

Desenvolvimento e colonização micorrízica radicular de mudas de embaúba adubadas com fosfato natural e material orgânico⁽¹⁾.

Vânia Felipe Freire Gomes⁽³⁾; Eudes Pinheiro da Silva⁽²⁾; Paulo Furtado Mendes Filho⁽³⁾; Ricardo Luiz Lange Ness⁽³⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES e projeto BNB/UFC Cariri.

⁽²⁾ Mestrando do Curso de Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; eudespsilva@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Professores; Universidade Federal do Ceará, Fortaleza; Ceará.

RESUMO: A desertificação é entendida como a degradação do solo, dos recursos hídricos, da fauna e flora com a consequente redução da qualidade de vida das populações afetadas. A regeneração natural da vegetação é, sem dúvida, o procedimento mais barato para reabilitar áreas degradadas. Porém, esse processo é lento e uma solução pode ser o plantio de mudas de arbóreas nativas. Para avaliar essa possibilidade foi conduzido o presente trabalho em casa de vegetação por 120 dias, que testou 5 doses de P (0, 75, 150, 300 e 600 mg L⁻¹) com fosfato de rocha natural reativo, sobre o desenvolvimento e a colonização por FMA nativo de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul), cultivadas em solo natural, solo natural com 50 % esterilizado e solo natural adicionado de 25 % de material orgânico. O crescimento em comprimento, o diâmetro do colo e a produção de massa da matéria seca da parte aérea das plantas não sofreram efeito dos substratos e nem das doses de P. Os substratos SN e SND proporcionaram a maior esporulação e colonização de FMA que favoreceu o aporte de P na parte aérea das plantas. Entretanto, essa atividade foi reduzida nas maiores doses de P. Respiração basal do solo e carbono da biomassa microbiana do solo foram menores no SND e não sofreram influência das doses de P. O substrato SNM proporcionou maior aporte de P na parte aérea das plantas de embaúba.

Termos de indexação: *Cecropia*, Adubação fosfatada, micorriza.

INTRODUÇÃO

A desertificação ou degradação significa a destruição da base dos recursos naturais, como resultado da ação antrópica, e de fenômenos naturais, como a variabilidade climática. A regeneração natural da vegetação, através da sementeira de espécies adaptadas e o plantio de mudas de arbóreas nativas é, sem dúvida, o procedimento mais barato para recuperar áreas degradadas. Nesse contexto, a Embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul) da família Cecropiaceae, conhecida popularmente como embaúba, umbaúba, e torém, tem sido avaliada, pois tem ampla

distribuição, ocorrendo no Ceará, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul até Santa Catarina. (Lorenzi, 1992). É atrativa para fauna por oferecer alimento para pássaros, e abrigo para vários tipos de insetos. Além disso, apresenta alto índice de promiscuidade micotrófica em relação aos fungos micorrízicos arbusculares (FMA), o que eleva sua colonização espontânea pelos fungos nativos e amplia a sua capacidade de absorver nutrientes, principalmente aqueles de menor mobilidade no solo como o P (Pouyu-Rojas et al., 2006). Este trabalho avaliou o desenvolvimento e a colonização por FMA nativo de mudas de embaúba, submetidas a diferentes doses de P com fosfato de rocha natural reativo e a adubação orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Campus do Pici em Fortaleza, utilizando-se um Latossolo (Embrapa, 1999) proveniente do município de Barbalha-Ce, com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de 5 doses de P (0, 75, 150, 300 e 600 mg de P.L⁻¹ de substrato), usando-se fosfato de rocha natural reativo (FNR), e material orgânico no desenvolvimento e na colonização por FMA nativos de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul) cultivadas, em solo natural (SN); solo natural diluído (SND) a 50 % (v/v), sendo constituído de 50 % de solo natural com a microbiota nativa e 50 % de solo natural autoclavado a 121 °C, 1 atm, por 3 horas, e deixado em repouso por 15 dias; e solo natural com 25 % (v/v) de material orgânico (SNM), sendo o material orgânico constituído de folhas e restos de podas de árvores, moídos, em incipiente estágio de decomposição (**Tabela 1**).

O delineamento estatístico adotado foi o DIC em fatorial (5 x 3), sendo 5 níveis de P (0, 75, 150, 300 e 600 mg de P.L⁻¹ de substrato) e 3 substratos (solo natural, solo natural diluído a 50 % e solo natural com 25 % de material orgânico), com 3 repetições, sendo cada repetição duplicada para minimizar o risco da perda de parcelas (utilizou-se a média destas parcelas). As parcelas constituíram-se de uma planta de embaúba por saco plástico preto com

2 litros de substrato. As plantas foram colhidas aos 120 dias após a emergência, quando se avaliou o comprimento das plantas; diâmetro do colo; massa da matéria seca da parte aérea (com secagem em estufa a 65 °C até massa constante); número de esporos de FMA, pelo peneiramento úmido do solo (Gerdmann, 1975); a percentagem de colonização por FMA (Giovanetti & Mosse, 1980) nas raízes, após o clareamento (Phillips & Hayman, 1970) e coradas segundo Vierheilig et al. (1998); a atividade microbiana do solo, pela respirometria basal do solo (Alef, 1995); e o teor de P na parte aérea das plantas.

As análises estatísticas foram realizadas através do programa SISVAR-2000, de acordo com Ferreira (2000). Os dados percentuais de colonização foram transformados em $\arcsen\sqrt{\%}$ e o número de esporos de FMA foi transformado em \sqrt{x} . Os dados obtidos nos experimentos foram submetidos às análises de variância e regressão, seguidos das comparações das médias pelo teste "Scott-Knott ($P \leq 0,05$)".

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento em comprimento, o diâmetro do colo e a produção de massa da matéria seca da parte aérea das plantas de embaúba não sofreram efeito dos substratos e nem das doses de P no fosfato de rocha reativo aplicados, como também não houve interação entre os fatores ($P \leq 0,05$) (**Tabela 2**). Também, Carneiro et al. (2004), não observaram efeitos significativos das doses de P aplicado e nem interação entre os fatores (níveis de P_2O_5 x inoculação com FMA) na fase de formação das mudas de embaúba, aos 120 dias. Saggin Júnior (1997), em experimento conduzido com a embaúba, verificou que altos teores de P disponível não influenciaram a colonização micorrízica. Isso pode ser atribuído à rusticidade da planta que se estabelece bem em locais degradados, com baixo aporte nutricional.

Com relação ao número de esporos de FMA nos substratos houve diferença estatística significativa ($P \leq 0,05$) entre os substratos, sendo o (SN) o que apresentou os maiores valores médios de esporulação (28,012 esporos por 100 g de solo na dose 0 mg de P), representado por uma equação linear inversa, seguido do (SND) que está representado por uma equação quadrática com ponto de mínimo em 16,705 esporos por 100 g de substrato, na dose 300 mg de P, e do substrato (SNM) que não foi significativo ($P \leq 0,05$) (**Figura 1**). O fato de o substrato SNM não ter sido significativo pode ser atribuído a melhor condição de disponibilidade de nutrientes presentes nesse

substrato oriundo do material orgânico. Com relação ao substrato SND, a esterilização de 50 % desse material restringiu o número de propágulos e, conseqüentemente, a esporulação dos FMA. Diversos fatores, tais como: o ambiente, as propriedades químicas e físicas do solo, bem como, os diretamente relacionados com os FMA, podem prejudicar a produção de esporos, bem como a colonização do sistema radicular por estes fungos (Smith & Read, 2008).

A colonização micorrízica arbuscular nas raízes das plantas de embaúba foi significativa ($P \leq 0,05$) para a interação entre os substratos e as doses de P. O substrato SND apresentou o maior percentual médio de colonização (57,52 %) na dose 0 mg de P, seguido do SN com 55,31 % na mesma dose de P. Ambos se enquadraram num modelo de equação linear inversa, mostrando uma tendência de redução da colonização dos FMA com o aumento do suprimento de P, enquanto que o substrato SNM está representado por uma equação quadrática com ponto de mínimo em 31,60 % na dose 300 mg de P (**Figura 2**). Esses dados são compatíveis com Moreira & Siqueira (2006), ao observarem que a dependência micorrízica é inversamente proporcional à disponibilidade de fósforo no solo. A micorrização tem maior efeito, geralmente, sob condições de fósforo abaixo do nível ótimo para o crescimento vegetal.

A respirometria basal do solo (RBS) foi estatisticamente significativa ($P \leq 0,05$) para os substratos, onde o SN e o SNM apresentaram as maiores médias (3,31 e 3,62 mgC-CO₂.kg⁻¹ solo.h⁻¹, respectivamente), provavelmente, pela maior disponibilidade de nutrientes para a microbiota. No substrato SND, houve redução significativa ($P \leq 0,05$) em relação aos outros substratos, uma vez que 50 % deste material foi esterilizado (**Tabela 2**). Stieven et al. (2009), encontraram em solo sob pastagem cultivada, uma redução da taxa de RBS, na produção de CO₂, em relação aos solos de mata e de pastagem nativas, fato que deve ter sido ocasionado pela redução na atividade metabólica dos microrganismos presentes nos solos.

O teor de fósforo na parte aérea das plantas foi estatisticamente significativo ($P \leq 0,05$) para os substratos e para a interação destes com as doses de P. Entretanto, o substrato SNM apresentou diferença significativa ($P \leq 0,05$) para este parâmetro, mas sem um modelo de equação adequado. O SNM promoveu maior aporte de P (3,853 g.kg⁻¹ na dose de 75 mg de P) na parte aérea das plantas. Observou-se que este parâmetro foi influenciado pelo substrato SNM, pelas doses de P e pelos FMA. Possivelmente, a maior atividade dos FMA na dose de 75 mg de P, resultando num maior



aporte de P na parte aérea das plantas. Enquanto que as maiores doses de P, possivelmente, provocaram uma inibição da atividade dos FMA.

CONCLUSÕES

O crescimento em comprimento, o diâmetro do colo e a produção de massa da matéria seca da parte aérea das plantas não sofreram efeito dos substratos e nem das doses de P.

Os substratos SN e SND proporcionaram a maior esporulação nas doses 0 e 600 mgP.L⁻¹, respectivamente. Bem como, maior percentual de colonização de FMA nas raízes das plantas, que foi inversamente proporcional as doses de P.

O substrato SND promoveu menor respiração basal do solo e menor carbono da biomassa microbiana do solo, que não sofreram influência das doses de P.

O substrato SNM proporcionou maior aporte nos teores de fósforo na parte aérea das plantas de embaúba.

Os FMA favoreceram o aporte de P na parte aérea das plantas. Entretanto, essa atividade foi reduzida nas maiores doses de P.

REFERÊNCIAS

ALEF, K. Soil Respiration. In: ALEF, K.; NANNPIERI, P. (Ed.) *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1995. p. 234-245.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Fósforo e inoculação com fungos micorrízicos arbusculares no estabelecimento de mudas de embaúba (*Cecropia pachystachya* Trécul). *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 34, n. 3, p. 119-125, 2004.

CARNEIRO, M. A. C.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. et al. Fungo micorrízico e superfosfato no crescimento de espécies arbóreas tropicais. *Revista Scientia Forestalis*, n. 50, p. 21-36, 1996.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 412 p., 1999.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., São Carlos, 2000. Anais. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p. 225-258.

GERDEMANN, J. W. Vesicular - arbuscular mycorrhiza. In: TORREY, J. G.; CRARKSON, D. T. (Ed.). *The development and functions of roots*. London, Academic Press, 1975, 575-591 p.

GIOVANETTI, M. & MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi infection in roots. *New Phytologist*, v. 84, n. 3, p. 489-500, 1980.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. 352 p.

MOREIRA, F. M. de S. & SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. 2. ed. atual. e ampl. – Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.: il.

PHILLIPS, J. M. & HAYMAN, D. S. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, v. 55, p. 157-160. 1970.

POUYU-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O.; SANTOS, J. G. D. Compatibilidade simbiótica de fungos micorrízicos arbusculares com espécies arbóreas tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 30, p. 413-424. 2006.

SAGGIN JUNIOR, O. J. *Micorrizas arbusculares em mudas de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro*. 120 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Lavras. Lavras, Minas Gerais. 1997.

SMITH, S. E. & READ, D. J. *Mycorrhizal symbiosis*. 3rd Edition, Academic Press is an imprint of Elsevier, 2008. 800 p.

STIEVEN, A. C.; CAMPOS, D. T. da S.; MALHEIROS, C. H. et al. População e biomassa microbiana em solo do pantanal matogrossense. *Revista Biodiversidade*, v. 8, n. 1, 2009.

VIERHEILIG, H.; COUGHLAN, A. P.; WYSS, U. et al. Ink and vinegar, a simple technique for arbuscular mycorrhizal fungi. *Applied and Environmental Microbiology*, v. 64, n. 12, p. 5004-5007, 1998.

Tabela 1. Tratamentos do experimento.

Tratamentos	Doses de P (mg.L ⁻¹)	Substratos		
E1	0	SN	SND	SNM
E2	75	SN	SND	SNM
E3	150	SN	SND	SNM
E4	300	SN	SND	SNM
E5	600	SN	SND	SNM

Solo natural (SN); Solo natural diluído a 50 % (SND); Solo natural com 25 % de material orgânico (SNM)

Tabela 2. Análises de variância para o comprimento da parte aérea (CPA) (cm); diâmetro do colo (DC) (mm), massa seca da parte aérea (MSPA) (g.planta⁻¹), número de esporos de FMA (NE), colonização radicular de FMA (CR) (%), respirometria basal do solo (RBS) (mgC-CO₂.kg⁻¹solo.h⁻¹) e teor de fósforo na parte aérea das plantas (P) (g.kg⁻¹).

Fonte de Variação	Testes F (significâncias)						
	CPA	DC	MSPA	NE ¹	CR ²	RBS	P
FNR	1,591 ^{ns}	0,906 ^{ns}	0,52 ^{ns}	2,551 ^{ns}	17,326 ^{**}	1,401 ^{ns}	1,908 ^{ns}
Sub	0,020 ^{ns}	0,110 ^{ns}	1,92 ^{ns}	61,836 ^{**}	2,428 ^{ns}	5,663 ^{**}	37,820 ^{**}
Interação FNR*Sub	0,967 ^{ns}	0,861 ^{ns}	1,18 ^{ns}	3,466 ^{**}	2,599 [*]	0,952 ^{ns}	3,248 ^{**}
CV (%)	16,07	16,69	27,82	9,35	14,59	19,01	12
Análise do desdobramento de FNR dentro de cada nível de Substrato							
FNR/SN				4,582 ^{**}	8,557 ^{**}		1,731 ^{ns}
FNR/SND				4,370 ^{**}	9,903 ^{**}		0,956 ^{ns}
FNR/SNM				0,531 ^{ns}	4,064 ^{**}		5,717 ^{**}
Análise do desdobramento de Substrato dentro de cada nível de FNR							
Sub / 0				24,543 ^{**}	2,811 ^{ns}		1,112 ^{ns}
Sub / 75				14,579 ^{**}	2,261 ^{ns}		22,439 ^{**}
Sub / 150				10,487 ^{**}	2,380 ^{ns}		6,024 ^{**}
Sub / 300				14,704 ^{**}	1,026 ^{ns}		3,384 [*]
Sub / 600				11,387 ^{**}	4,344 [*]		17,853 ^{**}

ns – Não significativo ($P > 0,05$);

* e ** – Significativo ($P \leq 0,01$) e ($P \leq 0,05$), respectivamente;

CV – Coeficiente de variação; FNR – Doses de P; Sub – Substratos.

¹ Valores transformados em \sqrt{X} .

² Valores transformados em $\arcsen\sqrt{\%}$.

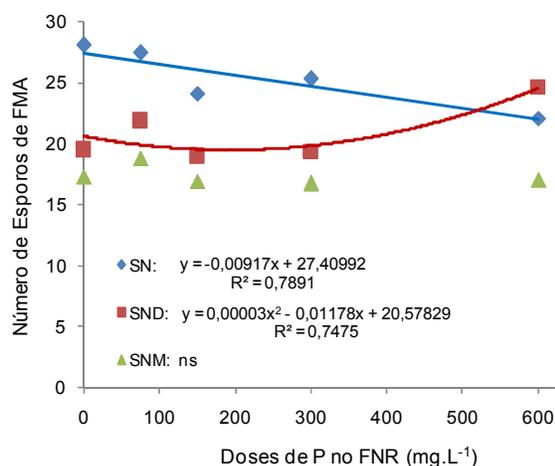


Figura 1. Número de esporos de FMA nos substratos.

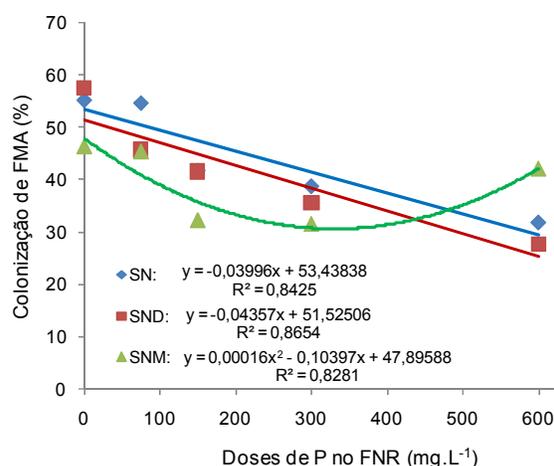


Figura 2. Percentagem de colonização de FMA nas raízes.