

Micorriza arbuscular sob a copa de duas espécies arbóreas de Mata Atlântica ⁽¹⁾

Lorrane Marques Duarte⁽²⁾; Dalva Andressa Gonçalves Reis⁽³⁾; Sandra Patricia Montenegro Gomez⁽⁴⁾; Marcio Rodrigues Lambais⁽⁵⁾; Lucas Carvalho Basilio de Azevedo⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de FAPESP.

⁽²⁾ Bolsista PIBIC CNPq; Instituto de Ciências Agrárias (ICIAG); Universidade Federal de Uberlândia (UFU); Av. Amazonas, s/n, Uberlândia-MG, CEP 38400-902; lorrane.eng.ambiental@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante; ICIAG, UFU, Uberlândia-MG; dalva_andressa@yahoo.com.br; ⁽⁴⁾ ESALQ/Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP; ⁽⁵⁾ Professor, ESALQ - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP; mlambais@esalq.usp.br; ⁽⁶⁾ Professor, ICIAG – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG; lcbazevedo@iciag.ufu.br.

RESUMO: Apesar da grande biodiversidade vegetal do Bioma Mata Atlântica, pouco se conhece sobre os fungos micorrízicos arbusculares (FMA). O objetivo desse trabalho foi estudar os níveis de colonização de raízes e o número de esporos de FMA em solo sob a copa de duas espécies vegetais (*Euterpe edulis* e *Guapira opposita*) em Mata Atlântica, em três altitudes do Parque Estadual da Serra do Mar, em Ubatuba SP. As amostras foram coletadas em altitudes de 1000 m, a 100 m ao nível do mar. Sob a copa de *G. opposita*, foi observada menor porcentagem de colonização micorrízica na floresta a 100 metros de altitudes em relação às amostras localizadas a 1000 m. A o nível do mar a esporulação foi maior que nas outras altitudes, mas sem diferenças entre as espécies vegetais. Por meio de análise de componentes principais com os dados de colonização micorrízica e atributos químicos do solo, não houve separação das amostras em relação às altitudes de espécies vegetais. A colonização micorrízica associou-se positivamente a pH, teores de Fe e de H+Al e negativamente aos teores de Al, Mn e Cu. Como conclusão, mostramos que há efeito da altitude sobre a colonização micorrízica e número de esporos, mas não há diferenças entre as espécies arbóreas estudadas.

Termos de indexação: Glomeromycota, colonização micorrízica, floresta tropical.

INTRODUÇÃO

O bioma Mata Atlântica possui grande biodiversidade, mesmo reduzido a 8 % da sua área original (Perioto, 2003). O estado de São Paulo detém a maior área de Mata Atlântica remanescente do país, localizada principalmente no interior de parques estaduais, estações ecológicas e experimentais (Villani et al., 1998).

Pelo fato de a Mata Atlântica ser considerada um dos *hotspots* da diversidade mundial, justifica-se a necessidade de estudar esse bioma, com o intuito de preservar as espécies e suas funções nesse ambiente. Por outro lado, pouco se conhece a respeito da biodiversidade microbiológica, em especial àquela presente no solo sob a Mata Atlântica.

Dentre os micro-organismos, os fungos micorrízicos arbusculares (FMA) formam associações simbióticas mutualistas com as raízes de aproximadamente 80% das plantas terrestres (Smith & Read, 2008). Esses fungos pertencem ao Filo Glomeromycota, contendo 11 famílias e 17 gêneros. A associação micorrízica arbuscular auxilia as plantas na absorção de nutrientes e água do solo e os FMA recebem em troca carboidratos (Herrman et al., 2004). Após penetrar na parede celular, a hifa se torna extremamente fina, se ramifica profundamente, formando uma matriz de troca com o plasmalema da célula vegetal. Isso aumenta a superfície de contato entre as membranas simbiotes, permitindo eficiente troca de metabólitos.

O benefício da associação para as plantas surge do aumento da extensão da superfície de absorção de elementos minerais pelas hifas extrarradiculares (Berbara, 2006). As hifas extrarradiculares são mais eficientes que as raízes na captura de nutrientes por serem estruturas longas e finas, conferindo vantagem de explorar volumes de solo maiores que pelas raízes. Por isso, as micorrizas arbusculares (MA) são importantes para a nutrição e crescimento de plantas terrestres.

Além disso, os FMA também atuam como componente chave na estruturação do ecossistema, pois a diversidade de FMA pode determinar a biodiversidade e produtividade vegetal (Van der Heijden, 1998). Mas também existem indicativos de que a comunidade vegetal pode influenciar a comunidade de FMA (Johnson et al., 2003). Outros

fatores ambientais também podem influenciar a comunidade de FMA. O efeito da altitude e conseqüentemente, o clima sobre a associação micorrízica arbuscular ainda são pouco compreendidos.

Nesse trabalho, investigamos a micorrização sob duas espécies vegetais arbóreas: *Guapira opposita* e *Euterpe edulis*, em três altitudes em Mata Atlântica (0 m, 100 m e 1000 m). Considerando a interdependência da comunidade vegetal com a comunidade de FMA, levantamos a hipótese de que a espécie de hospedeiro e a altitude podem influenciar a colonização e o número de esporos de FMA.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

Amostras de solo e raízes foram coletadas sob a copa das espécies *Guapira opposita* e *Euterpe edulis* e em três altitudes na Mata Atlântica: a 1000 metros a 100 m e ao nível do mar (0 m). As áreas encontram-se no Parque Estadual da Serra do Mar, no estado de São Paulo.

As amostras foram coletadas com trado na profundidade de 20 cm, a uma distância de 30 cm do caule da árvore, com 8 repetições para cada espécie em cada parcela.

Para avaliação da colonização radicular pelos FMA, as raízes foram lavadas, imersas em KOH 10 % por 16 horas, aquecidas a 60 °C em KOH 10% por 10 minutos e tratadas com H₂O₂ a 15% por 10 segundos para clarificação. As raízes foram coradas por 3 minutos a 90 °C em solução composta por tinta de caneta comercial Parker 5 %, ácido acético 15% e lactoglicerol 10%. A porcentagem de colonização das raízes foi analisada sob microscópio estereoscópico pelo método de placa reticulada (Giovannetti e Mosse, 1980).

Os esporos foram extraídos pelo método de peneiramento úmido de Gerdemann & Nicolson (1963), com as peneiras de 0,037 mm e 0,71 mm sobrepostas em ordem crescente de abertura e utilizando amostra de 50 g de solo. Os esporos foram suspensos em solução de sacarose 70 % por meio de centrifugação.

Os esporos foram recolhidos, separados em grupos e fixados em lâminas de microscópio de acordo com semelhanças morfológicas, como cor, formato e tamanho para posterior identificação de espécies.

Análise estatística

Os tratamentos foram em esquema fatorial 3x2: solo coletado em 3 altitudes e sob a copa de 2 espécies vegetais. Os dados foram submetidos à

análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas por meio do teste de Scott Knot ($P < 0,05$). Visando a normalização, os dados de colonização foram transformados para $\arcsin(x+1)^{0,5}$, e os de número de esporos para $(x+0,5)^{0,5}$. Para determinar a associação entre os atributos químicos do solo, a colonização micorrízica e o número de esporos das amostras estudadas, uma Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada por meio do programa "Canoco for Windows 4.5", com transformação dos dados para $\log x$.

Para uso na ACP, foram analisados os atributos químicos do solo: pH, teor de H+Al, carbono orgânico, cálcio, magnésio, fósforo, potássio, enxofre, cobre, ferro, zinco, manganês, boro e nitrogênio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível de colonização radicular por FMA variou de 40,1 % a 57,1 % (Tabela 1). No trabalho publicado por Aidar et al. (2004), foi observado colonização micorrízica de 46% a 80 % em espécies arbóreas de sucessão secundária em solos de Mata Atlântica no sudeste do estado de São Paulo.

A única diferença estatística observada na colonização foi para amostras sob a *G. opposita*, a 100 m de altitude, apresentando menor valor em relação às amostras de 0 m e 1000 m. Considerando a interação espécie vegetal x altitude, não houve diferenças entre as espécies vegetais.

Sob as duas espécies arbóreas, o número de esporos foi maior ao nível do mar em relação às outras altitudes (Tabela 2). Para a espécie *Euterpe edulis*, o número médio de esporos por 50 g de solo na altitude a 0 m foi 139,8 enquanto na de 100 m foi 50,9. Para *Guapira opposita*, o número foi de 102,9 para o nível do mar, 33,7 para 100 m e 44,6 para 1000 m.

Em relação aos esporos, não houve diferença estatística entre as duas espécies. A diferença observada foi unicamente em relação a altitude ao nível do mar. Isso pode ser explicado pelo local ter o lençol freático próximo à superfície, influenciando a esporulação dos FMA.

Os atributos químicos do solo (Tabela 3) foram utilizados conjuntamente com a colonização e número de esporos para a ACP. O primeiro eixo da ACP explicou 23,7% da variabilidade dos dados e o segundo eixo explicou 16,2 %. As amostras se separaram de acordo com altitude. No entanto, a espécie vegetal não influenciou o agrupamento de amostras. As amostras do nível do mar encontram-se na parte positiva do primeiro eixo, enquanto a maioria das outras amostras encontra-se na parte

negativa do mesmo eixo. As amostras de 100 m e 1000 m são separadas pelo segundo eixo.

CONCLUSÕES

A colonização micorrízica sob a copa de *Guapira opposita* é afetada pela altitude, sendo menor a 100 m em relação às altitudes de 1000 m e 0 m.

Não há diferença de colonização micorrízica entre as amostras sob a copa das espécies *G. opposita* e *Euterpe edulis*.

Para os esporos não há diferença entre as espécies, e sim entre a parcela ao nível do mar em relação às parcelas a 100 m e 1000 m de altitude.

A ACP dos dados de colonização, número de esporos de FM com os atributos químicos do solo permite a separação clara das amostras apenas de acordo com a altitude.

Tabela 1 – Colonização micorrízica arbuscular (%) sob duas espécies vegetais (*Guapira opposita* e *Euterpe edulis*), em três altitudes, no Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba SP.

Altitude	Espécie Vegetal	
	<i>Guapira opposita</i>	<i>Euterpe edulis</i>
0 m	55 Aa	44,1 Aa
100 m	40,0 Ba	53,4 Aa
1000 m	57,1 Aa	52,1 Aa

n = 8. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knot ($p > 0,05$).

Tabela 2 – Esporos de fungos micorrízicos arbusculares por 50 g de solo sob duas espécies vegetais (*Guapira opposita* e *Euterpe edulis*), em três altitudes, no Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba, SP.

Altitude	Espécie Vegetal	
	<i>Guapira opposita</i>	<i>Euterpe edulis</i>
0 m	112,9 Aa	139,8 Aa
100 m	33,6 Ba	50,9 Ba
1000 m	44,6 Ba	38,9 Ba

n = 8. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knot ($p > 0,05$).

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo suporte financeiro, à FAPEMIG pelo incentivo à pesquisa no estado de Minas Gerais e ao Laboratório de Microbiologia Molecular

da ESALQ/USP pelo apoio no organização e orientação na coleta de amostras.

REFERÊNCIAS

AIDAR, M.Q. M; CARRENHO, R; JOLY, C.A. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an atlantic forest chronosequence Parque Estadual Turístico Do Alto Ribeira (Petar), SP. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>, acesso em 30 maio de 2012.

BERBARA, R. Fungos Micorrízicos Arbusculares: muito além de nutrição. Viçosa 2006, Nutrição Mineral de Plantas. P 56-57.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. *New Phytologist*, Cambridge, 84, p. 489-500, 1980.

HERRMANN, S.; OELMULLER, R.; BUSCOT, F. Manipulation of the onset of ectomycorrhizal formation by indole-3-acetic acid, activated charcoal or relative humidity in the association between oak microcuttings and *Piloderma croceum* influence on plant development and photosynthesis. *J. Plant Physiol.*, 161:509-17, 2004.

JOHNSON, D.; VANDENKOORNHUYSE, P.J.; LEAKE, J.R.; GILBERT, L.; BOOTH, R.E.; GRIME, J.P.; YOUNG, J.P.W.; READ, D.J. Plant communities affect arbuscular mycorrhizal fungal diversity and community composition in grassland microcosms. *New Phytologist*, 161: 503-515, 2003.

PERIOTO, N.W. Heminopteros parasitódes da Mata Atlântica, Parque Estadual da Serra do Mar Ubatuba Sao Paulo. *Arq.Inst. Biol. São Paulo*.70, n 4, 2003.

SMITH, S.E. & READ, D.J. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd ed. New York: Academic Press, 2008.

VAN DER HEJIDEN, M.G.A.; KLIRONOMOS, N.J.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. *Nature*, 396, 5 November 1998.

VILLANI, J, P; SANCHES, R.A.; MARETTI, C.C. Plano de manejo das unidades de conservação: Parque Estadual da Serra do Mar-Núcleo Santa Virgínia. Plano de Gestão Ambiental-Fase 1. Secretária do Meio Ambiente, 1998.

Tabela 3 – Valores médios (n=8) de atributos químicos sob duas espécies vegetais (*Guapira opposita* e *Euterpe edulis*), em três altitudes, no Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba SP.

	<i>Guapira opposita</i>			<i>Euterpe edulis</i>		
	1000 m	100 m	0 m	1000 m	100 m	0 m
Enxofre mg dm ⁻³	59,30	63,11	62,36	63,64	72,90	76,99
Zinco mg dm ⁻³	2,08	2,64	2,71	1,70	2,27	2,05
Manganês mg dm ⁻³	6,63	9,99	2,04	3,93	5,54	1,98
Cobre mg dm ⁻³	0,95	0,89	0,38	0,83	0,77	0,62
Ferro mg dm ⁻³	248,88	361,00	393,75	336,22	334,00	401,29
Boro mg dm ⁻³	76,85	51,59	393,75	73,85	64,89	73,27
pH	4,25	4,44	4,69	4,25	4,40	4,54
Fósforo mg dm ⁻³	80,23	73,98	82,14	82,96	82,18	83,01
Potássio mg dm ⁻³	66,50	107,63	68,38	74,89	65,38	62,29
Cálcio cmol _c dm ⁻³	0,93	1,61	0,77	0,91	0,78	0,79
Magnésio cmol _c dm ⁻³	0,44	0,82	0,49	0,44	0,37	0,33
Alumínio cmol _c dm ⁻³	3,46	3,46	2,03	3,39	2,36	2,35
H+Al cmol _c dm ⁻³	5,00	5,05	5,01	4,87	4,98	4,98
Materia org. dag kg ⁻¹	69,25	65,99	68,06	66,76	72,64	70,69

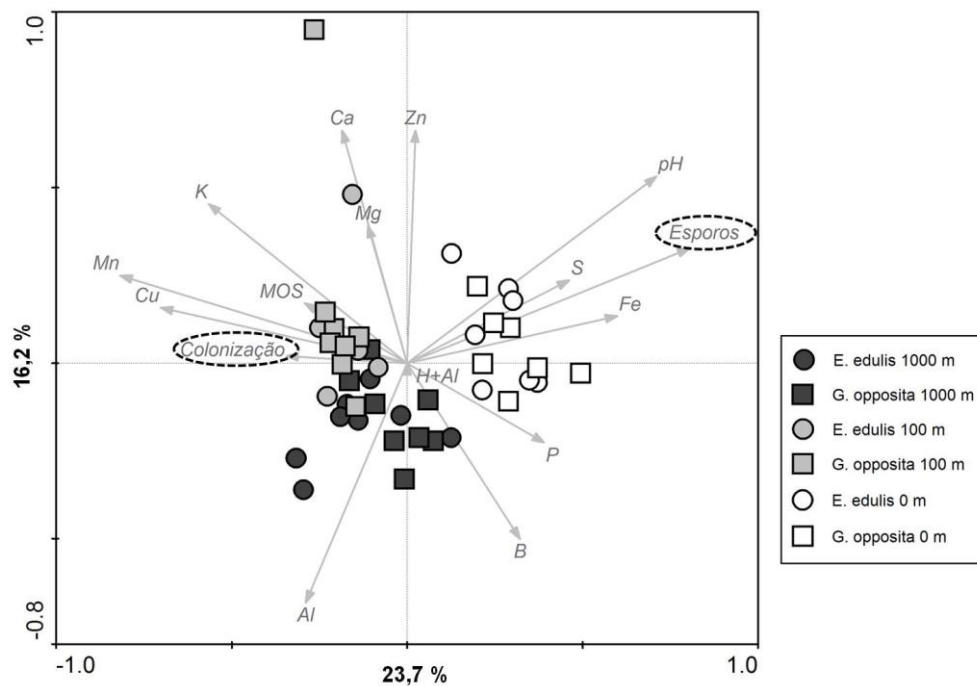


Figura 1 - Biplot de Análise de Componentes Principais (ACP) dos atributos químicos do solo, colonização micorrízica arbuscular e número de esporos sob as espécies vegetais *Guapira opposita* e *Euterpe edulis* (Palmito) em 3 altitudes em Mata Atlântica: 1000 m; 100m; e ao nível do mar.