



ARTIGO

## Efeito da sazonalidade na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em um fragmento de mata de cipó em Vitória da Conquista, Bahia

Renata Soares dos Santos<sup>1</sup>, Patricia Anjos Bittencourt Barreto<sup>2\*</sup> e Rafael Nogueira Scoriza<sup>3</sup>

Recebido: 27 de maio de 2013

Recebido após revisão: 11 de março de 2014

Aceito: 12 de março de 2014

Available online at <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/2660>

**RESUMO:** (Efeito da sazonalidade na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em um fragmento de mata de cipó em Vitória da Conquista, Bahia). Os fungos micorrízicos arbusculares são simbiontes obrigatórios de plantas que ocorrem na maioria dos ecossistemas florestais, sendo influenciados por diversos fatores ambientais. Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da sazonalidade anual na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em fragmento de floresta estacional semidecidual. O estudo foi desenvolvido em um fragmento florestal, localizado nas coordenadas 14°52'46''S / 40°47'34''W, em Vitória da Conquista, Bahia. Foram coletadas 16 amostras de solo de forma aleatória, na profundidade de 0-5 cm, nas estações primavera, verão, outono e inverno, sendo os esporos extraídos, contados e identificados taxonomicamente. O número de esporos e a riqueza de espécies de FMA foram influenciados pela sazonalidade, sendo que estas variáveis estiveram altamente relacionadas com a precipitação. Diante da evidente sensibilidade dos FMAs às mudanças climáticas, ressalta-se a importância, em estudos de levantamento da riqueza, de se realizar diversas avaliações ao longo do ano.

**Palavras-chave:** Glomeromycota, microrganismos do solo, remanescente florestal, precipitação.

**ABSTRACT:** (Effect of seasonality in the community of arbuscular mycorrhizal fungi in a forest fragment of Mata de Cipó in Vitória da Conquista, Bahia). Arbuscular mycorrhizal fungi are obligate symbionts of plants that occur in the most forest ecosystems, being influenced by various environmental variables. Therefore, the objective of this study was to evaluate the effect of annual seasonality on the community of arbuscular mycorrhizal fungi in a fragment of semideciduous forest. The study was conducted in a fragment located at coordinates 14°52'46''S / 40°47'34''W, in Vitória da Conquista, Bahia. Sixteen soil samples were randomly collected at a depth of 0-5 cm at spring, summer, autumn and winter. The spores were extracted, counted and identified. The number of spores and species diversity of AMF were influenced by seasonality, being these variables closely related to precipitation. Concerning to clear sensitivity of the AMF communities to climatic changes coming from seasonality, we stressed the importance of conducting various assessments throughout the year.

**Key words:** Glomeromycota, forest remnant, rainfall, soil microorganisms.

### INTRODUÇÃO

As micorrizas são associações mutualistas entre certos fungos do solo e as raízes da maioria das espécies vegetais. Os fungos formadores de micorrizas arbusculares estão incluídos no filo Glomeromycota, um grupo monofilético de fungos classificados em quatro ordens, treze famílias e dezenove gêneros, com pouco mais de 215 espécies descritas (Ohel *et al.* 2011). Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs), simbiontes obrigatórios de raízes metabolicamente ativas, trazem benefícios à comunidade vegetal e ao ambiente, favorecendo a absorção de nutrientes e água pelas plantas, bem como a retenção de umidade, agregação e estabilidade do solo (Augé *et al.* 2001).

Em algumas espécies de plantas, a dependência micorrízica é acentuada e, na ausência da simbiose, as plantas não conseguem absorver os nutrientes necessários para a sua sobrevivência (Souza *et al.* 2010). Como resultado dos múltiplos níveis de dependência da planta ao fungo micorrízico, a associação influencia a estrutura da paisagem, sendo um dos componentes definidores do

número de espécies vegetais e da produtividade primária (Miller & Kling 2000). Por outro lado, as plantas também influenciam a riqueza das comunidades de FMAs, assim como a abundância de propágulos infectivos (Miller & Kling 2000).

Os FMAs são encontrados nos solos de diversos ecossistemas naturais e agrícolas, associados a raízes de plantas de quase todos os gêneros das Gimnospermas e Angiospermas, além de Pteridófitas e gametófitos de Briófitas (Moreira & Siqueira 2002). Diversos fatores de natureza biótica e abiótica regulam a ocorrência desses fungos, interferindo na sobrevivência e na germinação dos propágulos infectivos, alterando o processo e os efeitos da colonização radicular nas plantas (Cardoso 2010). Dentre estes fatores estão a quantidade e a composição de espécies de FMAs, a presença de outros microrganismos do solo, a fisiologia da planta hospedeira e as condições climáticas (Zangaro *et al.* 2000). O clima controla a formação da associação e estabelecimento das comunidades de FMAs tanto diretamente, pela maior disponibilidade hídrica e altas temperaturas, quanto indiretamente, pela

1. Estudante de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, CEP 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

2. Professor Adjunto, Departamento de Engenharia Agrícola e Solos Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. CEP 45083-900, Vitória da Conquista, BA, Brasil.

3. Doutorando em Agronomia, Ciência do Solo / UFRRJ. CEP 23890-000. Seropédica, RJ, Brasil.

\*Autor para contato. E-mail: [patriciabarroto@uesb.edu.br](mailto:patriciabarroto@uesb.edu.br)

maior necessidade nutricional e hídrica das plantas em certas épocas do ano. Martínez-García *et al.* (2012) constataram alterações na colonização micorrízica (abundância de vesículas e arbúsculos) em decorrência de mudanças nos padrões de precipitação pluviométrica.

Nas florestas tropicais, as condições climáticas predominantes propiciam variação nos níveis de precipitação pluviométrica e de temperatura, que se modificam ao longo do ano (Schessl *et al.* 2005). Nas áreas de Floresta Estacional Semidecidual, em particular, ocorre uma característica de dupla sazonalidade climática, sendo uma tropical com época de intensas chuvas de verão seguida por estiagens acentuadas, e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio de inverno, com temperaturas médias inferiores a 15 °C (IBGE 2012), o que pode provocar da mesma forma mudanças na comunidade de FMAs associados às plantas.

Assim, considerando a demarcada sazonalidade climática nesse tipo vegetacional e a escassez de estudos acerca da influência das variações climáticas sobre esses microrganismos do solo, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da sazonalidade anual na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares de um fragmento florestal de mata de cipó.

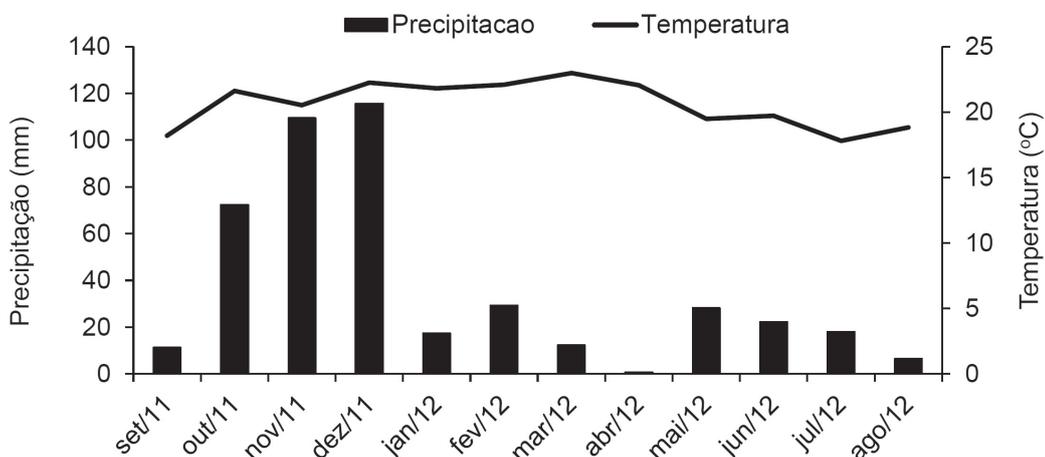
## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um fragmento de vegetação nativa, conhecida regionalmente como mata de cipó, classificada como Floresta Estacional Semidecidual. Este tipo vegetacional apresenta abundante quantidade de trepadeiras, e responde ao clima com ritmo sazonal (Ivnauskas & Assis 2012). O fragmento apresenta área de 42 hectares e está localizado nas coordenadas 14°52'46''S / 40°47'34''W, a 891 m de altitude, no município de Vitória da Conquista, Bahia. A região tem clima classificado como tropical de altitude (Cwb), segundo a classificação de Koppen, e relevo plano a levemente ondulado. O solo da região foi classificado como Latossolo Amarelo

Distrófico (Embrapa 2013). Os valores médios de precipitação e temperatura no período de estudo (setembro de 2011 a agosto de 2012) estão representados na figura 1.

As coletas foram realizadas nos meses de novembro de 2011, fevereiro, maio e agosto de 2012, que correspondem ao período final de cada uma das estações do ano (primavera, verão, outono e inverno, respectivamente). Em cada estação, foram coletadas 16 amostras de solo na profundidade de 0 a 5 cm, com o auxílio de um trado. A decisão de trabalhar na profundidade 0-5 cm baseou-se no fato desta camada receber grande influência da vegetação, pela deposição de resíduos orgânicos e pela grande concentração de pelos radiculares e raízes finas, verificando-se uma maior ocorrência de esporos (Silva *et al.* 2006, Angelini *et al.* 2012). As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e, posteriormente, analisadas no Laboratório de Micorrizas da Embrapa Agrobiologia (Seropédica, RJ), sob supervisão dos técnicos responsáveis.

De cada amostra coletada, foram pesados 50 g de solo para a extração dos esporos dos FMAs, segundo a técnica de peneiramento úmido (Gerdemann & Nicolson 1963), complementada pela metodologia adaptada de centrifugação em gradiente de densidade utilizada para nematóides descrita por Jenkins (1964). A análise consistiu em verter toda amostra processada em uma placa de Petri canaletada, sendo realizada a observação em microscópio estereoscópico com aumento de 32 X e contagem dos esporos. Posteriormente, os esporos foram agrupados pelas características de tamanho, cor e forma, e colocados em lâminas com álcool polivinil em lactoglicérol (PVLG) sob uma lamínula. Na mesma lâmina um segundo grupo de esporos foi submetido a uma mistura de PVLG+Reagente de Melzer (1:1). Os esporos, em ambas as lamínulas, foram quebrados mecanicamente, para exposição das paredes internas (quando presentes). A reação de cor ao reagente de Melzer foi utilizada para caracterizar as paredes dos esporos. A identificação das espécies de FMAs foi feita segundo Schenck & Pérez (1988) e segundo trabalhos de descrição das espécies



**Figura 1.** Valores médios mensais de precipitação e temperatura mensais de setembro de 2011 a agosto de 2012, em Vitória da Conquista, Bahia. Dados fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET; [www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

identificadas, além de consulta ao site da coleção internacional de FMAs - INVAN (<http://invan.caf.wvu.edu/>) e MycoBank (<http://www.mycobank.org>). As observações foram feitas em microscópio óptico com iluminação de campo-claro e objetiva de imersão. Os esporos foram identificados de acordo com a análise morfológica clássica. Os caracteres taxonômicos incluíram número e tipo de camadas das paredes dos esporos e sua reação ao reagente de Melzer; características das paredes internas, quando presentes; morfologia da hifa de sustentação do esporo; e variação da cor e tamanho dos esporos.

O número de esporos extraídos foi transformado para número de esporos por grama de solo. Foi calculada a frequência de ocorrência das espécies de FMAs em cada estação, considerando o número de repetições (16) como valor absoluto. A riqueza total considerou o número total de espécies por estação. A riqueza média considerou o número de espécie de cada amostra, sendo realizada a média por estação. Para a construção da curva de suficiência amostral de espécies considerou-se o número total de espécies encontradas em relação ao número sequencial de amostras. A diversidade alfa ( $\alpha$ ) foi calculada no software Excel através do índice Margalef, utilizando-se a equação  $\alpha = (S-1)(\log N)^{-1}$ , onde S é o número de espécies amostradas e N é o número total de indivíduos (esporos) em todas as espécies (Odum & Barrett 2011).

#### Análise estatística

Os dados foram analisados quanto à homogeneidade das variâncias dos erros, pelo Teste de Cochran, e da normalidade, pelo Teste de Lilliefors, utilizando-se o software SAEG 9.1. Posteriormente, constatados que os dados foram paramétricos, procedeu-se a análise de variância com aplicação do Teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software SISVAR 5.3. Foram estabelecidas correlações de Pearson a 5% de significância entre variáveis climáticas (precipitação pluviométrica e temperatura) e número de esporos e riqueza de espécies, utilizando-se o software SAEG 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se influência da sazonalidade no número médio de esporos de FMAs no fragmento florestal investigado (Fig. 2), sendo menor na primavera (4,9 esporos.g<sup>-1</sup> solo) e maior nas demais estações: verão (13,6 esporos.g<sup>-1</sup> solo), outono (10,3 esporos.g<sup>-1</sup> solo) e inverno (10,6 esporos.g<sup>-1</sup> solo). Aidar *et al.* (2004), avaliando um fragmento de Mata Atlântica, também encontraram um efeito nítido da sazonalidade sobre a densidade de esporos, sendo esta maior na época chuvosa do ano.

A densidade média de esporos do solo sob o fragmento florestal foi de  $9,9 \pm 0,6$  esporos.g<sup>-1</sup> de solo (Fig. 2), valor superior aos encontrados por Silva *et al.* (2006) em área de capoeira com 40 anos (5,3 esporos.g<sup>-1</sup>) e em área de floresta secundária (4,4 esporos.g<sup>-1</sup>) em Ubatuba (SP), porém inferior aos encontrados por Zangaro *et al.* (2008)

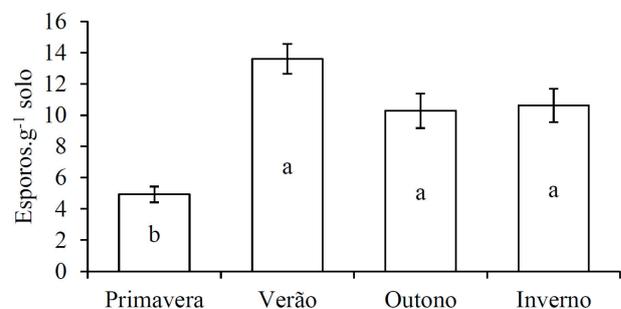
em floresta secundária e em floresta madura no norte do Paraná, com média superior a 50 e 10 esporos.g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Foram identificadas 24 espécies de FMAs, estas apresentando diferentes frequências de ocorrências em cada uma das estações do ano, conforme a tabela 1.

Das espécies encontradas, predominaram as do gênero *Acaulospora* com seis espécies, seguido por *Glomus* (três), *Racocetra* (três), *Dentiscutata* (três), *Gigaspora* (duas), *Archaeospora*, *Ambispora*, *Cetraspora*, *Claroideoglossum*, *Diversispora* e *Funneliformis* (uma espécie cada). A dominância de um ou mais gêneros de FMAs pode ser atribuída à interação com fatores do ambiente, tais como características físicas e químicas do solo, morfológicas e fisiológicas das plantas, compatibilidade genética das espécies de fungos e plantas que ocorrem no local, dispersão dos fungos e extinção de algumas espécies de plantas do local (Silva *et al.* 2008, Zangaro & Moreira 2010.).

De acordo com Bever *et al.* (2001) e Mangan *et al.* (2004), a sazonalidade também afeta a ocorrência de FMAs, pois as espécies produzem os seus esporos em diferentes épocas do ano, e estes se tornam fisiologicamente ativos em estações mais propícias ao seu desenvolvimento. A menor riqueza total de espécies foi observada no inverno (sete - que está associado ao final do período seco), enquanto as demais estações apresentaram valores próximos (13, 12 e 13 espécies para primavera, verão e outono, respectivamente; Tabs. 1 e 2). Caproni *et al.* (2003) também verificaram variação da riqueza de FMAs de acordo com a época do ano. Entretanto, diferente deste trabalho, estes autores observaram maior variabilidade taxonômica no período seco, o que sugere que naquele ambiente a esporulação de muitas espécies era ativada pelo estresse hídrico de seca.

O menor índice de diversidade de espécies foi encontrado no inverno, o que pode estar refletindo uma menor riqueza média e total neste período de avaliação (Tab. 2). Assim, no inverno a comunidade de FMAs se apresenta menos complexa, sendo que apenas as espécies mais resistentes às condições de déficit hídrico continuaram apresentando estruturas de reprodução e dispersão,



**Figura 2.** Números médios de esporos de FMAs nas quatro estações investigadas na Mata do Cipó (Vitória da Conquista, Bahia). Letras iguais não diferem segundo o teste de Tukey, a 5%. As barras nas colunas representam os desvios-padrão.

**Tabela 1.** Frequência de ocorrência (FO) das espécies de FMAs\* encontradas na Mata do Cipó (Vitória da Conquista, Bahia). n=16.

Espécies de FMAs	Primavera	Verão	Outono	Inverno
	Frequência de ocorrência (%)			
<i>Acaulospora colombiana</i> (Spain & N.C. Schenck) Kaonongbua, J.B. Morton & Bever	0	6,25	6,25	0
<i>Acaulospora foveata</i> Trappe & Janos	12,50	0	25,00	25,00
<i>Acaulospora mellea</i> Spain & Schenck	12,50	6,25	0	0
<i>Acaulospora rehmsii</i> Sieverding & Toro	6,25	0	0	0
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	31,25	6,25	0	12,50
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe	56,25	0	12,50	56,25
<i>Acaulospora</i> sp.	0	0	6,25	0
<i>Ambispora leptoticha</i> (N.C. Schenck & G.S. Sm.) C. Walker, Vestberg & A. Schüssler	6,25	0	12,50	0
<i>Archaeospora undulata</i> (Sieverd.) Sieverd., G.A. Silva, B.T. Goto & Oehl	6,25	0	0	0
<i>Cetraspora pellucida</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) Oehl, F.A. Souza & Sieverd	6,25	6,25	0	0
<i>Claroideoglossum lamellosum</i> (Dalpé, Koske & Tews) C. Walker & A. Schüßler	0	12,50	0	0
<i>Dentiscutata cerradensis</i> (Spain & J. Miranda) Sieverd., F.A. Souza & Oehl	0	0	6,25	0
<i>Dentiscutata heterogama</i> (T.H. Nicolson & Gerd.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl	6,25	0	0	0
<i>Dentiscutata scutata</i> (C. Walker & Dieder.) Sieverd., F.A. Souza & Oehl	0	0	12,5	0
<i>Diversispora tortuosa</i> Schenck & Smith	6,25	6,25	0	18,75
<i>Funneliformis verruculosum</i> (Blaszcz.) C. Walker & A. Schüßler	0	75,00	87,50	0
<i>Gigaspora gigantea</i> (Nicol. & Gerd.) Gerd. & Trappe	93,75	0	0	0
<i>Gigaspora</i> sp.	12,50	62,50	75,00	56,25
<i>Glomus clavispurum</i> (Trappe) Almeida & Schenck	0	6,25	0	0
<i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding	0	31,25	12,50	0
<i>Glomus macrocarpum</i> Tulasne & Tulasne	100,00	62,50	68,75	75
<i>Racocetra fulgida</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd.	0	0	6,25	0
<i>Racocetra persica</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd	0	0	0	31,25
<i>Racocetra verrucosa</i> (Koske & C. Walker) Oehl, F.A. Souza & Sieverd	0	50,00	56,25	0

\*Identificação feita pela primeira autora, sob supervisão dos responsáveis pelo Laboratório de Micorrizas da Embrapa Agrobiologia (Seropédica, RJ).

com destaque para a espécie *Racocetra persica*, que foi encontrada somente nesta estação do ano.

Embora o gênero *Acaulospora* tenha apresentado a maior número de espécies, estas ocorreram de maneira geral com baixa frequência e apenas em determinadas estações do ano, diferenciando-se do comportamento de *Glomus macrocarpum*, que sempre apresentou alta frequência de ocorrência em todas as estações (Tab.1). Segundo Zangaro & Moreira (2010), alguns gêneros como *Acaulospora* têm sido detectados como dominantes em várias áreas de Floresta Atlântica (maior densidade de esporos e número de espécies em relação aos demais gêneros ocorrentes). No entanto, espécies consideradas raras ou de baixa frequência podem estar no ambiente em outras formas, como hifas, raízes colonizadas e células auxiliares, como salientado por Santos & Carrenho (2011), que acreditam que a ausência de esporos não indica, necessariamente, ausência de colonização radical e, conseqüentemente, a não participação na associação simbiótica.

Algumas espécies, como *Acaulospora rehmsii*, *Acaulospora* sp., *Archaeospora undulata*, *Claroideoglossum lamellosum*, *Dentiscutata cerradensis*, *D. heterogama*, *D. scutata*, *Glomus clavispurum* e *Racocetra persica*,

**Tabela 2.** Valores médios de riqueza de espécies e diversidade. Valores entre parênteses representam os erros-padrão.

Estação	Riqueza Total	Riqueza Média	Margalef
Primavera	13	3,56 (0,50) ab	17,33
Verão	12	3,31 (0,96) ab	9,70
Outono	13	3,87 (1,10) a	11,86
Inverno	7	2,75 (1,07) b	5,85

\*Letras iguais não diferem entre si na coluna segundo o teste Tukey, a 5% de significância.

ocorreram em baixa frequência e em apenas uma estação do ano. Das 24 espécies, apenas *Gigaspora* sp. e *Glomus macrocarpum* ocorreram em todas as estações, a primeira influenciada negativamente pelas condições de primavera, e a segunda, positivamente. Aidar *et al.* (2004) encontraram *Glomus heterosporum* e *G. macrocarpum* apenas na época chuvosa do ano. Devido à natureza sazonal dos FMAs, as coletas de solo para levantamento de riqueza de espécies devem cobrir todas as estações do ano (Zangaro & Moreira 2010). Como dito anteriormente, muitas espécies podem não ter esporulado no período de amostragem do solo e, assim, a riqueza de espécies poderá aumentar como consequência do aumento na frequência temporal das coletas (Bever *et al.* 2001, Mangan *et al.* 2004).

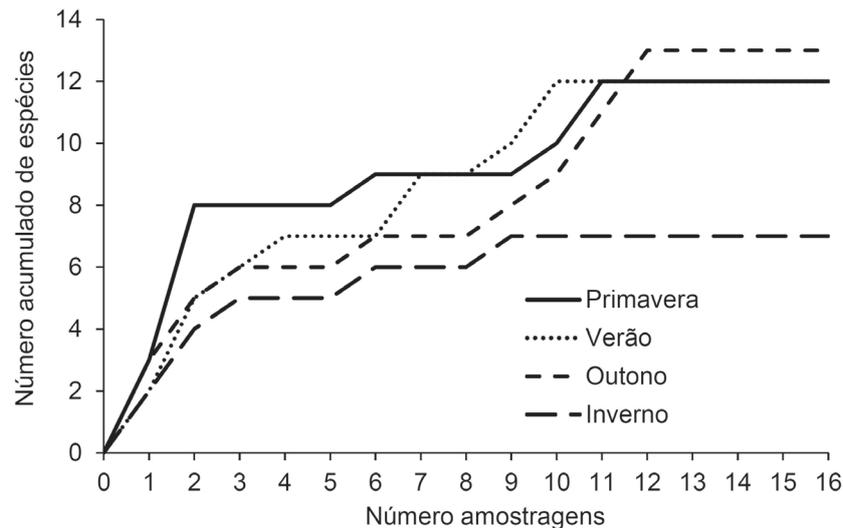
Considerando que no ecossistema florestal investigado não há grandes alterações na estrutura da vegetação ao longo do ano, é provável que a ocorrência de determinadas espécies e a densidade de esporos dos FMAs estejam associadas a fatores climáticos, como precipitação e temperatura, ao metabolismo e atividade da(s) planta(s) hospedeira(s) e a atributos químicos do solo (Augé *et al.* 2001, Bayer & Mielniczuk 2008, Souza 2010).

Verificou-se correlação significativa apenas entre o número de esporos e a precipitação (Tab. 3) demonstrando

**Tabela 3.** Correlação entre variáveis climáticas, número de esporos e riqueza de espécies de FMAs na Mata do Cipó (Vitória da Conquista, Bahia).

Correlação	Temperatura	Precipitação
Esporos.g <sup>-1</sup> solo	0,26	-0,84*
Riqueza Total	0,54	0,60
Riqueza Média	0,22	0,45

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro.



**Figura 3.** Curva de acumulação de espécies de FMAs nas quatro estações investigadas na Mata do Cipó (Vitória da Conquista, Bahia).

que a esporulação dos FMAs é estimulada por níveis de umidade mais baixos.

A análise da suficiência amostral de espécies de FMAs nas diferentes estações mostra uma estabilização na ocorrência de novas espécies, na forma de esporos, no fragmento florestal investigado (Fig. 3). O aumento na evidência e espécies foi mais acentuado na primavera, seguida do verão e outono, atingindo estabilidade a partir da 12ª amostra. No inverno, possivelmente em decorrência da interrupção da esporulação de um grupo de espécies provocada pelas condições restritivas da estação, verificou-se estabilização com menor número de amostras (9).

## CONCLUSÕES

A diversificação das comunidades de FMAs na mata do Cipó mostrou-se influenciada pelas condições climáticas das estações do ano. Das variáveis ambientais avaliadas, a precipitação pluviométrica parece ter maior relevância como moduladora da riqueza. Assim, ressalta-se a importância, em estudos de levantamento de riqueza de espécies ou que utilizem dados de ocorrência das espécies para análises comparativas, de se realizar avaliações em diferentes períodos do ano.

## REFERÊNCIAS

ANGELINI, G. A. R., LOSS, A., PEREIRA, M. G., TORRES, J. L. R. & SAGGIN JÚNIOR, O. J. 2012. Colonização micorrízica, densidade de esporos e diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo de Cerrado sob plantio direto e convencional. *Semina: Ciências Agrárias*, 33(1): 115-130. <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n1p115>>

AIDAR, M. P. M., CARRENHO, R. & JOLY, C. 2004. Aspects of arbuscular mycorrhizal fungi in an Atlantic Forest chronosequence Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira (PETAR), SP. *Biota Neotropica*, 4(2). Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v4n2/pt/fullpaper?bn02504022004+en>>. Acesso em: 26 mai. 2013.

AUGÉ, R. M., STODOLA, A. J. W., TIMS, J. E. & SAXTON, A. M. 2001. Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. *Plant and Soil*, 230: 87-97. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1004891210871>>

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. 2008. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. A. et al. (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo – Ecossistemas Tropicais & Subtropicais*. 2 ed. Porto Alegre: Metropole.

BEVER, J. D., SCHULTZ, P. A., PRINGLE, A. & MORTON, J. B. 2001. Arbuscular mycorrhizal fungi: more diverse than meets the eye, and the ecological tale of why. *BioScience*, 51: 923-931.

CAPRONI, A. L., FRANCO, A. A., BERBARA, R. L. L., TRUFEM, S. B., GRANHA, J. R. D. de O. & MONTEIRO, A. B. 2003. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas revegetadas após mineração de bauxita em Porto Trombetas, Pará. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 38(12): 1409-1418.

CARDOSO, E. J. B. N., CARDOSO, I. M., NOGUEIRA, M. A., BARRETTA, C. R. D. M. & PAULA, M. A. 2010. Micorrizas Arbusculares na aquisição de nutrientes pelas plantas. In: SIQUEIRA, J. O., SOUZA, F. A., CARDOSO, E. J. B. N. & TSAI, S. M (Eds.). *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: UFLA.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro). 2013. *Sistema Brasileiro de Classificação de solos*. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa.

GERDEMANN, J. W. & NICOLSON, T. H. 1963. Spores of mycorrhizal endogone species extracted from soil by wet-sieving and decanting. *Transactions of British Mycological Society*, 46: 235-244. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0007-1536(63)80079-0)>.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2012. *Manual técnico da vegetação brasileira*. 2ª ed. Revisada e ampliada. Brasília: IBGE.

IVANAUSKAS, N. M. & ASSIS, M. C. de. 2012. Formações Florestais Brasileiras. In: MARTINS, S. V. (Ed.). *Ecologia de florestas tropicais do Brasil*. 2 ed. rev. e ampl. Viçosa: Editora UFV.

JENKINS, W. R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Report*, 28: 692, 1964.

MANGAN, S. A., EOM, A., ADLER, G. H., YAVITT, J. B. & HERE, E. A. 2004. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi across a fragmented forest in Panama: insular spore communities differ from mainland communities. *Oecologia*, 141: 687-700. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00442-004-1684-2>>.

MARTÍNEZ-GARCÍA, L. B., MIRANDA, J. de D. & PUGNAIRE, F. I. 2012. Impacts of changing rainfall patterns on mycorrhizal status of a shrub from arid environments. *European Journal of Soil Biology*, 50: 64-67. <<http://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.12.005>>

MILLER, R. M. & KLING, M. 2000. The importance of integration and

- scale in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Plant and Soil*, 226: 295-309. <<http://dx.doi.org/10.1023/A:1026554608366>>.
- MOREIRA, F. M. S. & SIQUEIRA, J. O. 2002. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras: Universidade Federal de Lavras.
- OEHL, F., SIEVERDING, E., PALENZUELA, J., INEICHEN, K. & SILVA, G.A. 2011. Advances in Glomeromycota taxonomy and classification. *IMA Fungus*, 2(2): 191-199. <[dx.doi.org/10.5598/imafungus.2011.02.02.10](http://dx.doi.org/10.5598/imafungus.2011.02.02.10)>.
- ODUM E.P. & BARRETT, G. W. 2011. *Fundamentos de ecologia*. São Paulo: Cengage Learning.
- SANTOS, F. E. F. dos. & CARRENHO, R. 2011. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em remanescente florestal impactado (Parque Cinquentenário - Maringá, Paraná, Brasil). *Acta Botanica Brasilica*, 25(2): 508-516.
- SCHENCK, N. C. & PEREZ, Y. 1988. *A manual of identification of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi*. 2 ed. Florida, Gainesville.
- SCHESSEL, M., KRAUSE, L., PIECHOWSKI, D. & GOTTSBERGER, G. A. 2005. Fragmentação da Mata Atlântica em Pernambuco e suas consequências biológico-reprodutivas. In: FRANKE, C. R., ROCHA, P. L. B. da, KLEIN, W. & GOMES, S. L. (Orgs.). *Mata Atlântica e Biodiversidade*. Salvador: Edufba.
- SILVA, C. F., PEREIRA, M. G., SILVA, E. M. R., CORREIRA, M. E. F. & SAGGIN-JÚNIOR, O. J. 2006. Fungos micorrízicos arbusculares em áreas no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar em Ubatuba (SP). *Caatinga*, 19(1): 1-10.
- SILVA, R. F., ANTONIOLLI, Z. I., ANDREAZZA, R. & KAMINSKI, J. 2008. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo cultivado com eucalipto, pinus e campo nativo em solo arenoso, São Francisco de Assis, RS. *Ciência Florestal*, 18(3): 353-361.
- SOUZA, F. A., STÜRMER, S. L., CARRENHO, R. & TRUFEM, S. F. B. 2010. Classificação e taxonomia de fungos micorrízicos arbusculares e sua diversidade e ocorrência no Brasil. In: SIQUEIRA, J. O., SOUZA, F. A., CARDOSO, E. J. B. N. & TSAI, S. M (Eds.). *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: UFLA.
- VELOSO, H. P., RANGEL FILHO, A. L. R. & LIMA, J. C. A. 1991. *Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal*. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais.
- ZANGARO, W., ASSIS, R. L. de, ROSTIROLA, L. V., SOUZA, P. B. de, GONÇALVES, M. C., ANDRADE, G. & NOGUEIRA, M. A. 2008. Changes in arbuscular mycorrhizal associations and fine root traits in sites under different plant successional phases in Southern Brazil. *Mycorrhiza*, 19: 37-45. <<http://dx.doi.org/10.1007/s00572-008-0202-5>>.
- ZANGARO, W., BONONI, V. L. R. & TRUFEM, S. B. 2000. Mycorrhizal dependency, inoculum potential and habitat preference of native woody species in South Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 16: 603-622.
- ZANGARO, W. & MOREIRA, M. 2010. Micorrizas arbusculares nos biomas Floresta Atlântica e Floresta de Araucária. In: SIQUEIRA, J. O., SOUZA, F. A., CARDOSO, E. J. B. N., TSAI, S. M (Eds.). *Micorrizas: 30 anos de pesquisa no Brasil*. Lavras: UFLA.