

# FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO NO JARDIM BOTÂNICO DA UFRRJ

*Data de aceite: 01/04/2024*

### **Ingrid Cardoso Estaky Cabral**

Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental (IT/UFRRJ)

### **Ana Beatriz Gonçalves Vasques da Silva**

Estudante de graduação em Agronomia (IA/UFRRJ)

### **Gabriel Coutinho Oliveira de Lemos**

Estudante de graduação em Agronomia (IA/UFRRJ)

### **Eliane Maria Ribeiro da Silva**

Pesquisadora (Embrapa Agrobiologia)

### **Cristiane Figueira da Silva**

Pós-Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia-Ciência do Solo (UFRRJ)

### **Marcos Gervasio Pereira**

Professor do Departamento de Solos (UFRRJ)

**RESUMO:** Este estudo teve como objetivo avaliar a influência de espécies vegetais na riqueza (RE) e composição da comunidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMA), bem como a relação destes atributos microbiológicos com os

químicos do solo, em áreas sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram coletadas amostras de terra ao final do período chuvoso, na profundidade de 0-10 cm, em uma topossequência (terços superior, médio e inferior) com pequena variação na declividade, porém com coberturas vegetais distintas. O terço superior e inferior é coberto por espécies arbóreas de diferentes famílias botânicas; e o terço médio por gramíneas. Foi realizada a extração de esporos de FMA por meio das técnicas de decantação e peneiramento úmido, e centrifugação em água e sacarose. Para identificação, os esporos foram preparados em lâminas e identificados de acordo com as características morfológicas. Foram analisados ainda, os atributos químicos do solo. Verificou-se maior RE (média e total) dos FMA nas áreas com as espécies arbóreas e as gramíneas, nos terços superior e médio, respectivamente, onde se observou maior similaridade em relação à composição da comunidade de espécies. Verificou-se correlação negativa entre a riqueza de espécies e os teores de P no solo, o que sugere a influência negativa dos maiores teores de P na comunidade de espécies de FMA.

**PALAVRAS-CHAVE:** espécies arbóreas, esporos, gramíneas, riqueza de espécies.

## ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI AND SOIL CHEMICAL ATTRIBUTES IN THE UFRRJ BOTANICAL GARDEN

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the possible influences of plant species on the richness (RE) and composition of the community of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) species, as well as the relationship between these microbiological attributes and soil chemistry, in areas under different vegetation covers, in the Botanical Garden of the Federal Rural University of Rio de Janeiro. Soil samples were collected at the end of the rainy season, at a depth of 0-10 cm, in a toposequence (upper, middle and lower thirds) with little variation in slope, but with different vegetation cover. The upper and lower thirds are covered by tree species from different botanical families, and the middle third by grasses. AMF spores were extracted using decantation and wet sieving techniques, and centrifugation in water and sucrose. For identification, the spores were prepared on slides and identified according to their morphological characteristics. The soil's chemical attributes were also analyzed. There was a higher species richness (average and total) of AMF in the areas with tree species and grasses, in the upper and middle thirds, respectively, where greater similarity was observed in relation to the composition of the species community. There was a negative correlation between species richness and soil P content, which suggests the negative influence of higher P content on the community of AMF species.

**KEYWORDS:** grasses, species richness, spores, tree species.

## INTRODUÇÃO

Microrganismos como os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) possuem um papel fundamental na sobrevivência, crescimento e desenvolvimento das plantas (WATTENBURGER et al., 2020), além de atuarem em diversos processos do solo como na formação de agregados; e na ciclagem de nutrientes e carbono (KIM et al., 2022; LIU et al., 2022). Tais funções ecológicas dos FMAs se devem, em parte, a produção de glomalina, que trata-se de uma glicoproteína recalcitrante, insolúvel e resistente ao calor, ligada à parede das hifas dos FMAs, que é secretada no solo ou liberada após a decomposição de hifas e esporos (DRIVER et al., 2005).

Os FMAs vêm sendo utilizados como indicadores de qualidade do solo devido a sua relevância na dinâmica da matéria orgânica e em outros processos importantes no solo, bem como ao fato de a maioria dos estudos evidenciarem a responsividade das comunidades fúngicas e da glomalina às modificações impostas ao solo (GUPTA, 2020; MATOS et al., 2022).

Desta forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar a abundância e composição de espécies de fungos micorrízicos arbusculares e a relação destes atributos microbiológicos com os atributos químicos do solo, em uma topossequência sob diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Jardim Botânico do campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, localizado em Seropédica, RJ. O município está situado nas coordenadas geográficas de latitude sul 22°45'32.3" e longitude oeste 43°41'32.3", sob o domínio do bioma Mata Atlântica, com clima tropical sub úmido classificado por Aw segundo Koppen. Os pontos de amostragem foram distribuídos em três áreas, localizadas em uma topossequência (terços superior, médio e inferior) com pequena variação na declividade, porém com coberturas vegetais distintas. O terço superior é dominado por espécies arbóreas das famílias botânicas Rubiaceae, Lecythydaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae e Fabaceae; o terço médio é caracterizado por vegetação rasteira da família Poaceae e ausência de espécies arbóreas; e o terço inferior é composto por árvores das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae. Os terços superior e médio apresentam textura argilosa na camada superficial, e o do terço inferior textura arenosa (LIMA et al., 2019).

Em cada uma das áreas, com o auxílio de um enxadão, foram coletadas, na profundidade de 0-10 cm, no final do período chuvoso, quatro amostras simples de terra para perfazer uma amostra composta, em um total de seis amostras compostas por área. Nos terços com a presença de espécies arbóreas, as coletas foram realizadas sob a copa das árvores. Após a coleta, para avaliação dos atributos químicos, as amostras de terra foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira de 2 mm. Para a análise dos fungos micorrízicos arbusculares, as amostras foram apenas secas e destorroadas. As amostras utilizadas para as análises microbiológicas foram armazenadas a 4°C até o seu processamento.

Foram realizadas as seguintes análises químicas: a) pH em água na relação 1:2,5 (solo:água); b)  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  trocáveis extraídos com  $\text{KCl}$  1 mol  $\text{L}^{-1}$ , analisados por titulometria; c) P,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  extraídos com Mehlich<sup>-1</sup>, d) H+Al avaliados através de solução de acetato de cálcio 0,025 mol  $\text{L}^{-1}$ , e carbono orgânico total ( $\text{g kg}^{-1}$ ) pela oxidação via úmida, com dicromato de potássio. O carbono orgânico total do solo foi realizado segundo Teixeira et al. (2017). A partir dos dados obtidos foram calculados o Valor S (soma dos teores de cálcio, magnésio, potássio e sódio) e os Valores T e V%.

Para extração dos glomerosporos de FMAs foram utilizados 50 g do solo de cada amostra composta empregando-se as técnicas de decantação e peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLSON, 1963), seguidas por centrifugação em água e sacarose (45%) (JENKINS, 1964). Para identificação, os esporos foram preparados em lâminas com as soluções fixadoras Melzer e álcool polivinil em lactoglicerol (PVLG) e identificados conforme a descrição morfológica disponível na internet nas páginas da International Culture Collection of Arbuscular Mycorrhizal Fungi - INVAM e da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota – CIGC. Foi quantificada a riqueza média (RME) e a riqueza

total (RTE) de espécies. A frequência de ocorrência de cada espécie (FRO) foi calculada pela equação  $F_i = J_i/K \times 100$ , onde  $J_i$  é o número de amostras em que a espécie  $i$  ocorre e  $K$  é o número total de amostras.

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de normalidade da distribuição dos erros (teste de Lillifors / SAEG 5.0) e homogeneidade das variâncias (testes de Cochran e Bartlett / SAEG 5.0). Quando os dados não apresentaram distribuição normal, foi realizada a sua transformação logarítmica para posterior comparação dos valores médios por meio do teste T de Bonferroni, com a utilização do programa estatístico Sisvar 4.6. Também foi realizada a análise de agrupamento por meio do programa Past.exe.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos químicos variaram entre os diferentes terços, verificando-se maiores valores de pH no terço médio, sob a influência de gramíneas, os quais diferiram dos valores observados no terço inferior, sob espécies arbóreas (Tabela 1).

Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  e  $\text{K}^+$  diferiram entre os terços, sendo os maiores valores observados sob as gramíneas, no terço médio, quando comparados aos terços superior e inferior, sob as espécies arbóreas (Tabela 1). Já os teores de  $\text{H+Al}$  e  $\text{Na}^+$  não variaram entre os terços, enquanto para os teores de P, foram observados maiores valores no terço inferior (presença de espécies arbóreas) da paisagem (Tabela 1).

O valor T foi mais baixo no terço inferior (espécies arbóreas) quando comparado ao terço médio (gramíneas), não diferindo do terço superior, enquanto para o valor V foi observado maior porcentagem no terço inferior quando comparado ao superior, não diferindo do terço médio (Tabela 1). Para a soma de bases (S) os maiores teores foram observados no terço médio, com cobertura de gramíneas (Tabela 1). Os teores de carbono orgânico total (COT) foram mais elevados nos terços superior e médio da paisagem, sob espécies arbóreas e gramíneas, respectivamente (Tabela 1).

Em relação aos FMA, as riquezas média e total foram mais elevadas no terço superior, sob espécies arbóreas, seguido de valores intermediários no terço médio, com a presença de gramíneas, sendo os menores valores verificados no terço inferior, com espécies arbóreas (Tabela 1). Verificaram-se correlações negativa e significativa entre o número de espécies de FMA e os teores de P ( $r = -0,67$ ;  $p = 0,002$ ). Assim, verifica-se que teores de P mais elevados na parte mais baixa da paisagem pode ter sido um dos fatores que contribuíram para a menor riqueza das espécies de FMA.

Foi observado um total de 14 morfoespécies de FMA (10 em nível de espécie e 3 em nível de gênero) distribuídas em seis gêneros e cinco famílias (Tabela 2).

Tabela 1: Atributos químicos do solo e riqueza média (RME) e total (RTE) de espécies de fungos micorrízicos arbusculares na profundidade de 0-10 cm, em uma topossequência com diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da UFRRJ

Terços	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	H+Al	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	S
	-----cmolcdm <sup>-3</sup> -----						cmolc dm <sup>-3</sup>
Superior	5,63ab	1,37 b	1,22 b	4,48 a	0,13 b	0,03 a	2,75 b
Médio	5,84 a	2,12 a	2,38 a	2,97 a	0,22 a	0,04 a	4,76 a
Inferior	5,48 b	0,87 c	1,30 b	2,36 a	0,07 c	0,03 a	2,26 b
Terços	Valor T	Valor V	P	COT	RME	RTE	
	cmolc dm <sup>-3</sup>	%	mg kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>			
Superior	7,23 ab	39,10 b	3,66 b	29,74 a	7,50a	14	
Médio	7,73 a	52,72 ab	4,69 b	27,40 a	5,50ab	8	
Inferior	4,63 b	62,37 a	7,87 a	18,76 b	3,33b	5	

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Test T de Bonferroni a 5%.S: Soma de bases; COT: Carbono orgânico total; T: Capacidade de troca catiônica; Valor V: Saturação por bases  
 Terço Superior: Presença de cobertura florestal com predominância de espécies das famílias Rubiaceae, Lecythidaceae, Sapindaceae, Chrysobalanaceae e Fabaceae; Terço Médio: Predominância de Poaceae (gramíneas) rasteira e ausência de árvores; Terço Inferior: Presença de espécies arbóreas com predominância das famílias Euphorbiaceae, Fabaceae, Meliaceae, Myrtaceae e Sapotaceae.

Tabela 2: Frequência relativa de ocorrência (%) de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em uma topossequência com diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Famílias/Espécies	Superior	Médio	Inferior
<b>Acaulosporaceae</b>			
<i>Acaulosporafoveata</i>	16,67	-	-
<i>Acaulosporascrobiculata</i>	16,67	33,33	-
<i>Acaulosporasp</i>	16,67	-	-
<i>Acaulosporaspinosa</i>	-	16,67	-
<b>Ambisporaceae</b>			
<i>Ambisporaleptoticha</i>	100	100	100
<b>Claroideo-Glomeraceae</b>			
<i>Claroideoglomusetunicatum</i>	16,67	83,33	-
<b>Gigasporaceae</b>			
<i>Gigasporasp</i>	16,67	-	-
<b>Glomeraceae</b>			
<i>Glomusclavisporum</i>	100	100	100
<i>Glomusformosanum</i>	16,67	-	-
<i>Glomusglomerulatum</i>	16,67	16,67	-
<i>Glomusmacrocarpum</i>	100	100	100
<i>Glomussp 1</i>	83,33	33,33	-
<i>Glomussp 2</i>	83,33	-	16,67
<i>Rhizoglomusmicroaggregatum</i>	100	100	16,67

Terço Superior: Presença de cobertura florestal com predominância de espécies das famílias Fabaceae, Lecythidaceae e Euphorbiaceae; Terço Médio: Predominância de Poaceae (gramíneas) rasteira e ausência de árvores; Terço Inferior: Presença de espécies arbóreas com predominância das famílias Fabaceae, Sapotaceae; Euphorbiaceae e Apocynaceae.

Os gêneros *Glomus* (7) e *Acaulospora* (4) apresentaram o maior número de espécies, seguidos de *Ambispora*, *Claroideoglomus*, *Gigaspora* e *Rhizoglomus* com uma espécie cada (Tabela 2).

As famílias Acaulosporaceae e Glomeraceae são as que apresentam maior número de espécies identificadas dentro do filo Glomeromycota (SILVA et al., 2014), e estudos mostram maior capacidade de adaptação dessas famílias a solos submetidas a diferentes usos e manejos (FERREIRA et al., 2012).

Para as espécies *Glomus macrocarpum*, *Rhizoglomus microaggregatum* e *Glomus clavisporum* foi verificada uma alta frequência relativa de ocorrência (FRO) (>80%) na maioria das áreas (Tabela 2). Enquanto *Acaulospora* sp., *Acaulospora foveata* e *Glomus* sp1 foram observadas apenas no terço superior (espécies arbóreas) e com baixa FRO; *Acaulospora spinosa* foi encontrada no terço médio, sob gramíneas, também com baixa FRO (Tabela 2). Para as demais espécies não foi verificado um padrão de ocorrência (Tabela 2).

A análise de agrupamento, considerando a frequência relativa de ocorrência de espécies de FMA, mostrou a formação de dois grupos distintos (Figura 1). O primeiro grupo, formado apenas pelo terço inferior, se distanciou em aproximadamente 45% do segundo grupo, constituído pelos terços superior e médio. Maior similaridade (~70%) foi observada entre os terços superior e médio, com a presença de espécies arbóreas e gramíneas, respectivamente (Figura 1).

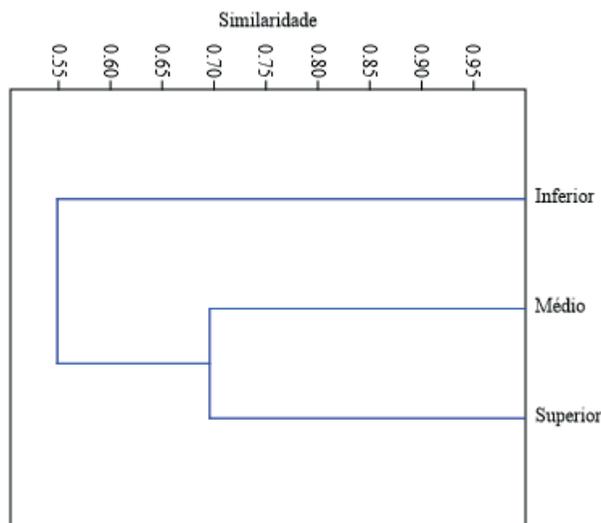


Figura 1: Dendrograma de similaridade (Método Dice; Grupo Pareado) considerando a frequência relativa de ocorrência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares em uma topossequência com diferentes coberturas vegetais, no Jardim Botânico da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Terço Superior: Presença de cobertura florestal com predominância de espécies das famílias Fabaceae, Lecythidaceae e Euphorbiaceae; Terço Médio: Predominância de Poaceae (gramíneas) rasteira e ausência de árvores; Terço Inferior: Presença de espécies arbóreas com predominância das famílias Fabaceae, Sapotaceae; Euphorbiaceae e Apocynaceae.

## CONCLUSÕES

Há uma maior riqueza de espécies dos FMA nas áreas com a presença das espécies arbóreas e as gramíneas, nos terços mais elevados da paisagem. Os resultados de correlação sugerem o efeito dos menores teores de P, na maior riqueza de espécies de FMA.

Maior similaridade na composição da comunidade de FMA é observada entre os terços mais elevados da paisagem (superior e médio), com a presença de espécies arbóreas e gramíneas, respectivamente

As espécies *Ambispora leptoticha*, *Glomus clavisporum*, *Glomus macrocarpum* e *Rizoglomus microaggregatum* foram encontradas sob todas as coberturas vegetais, nos diferentes terços da paisagem. *Acaulospora foveata* e *Acaulospora* sp. foram observadas apenas no terço superior; enquanto *Acaulospora spinosa* apenas no terço médio, e para as demais espécies não foi observado um padrão de ocorrência.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Proverde e a FAPERJ pela oportunidade e financiamento dessa pesquisa. Agradeço também ao Laboratório de Indicadores Edafos Ambientais (LIEA), ao Laboratório de Indicadores de Sustentabilidade Ambiental (LISA) e à Embrapa/Agrobiologia e aos seus funcionários pela oportunidade de aprender e executar as técnicas científicas indispensáveis pela realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DRIVER, J.D.; HOLBEN et al. Characterization of glomalin as a hyphal wall component of arbuscular mycorrhizal fungi. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 37, p.101–106, 2005.

FERREIRA, D.A.; et al. Fungos micorrízicos arbusculares em um latossolo vermelho sob manejos e usos no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 1, p. 51-61, 2012.

GERDEMANN, J.W.; et al Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, v. 6, p. 235-244, 1963.

GUPTA, M.M. Arbuscular Mycorrhizal Fungi: The Potential Soil Health Indicators. In: Giri, B., Varma, A. (eds) **Soil Health. Soil Biology**, v. 59. Springer, Cham., 2020.

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

KIM, K. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi community linkages to soil nutrient availability across contrasting agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, v.176, p. 104464, 2022.

LIMA, S.S.; et al. **Diversidade da fauna epígea sob diferentes coberturas vegetais no jardim botânico da UFRRJ**. In: Meio Ambiente com Sustentabilidade 2. Capítulo 8. 2019.

LIU, S. et al. Mapping the scientific knowledge of glomalin-related soil protein with implications for carbon sequestration. **Ecosystem Health and Sustainability**, v. 8, n. 1, p. 2085185, 2022.