppen, com temperatura média anual entre 19 °C e 22 °C. A pluviosidade é cerca de 1.000 mm anual, e a época mais chuvosa ocorre entre os meses de novembro e janeiro.

Coleta

Foram selecionadas três parcelas de campo de altitude (CA1, CA2 e CA3) distantes entre si por cerca de 60 m, em cada parcela foi delimitada uma área de 30 x 30 m², na qual foram coletadas cinco amostras simples de solo até 20 cm de profundidade, totalizando 15 amostras. A coleta de solo foi realizada em abril de 2018, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e conduzidas ao Laboratório de Micorrizas na Universidade Federal de Pernambuco para as análises.

Número de esporos

Os esporos foram extraídos para as análises a partir de 50 g de solo pelo método de peneiramento úmido (GERDERMANN; NICOLSON, 1963) e centrifugação em

água e sacarose (Jenkins, 1964) e separados em placa canaletada com auxílio de estereomicroscópio (40x).

Identificação morfológica dos esporos

Os esporos separados foram montados em lâminas com PVLG (álcool-polivinílico em lactoglicerol) e com PVLG + reagente de Melzer (1:1). A identificação dos FMA foi realizada com auxílio do microscópio óptico, observando as características morfológicas dos esporos com consulta das descrições das espécies desses fungos.

Análise estatística

O número de esporos foi transformado em $\log(x+1)$, submetido à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p \leq 5\%$) utilizando o programa RStudio versão 3.5.1. Para verificar a similaridade das espécies de FMA entre as parcelas no campo de altitude foi elaborado o diagrama de Venn com base na presença e ausência das espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade média de esporos em cada parcela analisada variou de 87,6 em CA3 a 1,617 50 g^{-1} solo em CA1 (Figura 1). A terceira parcela (CA3) difere significativamente das demais, enquanto não houve mudança significativa entre CA1 e CA2. A produção de esporos pode estar associada à fertilidade do solo, temperatura do ambiente (Smith e Read, 2008) assim como capacidade de adaptação a alterações nos ecossistemas. A maior abundância de esporos de *Glomus* e *Acaulospora* no presente trabalho reforça as estratégias de adaptação desses gêneros em locais que estão suscetíveis a mudanças ambientais.

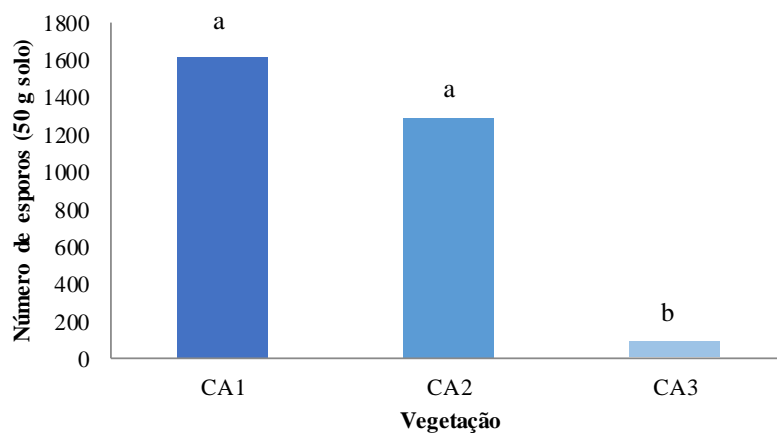


Figura 1. Densidade média de esporos de fungos micorrízicos arbusculares em três parcelas de um campo de altitude na Serra do Caparaó, Brasil. CA = campo de altitude. Letras diferentes entre as barras representam diferença estatística.

Foram identificadas 46 espécies de FMA pertencentes a 11 gêneros nas três parcelas de campo de altitude (Tabela 1). Os gêneros *Acaulospora* e *Glomus* destacaram-se pela maior representatividade na área estudada, com 20 e 10 espécies, respectivamente. Esses gêneros são caracterizados pela distribuição em locais sob condições ambientais adversas, mostrando-se resistentes a locais frios e úmidos, como o

topo de montanhas. Maior abundância de *Acaulospora* e *Glomus* também foi registrada em vegetação de campos rupestres em altitudes elevadas em outra montanha no Brasil (VIEIRA et al., 2019).

Em geral, maior riqueza de FMA foi registrada na parcela CA2 (33), o que também foi refletido pelo maior número de espécies exclusivas (10) nessa área (Figura 2). Por outro lado, em CA3 houve menor riqueza total (23) e de espécies e exclusivas (3), o que pode estar relacionado ao menor número de esporos quantificados nessa parcela.

Tabela 1. Espécies de fungos micorrízicos arbusculares registradas em três parcelas de um campo de altitude na Serra do Caparaó, Brasil. CA = campo de altitude.

Espécies	CA1	CA2	CA3
<i>Acaulospora alpina</i>	x	x	x
<i>Acaulospora colliculosa</i>	x		
<i>Acaulospora colossica</i>	x		x
<i>Acaulospora dilatata</i>		x	
<i>Acaulospora lacunosa</i>	x		
<i>Acaulospora laevis</i>		x	x
<i>Acaulospora longula</i>	x	x	x
<i>Acaulospora mellea</i>	x	x	x
<i>Acaulospora morrowiae</i>	x	x	x
<i>Acaulospora paulinae</i>	x	x	x
<i>Acaulospora pustulata</i>		x	x
<i>Acaulospora scrobiculata</i>			x
<i>Acaulospora sieverdingii</i>		x	
<i>Acaulospora spinosa</i>		x	
<i>Acaulospora spinosissima</i>	x	x	x
<i>Acaulospora</i> sp. 1	x		x
<i>Acaulospora</i> sp. 2	x		
<i>Acaulospora</i> sp. 3		x	
<i>Acaulospora</i> sp. 4	x		
<i>Acaulospora</i> sp. 5		x	x
<i>Ambispora appendicula</i>	x	x	x
<i>Archaeospora</i> sp.		x	

<i>Claroideoglopus claroideum</i>		X	
<i>Claroideoglopus etunicatum</i>	X	X	
<i>Dominikia bernensis</i>	X		
<i>Glomus brohultii</i>	X	X	X
<i>Glomus fuegianum</i>			X
<i>Glomus glomerulatum</i>	X	X	X
<i>Glomus macrocarpum</i>	X	X	X
<i>Glomus microcarpum</i>	X	X	
<i>Glomus</i> sp. 1	X	X	X
<i>Glomus</i> sp. 2	X		
<i>Glomus</i> sp. 3	X		
<i>Glomus</i> sp. 4	X	X	
<i>Glomus</i> sp. 5		X	X
<i>Paraglopus occultum</i>		X	
<i>Paraglopus turpe</i>		X	
<i>Rhizoglopus clarum</i>	X	X	
<i>Rhizoglopus microaggregatum</i>			X
<i>Scutellospora calospora</i>	X	X	X
<i>Scutellospora spinosissima</i>	X	X	X
<i>Scutellospora striata</i>	X	X	X
<i>Septoglopus constrictum</i>	X	X	
<i>Septoglopus furcatum</i>	X		
<i>Septoglopus</i> sp.		X	
<i>Tricispora</i> sp.		X	
Total	29	33	23

Entre as espécies identificadas, 14 foram comuns as três parcelas estudadas: *Acaulospora alpina*, *A. longula*, *A. mellea*, *A. morrowiae*, *A. spinosissima*, *A. paulinae*, *Ambispora appendicula*, *Glomus brohultii*, *G. glomerulatum*, *G. macrocarpum*, *Glomus* sp. 1, *Scutellospora calospora*, *S. striata* e *S. spinosissima*. Isso representa apenas 30% de espécies compartilhadas entre o mesmo tipo vegetacional, o que pode mostrar que

existem preferências ecológicas entre FMA com hospedeiros vegetais nesse tipo de ambiente, em virtude do elevado endemismo das plantas em campos de altitude.

Algumas espécies distribuíram-se em duas parcelas de campos de altitude: cinco espécies ocorreram apenas em CA1 e CA2 (*Claroideoglomus etunicatum*, *Glomus microcarpum*, *Glomus* sp. 4, *Rhizoglomus clarum* e *Septoglomus constrictum*); duas espécies foram encontradas apenas em CA1 e CA3 (*Acaulospora* sp. 1 e *A. colossica*); enquanto cinco espécies foram comuns à CA2 e CA3 (*Acaulospora* sp. 5, *Acaulospora laevis*, *A. pustulata* e *Glomus* sp. 5).

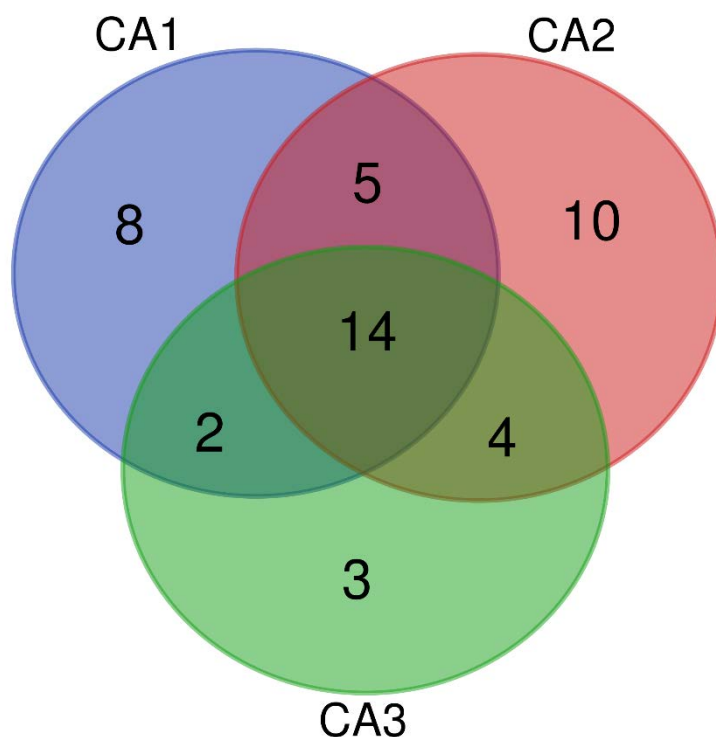


Figura 2. Diagrama de Venn representando espécies de fungos micorrízicos arbusculares registrados em em três parcelas de um campo de altitude na Serra do Caparaó, Brasil. CA = campo de altitude.

A distribuição geográfica das espécies de FMA pode estar relacionada às condições ambientais, visto que espécies obtidas anteriormente, em ambientes frios de altitude em outros locais, foram identificadas neste estudo. Encontrada nos três campos de altitude estudados, a espécie *Acaulospora alpina* é predominante nos ambientes montanhosos e foi inicialmente registrada nos solos de pastagem dos Alpes Suíços, em altitudes entre 1.300 e 2.700 m acima do nível do mar (Oehl et al., 2006). *Acaulospora pustulata* também foi encontrada no campo de altitude da Serra do Caparaó, a qual foi registrada inicialmente em gramíneas da Sierra Nevada na Espanha a uma altitude de 1.980 m. A identificação dessas espécies em campos de altitudes brasileiros ressalta o grande aporte ecológico dessas áreas.

CONCLUSÃO

O campo de altitude da Serra do Caparaó abriga uma vasta riqueza de fungos micorrízicos arbusculares. Poucas espécies são comuns entre as parcelas de campo de altitude estudado, mostrando que os FMA podem apresentar diferentes estratégias de

distribuição. Diante da escassez de estratégias conservacionistas nos campos de altitude, faz-se necessário a implantação de medidas mitigadoras de impactos voltadas a essas áreas, além disso, utilizar estudos sobre FMA nesses locais pode ampliar o conhecimento sobre a biodiversidade desses ambientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de doutorado (Larissa Cardoso Vieira) e produtividade em pesquisa (Gladstone Alves da Silva), respectivamente.

REFERÊNCIAS

GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 46, n. 2, p.235-244, 1963.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Disease Reporter**, v. 48, n. 9, p.338-692, 1964.

MARTINELLI, G. Mountain biodiversity in Brazil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 30, n. 4, p.587-597, 2007.

OEHL, F. et al. *Acaulospora alpina*, a new arbuscular mycorrhizal fungal species characteristic for high mountainous and alpine regions of the Swiss Alps. **Mycologia**, v. 98, n. 2, p.286-294, 2006.

SAFFORD, H. Brazilian Páramos I. An introduction to the physical environment and vegetation of the campos de altitude. **Journal of Biogeography**, v. 26, n. 1, p. 693-712, 1999.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal Symbiosis**. 3. ed. New York: Academic Press, 2008.

SOUZA, F. A. et al. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J. O. et al. **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. p. 15-73.

VIEIRA, L. C. et al. Ecological aspects of arbuscular mycorrhizal fungal communities in different habitat types of a Brazilian mountainous area. **Ecological Research**, v. 34, n. 1, p. 182-192, 2019.