

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Efeitos da fertilização fosfatada sobre a população de fungos micorrízicos arbusculares em um sistema agroflorestal na Amazônia Oriental

Rodrigo da Silva Maia⁽¹⁾, Bruno de Oliveira Serrão⁽²⁾, Steel Silva Vasconcelos⁽³⁾, Cleo Marcelo de Araújo Souza⁽⁴⁾ & Jorge Fernando Barros de Freitas⁽⁵⁾

RESUMO – A disponibilidade de fósforo no solo reconhecidamente limita a atividade de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Este estudo foi realizado em um sistema agroflorestal (SAF), localizado no município de Santa Isabel do Pará, região nordeste do Pará. Foram analisados os teores de fósforo, atividade da fosfatase ácida e densidade de esporos de FMAs. A análise de solo do SAF foi comparada com uma pastagem abandonada e uma floresta secundária (capoeira) de aproximadamente 8 anos. Os resultados mostraram que o aumento da disponibilidade de fósforo no solo, provocado pela fertilização fosfatada, reduziu a densidade de esporos de FMAs no sistema agroflorestal.

Palavras-Chave: (Micorizas arbusculares; sistema agroflorestal; fósforo; fosfatase ácida)

Introdução

O sistema agroflorestal (SAF) representa um importante uso alternativo do solo pelos pequenos produtores rurais da América tropical, caracterizando-se pela combinação de espécies arbóreas com culturas agrícolas. Ultimamente os SAFs têm se destacado como solução para utilização sustentada da terra na Amazônia, pois, além de reduzir a degradação do solo, também diminui a pressão sobre as áreas de florestas remanescentes [1,2].

A implantação do SAF requer custos elevados de fertilizantes para o pequeno produtor, pois um dos principais fatores limitantes para a agricultura da região Amazônica é a baixa fertilidade dos solos, que em sua maioria, são ácidos e apresentam deficiências generalizadas de nutrientes, principalmente de fósforo [3]. Por outro lado sabe-se que existem determinados microorganismos no solo, denominados fungos

micorrízicos arbusculares (FMAs), que, em simbiose com a planta, têm potencial de aumentar a capacidade do sistema radicular em absorver água e nutrientes, principalmente fósforo [4].

O transporte de fosfato para raízes micorizadas pode ser até mil vezes mais rápido do que através da difusão pelo solo e contribuir com 75% do fósforo total absorvido pela planta [5,6]. Porém a concentração elevada deste nutriente no solo pela aplicação de fertilizantes fosfatados é bastante prejudicial aos FMAs [4].

Neste trabalho avaliou-se o efeito de elevada fertilização fosfatada sobre a densidade de esporos de FMAs e a atividade de fosfatase ácida em um sistema agroflorestal.

Material e Métodos

A. Área experimental

O sistema agroflorestal (SAF) estudado foi implantado em 1999 e está localizado em uma fazenda no município de Santa Isabel do Pará, região nordeste do estado. O experimento é composto por vários SAFs (Figura 1), no qual possui as seguintes espécies: *Swietenia macrophylla* King (mogno), *Cordia goeldiana* Huber (freijó), *Carapa guianensis* (andiroba), *Cocos nucifera* L. (coco), *Euterpe oleracea* Mart. (açai), *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha) e *Theobroma glandiflorum* (Willd. ex Spreng.) (cupuaçu).

O SAF é constituído por quatro parcelas e seis sub-parcelas, totalizando 24 sub-parcelas (Figura 1) e para comparativo dos parâmetros de estudo, foram alocados mais duas áreas: um fragmento de pasto e uma floresta secundária (capoeira) de aproximadamente oito anos. Sendo assim, foram alocadas um total de 32 sub-parcelas.

O SAF apresenta alto aporte de insumos, como adubos e defensivos agrícolas. A adubação de plantio das espécies do SAF foi composta por 0,5 L de esterco curtido, 200 g de superfosfato simples e 500 g de calcário. Para adubação de manutenção foi utilizado NPK na formulação de 10-28-20.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Mestrando em Ciências Ambientais, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01. Belém, PA, CEP: 66075-110. E-mail: rodrigomaia@hotmail.com

⁽²⁾ Segundo Autor é Engenheiro Agrônomo, Universidade Federal da Amazônia. Av. Tancredo Neves s/n Montese. Belem, PA, CEP: 66077-530. E-mail: brnserrao@gmail.com

⁽³⁾ Terceiro Autor é Pesquisador da EMBRAPA, Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Propagação de Plantas. Embrapa Amazônia Oriental. Tv. Dr. Enéas Pinheiro, S/N, Belém, PA, CEP: 66.095-100. E-mail: steel@cpatu.embrapa.br

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Analista da EMBRAPA, Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e Propagação de Plantas. Embrapa Amazônia Oriental. Tv. Dr. Enéas Pinheiro, S/N, Belém, PA, CEP: 66.095-100 E-mail: cleo@cpatu.embrapa.br.

⁽⁵⁾ Quinto Autor é Mestrando em Ciências Ambientais, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará. Rua Augusto Corrêa, 01. Belém, PA, CEP: 66075-110. E-mail: jorgefreitas25@gmail.com
Apoio financeiro: CNPq.

B. Coleta de solo

Para cada um dos tratamentos realizou-se uma amostragem composta por cinco amostras simples, na profundidade de 0 - 10 cm. A coleta ocorreu dentro de cada sub-parcela, dentro das linhas de plantio de cada espécie e fora da projeção da copa; na capoeira e pastagem, a coleta ocorreu nos cantos e no meio de cada parcela. A coleta foi realizada em julho de 2006.

C. Análise do solo

Foram analisadas as concentrações de (a) fósforo total de acordo com o método proposto por Murphy & Riley [7], (b) fósforo orgânico pela incineração em mufla a 550°C e quantificação pelo método proposto por Murphy & Riley [7] e (c) fósforo disponível pela extração com Mehlich 1 [8] e quantificado segundo o método colorimétrico de Murphy & Riley [7].

A atividade da fosfatase ácida foi determinada pelo método colorimétrico proposto por Eivazi & Tabatabai [9]. Para determinação da densidade de esporos, foi empregada a técnica do peneiramento úmido [10], seguida de centrifugação em sacarose [11]. A contagem de esporos foi realizada com auxílio de microscópio estereoscópico (40 x). Os resultados foram submetidos à análise de variância inteiramente ao acaso e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Resultados

Os resultados mostraram que o aumento do teor de fósforo no solo do SAF foi maior que nas demais áreas ($p < 0,05$). A maior densidade de esporos foi encontrada nas áreas de pastagem e floresta secundária (Figura 2), onde a presença de fósforo no solo é menor comparada ao SAF (Tabela 1). A presença da enzima fosfatase ácida foi maior na floresta secundária em comparação à pastagem e ao SAF (Figura 3).

Discussão

Diversos trabalhos mostraram que um solo rico em fósforo (P) diminui a simbiose fungo-planta. A adição de fósforo suficiente para criar condições mais favoráveis ao crescimento da planta geralmente reduz a colonização micorrízica [4]. Pode-se observar na tabela 1 que o SAF, possuindo a maior concentração de fósforo total no solo, apresentou a menor densidade de FMAs no solo. De forma geral, observa-se uma relação inversa entre o teor de P disponível no solo e a densidade de esporos de FMAs no presente estudo. De acordo com Moreira & Siqueira [4] o efeito inibitório do P é muito acentuado acima de 100 mg de P kg⁻¹ de solo.

O P não torna as plantas imunes à colonização micorrízica, apenas diminui a intensidade da micorrização. Em geral, concentrações próximas do ótimo para o crescimento da planta hospedeira já pode inibir a colonização micorrízica por mecanismos de auto-

regulação da simbiose, pois quando a planta encontra-se em solo deficiente em P, libera exsudados que estimulam o crescimento assimbiótico do fungo. No entanto, em condições de suprimento ótimo de P, a colonização não será estimulada [4]. Os efeitos negativos da elevada disponibilidade de P no solo para a simbiose fungo-planta são bastante consistentes, representando quase uma regra na ecologia micorrízica, porém o mecanismo exato da inibição ainda não foi totalmente elucidado [4].

Siqueira [12] formulou uma hipótese para explicar o efeito da disponibilidade do fósforo na relação simbiótica fungo-planta, mostrando que com a maior disponibilidade de fósforo no solo, tem-se maior fotossíntese e exportação de triose-fosfato do cloroplasto para o citoplasma da folha, onde a sacarose é produzida e depois translocada pelo floema até as raízes. Desse modo a sacarose em condições elevadas na raiz (acima de 4 g L⁻¹) pode inibir o crescimento das micorizas arbusculares.

O elevado uso de adubos químicos, principalmente os fosfatados utilizado no SAF, portanto provocou aumento na disponibilidade de fósforo para planta (Tabela 1) afetando diretamente a produção de esporos por FMAs (Figura 2), que foi reduzida significativamente em comparação aos outros dois sistemas agrícolas (floresta secundária e pastagem) que não foram submetidas a nenhuma fertilização.

Em relação à atividade da fosfatase ácida, observou-se maior intensidade na floresta secundária em comparação ao SAF e a pastagem (Figura 3), enquanto que a pastagem apresentou maior atividade da fosfatase ácida em relação ao SAF (Figura 3). De acordo com Costa [13] a mineralização bioquímica do fósforo orgânico ocorre quando as raízes das plantas e microorganismos produzem fosfatases, que catalizam a hidrólise das ligações ésteres entre o fósforo e o carbono dos compostos. Assim as fosfatases são muito importantes no processo de mineralização do fósforo orgânico do solo, sendo mais intensas em solos com reduzidos níveis de fósforo [14].

Visto que a maior parte do fósforo total está na forma orgânica, nota-se então que os teores de fósforo total e orgânico são menores na floresta secundária em relação aos dois sistemas agrícolas (SAF e pastagem) (Tabela 1). Portanto, a atividade da fosfatase ácida foi mais intensa na floresta secundária em comparação ao SAF e a pastagem (Figura 3). A pastagem apresentou maior atividade da fosfatase ácida em relação ao SAF (Figura 3), uma vez que sua concentração de P no solo é menor, havendo, portanto, maior necessidade das plantas e microorganismos produzirem as fosfatases.

Segundo Reid & Bileski [15], quanto maior a disponibilidade de P na solução do solo menor é a necessidade da planta em excretar a fosfatase ácida. Desse modo o uso de adubos fosfatados no SAF provavelmente também reduziu a produção da fosfatase ácida.

O desempenho das micorizas arbusculares e a produção da fosfatase ácida poderiam ser maximizados no SAF caso o agricultor reduzisse a quantidade de adubos químicos, principalmente os fosfatados, a uma quantidade

ótima para o desenvolvimento dos FMAs no ambiente e submetesse as mudas das espécies do SAF à inoculação micorrízica. Dessa forma o agricultor teria menos gastos com adubos fosfatados, aproveitaria melhor os recursos da natureza e reduziria o excesso de produtos fosfatados despejados no meio ambiente pela agricultura.

Conclusão

O SAF provoca redução da associação micorrízica com as espécies cultivadas, devido ao alto aporte de insumos agrícolas (principalmente os fosfatados), exigidos para manutenção deste sistema.

Agradecimentos

Ao projeto Definição e validação de indicadores de degradação e de sustentabilidade para diferentes sistemas tradicionais e alternativos de uso da terra na Amazônia, que faz parte da sub rede: Alternativas para recuperação de áreas degradadas na Amazônia – RECUPERAMAZ pela oportunidade em realizar a pesquisa e a Embrapa Amazônia Oriental pelo apoio logístico.

Referências

- [1] SMITH, N.; DUBOIS, J.; CURRENT, D. & CLEMENT, C. Experiências agroflorestais na Amazônia Brasileira: restrições e oportunidades. Brasília, Banco Mundial, 1998.
- [2] McGRATH, D.A.; COMENFORD, N.B. & DURYEY, M.L. Litter dynamics and monthly fluctuations in soil phosphorus availability in Amazonian agroforestry. *For. Ecol. Manag.*, 131: p.167-184, 2000.
- [3] MIRANDA, J.C.C; MIRANDA, L.N. Micorriza arbuscular. In: VARGAS, M.A.T & HUNGRIA, M. *Biologia dos solos dos cerrados*, Ed. Embrapa-CPAC, Planatina-DF, 1997.
- [4] MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e bioquímica do solo*, 2º ed, Lavras, 2006.
- [5] KOTHARI, S.K.; MARSCHNER, H.; RÖMHELD, V. Direct and indirect effects of VA mycorrhizal fungi and rhizosphere microorganisms on acquisition of mineral nutrients by raize, 1990.
- [6] BIELESKI, R.L. Phosphate pools, phosphat transport, and phosphate availability. *Ann.Rev.Plant Physiol.*, Palo Alto, 1973.
- [7] MURPHY, J., RILEY, J. P. A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Anal. Chem. Acta*, v. 27, p. 31-36, 1962.
- [8] EMBRAPA Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / CNPS, CNPTIA. 1º ed – Brasília, 1999. 370p.
- [9] EIVAZI, F.; TABATABAI, M. A. Phosphatase in soils. *Soil Biology and Biochemistry*. v.9, p. 167-172, 1977.
- [10] GERDEMANN, J.W. & NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil wet sieving and decanting. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 46:235-244, 1963.
- [11] JENKINS, W.R. A rapid centrifugation technique for separating nematodes from soil. *Plant Disease Reporter*, v.48, p.692, 1964.
- [12] SIQUEIRA, J.O. Nutritional and edaphic factors affecting spore germination, germ tube growth and root colonization by the vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. Gainesville, University of Florida. 1983. 124p. (Tese Ph.D.).
- [13] COSTA, A.S.V. O fósforo no sistema solo-planta. ed.univale, Governador Valadares, MG, 2008.
- [14] CLARHOLM, M. Microbial biomass P, labile P, and acid phosphatase activity in the humus layer of a spruce forest, after repeated additions of fertilizers. *Biology Fertility Soils*, v.16: 287-292, 1993.
- [15] REID, M. S. M.; BIELESKI, R. L. Changes in phosphatase activity in phosphorus deficient *Spirodela*. *Planta*, Berlin, v.94, p. 273-284, 1970.

ÁREA DE CONSÓRCIO EM SANTA ISABEL - PA
(4 parcelas com 6 sub-parcelas)

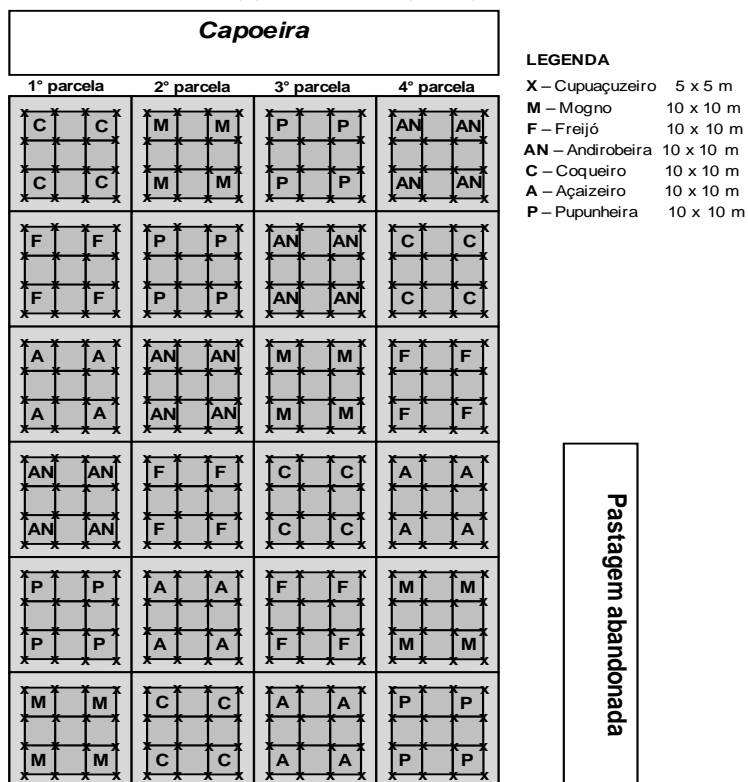


Figura 1. Desenho esquemático da área experimental do sistema agroflorestal em Santa Isabel-PA.

Tabela 1. Teores de fósforo em diferentes ecossistemas.

	P total (mg.kg ⁻¹)		P orgânico (mg.kg ⁻¹)		P disponível (mg.kg ⁻¹)	
SAF	230,02 ± 25,84	A	75,63 ± 3,84	A	42,57 ± 5,97	A
Floresta Secundária	69,44 ± 3,12	B	51,21 ± 1,22	B	3,16 ± 0,47	B
Pastagem	104,87 ± 19,74	C	76,43 ± 10,92	A	6,61 ± 0,94	C

Letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, (±) desvio padrão.

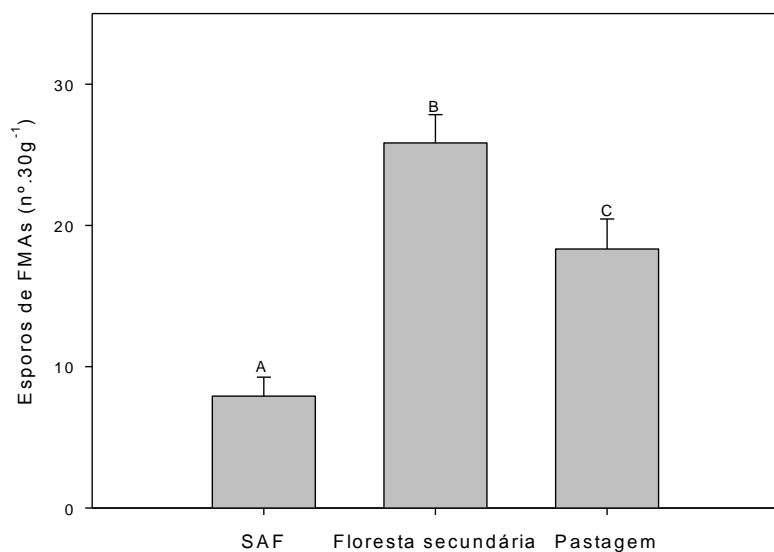


Figura 2. Densidade de esporos de fungos micorrizicos arbusculares em sistema agroflorestal, floresta secundária e pastagem. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

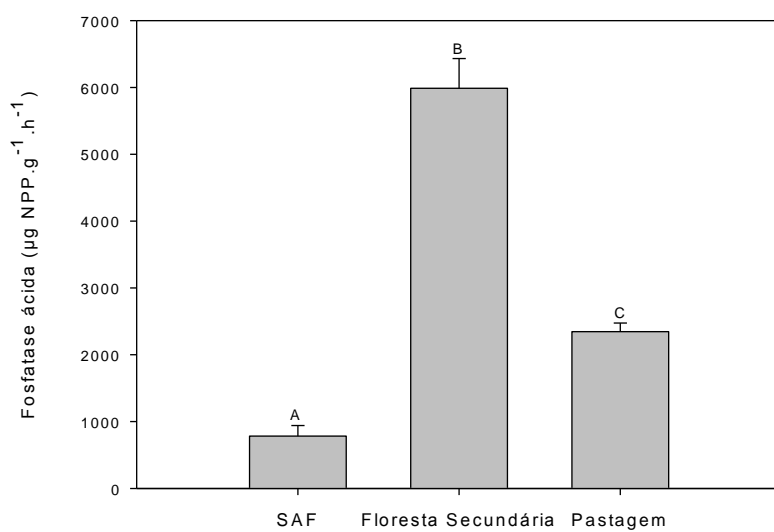


Figura 3. Atividade da fosfatase ácida do solo em sistema agroflorestal, floresta secundária e pastagem. Letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.