

XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

“Leguminosas Arbóreas para Melhoria de Atributos Químicos do Solo em Área Alterada na Amazônia Setentrional”

MIRIAN CRISTINA GOMES COSTA¹; PATRÍCIA DA COSTA² & ALAN ANTÔNIO MIOTTI³

RESUMO – O sistema de derruba-e-queima é utilizado no preparo de áreas agrícolas para agricultura familiar na Amazônia. Quando o período de pousio é reduzido, a vegetação secundária se torna menos diversa e com menor biomassa, expondo o solo à degradação. O enriquecimento dessa vegetação utilizando leguminosas arbóreas surge como possibilidade de manejo para melhorar o solo. O objetivo deste trabalho foi verificar se a introdução de espécies de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos melhora atributos químicos do solo. O estudo foi realizado por meio de experimento de campo, instalado em área alterada na transição entre lavrado e floresta (Mucajá - RR) e com delineamento em blocos ao acaso (12 tratamentos e quatro repetições). Quinze meses após o plantio de mudas das espécies arbóreas, foram coletadas amostras de solo para análise de atributos químicos de rotina. Foi constatado que o *Schizolobium amazonicum* e *Acacia auriculiformis* no espaçamento 2x1 levaram à redução no pH_{H2O} do solo provavelmente em virtude da rápida absorção de bases na fase inicial de crescimento.

Palavras-Chave: (pousio, enriquecimento de capoeiras, fertilidade do solo)

Introdução

O fogo é utilizado no preparo de áreas para agricultura familiar não só na Amazônia brasileira [1,2], mas também em florestas tropicais de outros países [3]. Após corte e queima da vegetação, cultivos são conduzidos na área durante determinado período até que se inicie o pousio. A duração do pousio deve ser suficiente para que a vegetação secundária se desenvolva e favoreça a recuperação do solo. Outra vantagem do pousio é o aproveitamento da vegetação secundária pelos agricultores para obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros [2].

Em alguns locais da Amazônia brasileira, devido à alta densidade populacional e à pequena disponibilidade de terras agricultáveis, o sistema de derruba-e-queima associado a curtos períodos de pousio passou a ser considerado insustentável,

causando desmatamento e, conseqüentemente, degradação dos solos [4].

O uso freqüente do fogo e o curto período de pousio favorecem a perda de nutrientes, reduzem a produtividade das culturas alimentares e resultam no empobrecimento da vegetação secundária. Dessa forma, passam a predominar gramíneas que deixam o solo mais exposto e susceptível à erosão [5].

Para viabilizar a agricultura familiar em áreas de maior densidade populacional na Amazônia brasileira, é preciso desenvolver estratégias de manejo que garantam o crescimento de uma vegetação secundária capaz de proteger e restaurar o solo e que ainda possa atuar como fonte alternativa de renda na propriedade rural.

O uso de espécies para enriquecimento da vegetação secundária é citado por diferentes autores [6,7]. No Brasil leguminosas arbóreas foram avaliadas por Brienza Jr. [8] para melhorar a agricultura familiar na Amazônia Oriental. Dentre as espécies recomendadas pelo autor destacaram-se a *Acacia mangium* e o *Inga edulis*, além do *Sclerolobium paniculatum* e a *Acacia angustissima*.

Como o potencial de crescimento das espécies para melhoramento de vegetação secundária ainda não é bem conhecido em todos Estados da Amazônia brasileira, foi realizado um estudo para avaliar o desenvolvimento de leguminosas arbóreas nas condições de clima e solo do estado de Roraima. Neste trabalho são apresentados resultados referentes às alterações na fertilidade do solo 15 meses após o plantio de diferentes espécies de leguminosas arbóreas em dois espaçamentos.

Material e Métodos

A. Localização e solos

O estudo foi realizado em área de transição entre savana e floresta, no município de Mucajá (RR). As coordenadas geográficas da área experimental são w 60°58'40" e n 02°23'49". O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Am, predominantemente tropical chuvoso, com período seco definido, principalmente entre os meses de dezembro e março. A precipitação média anual varia de 1900 a 2000 mm [9].

¹ Primeiro autor é Professor Adjunto do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977, Campus do PICI, Fortaleza, CE, CEP 60356-000. E-mail: mirian.costa@ufc.br.

² Segundo Autor é Pesquisador da Embrapa Roraima, BR 174 Km 8, Distrito Industrial, Boa Vista, RR, CEP 69301-970. E-mail: patricia@cpafrr.embrapa.br

³ Terceiro autor é mestrando do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciências do Solo, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará. Av. Mister Hull, 2977, Campus do PICI, Fortaleza, CE, CEP 60356-000. E-mail: alan_miotti@hotmail.com.

Apoio financeiro: Embrapa, MDA, BASA.

Na região predominam ARGISSOLOS AMARELOS Distróficos (arenosos e argilosos); ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS de textura média, além de NEOSSOLOS LITÓLICOS [10].

B. Delineamento experimental e tratamentos

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados com 12 tratamentos e quatro repetições, totalizando 48 parcelas experimentais que apresentaram as dimensões de 10,5 x 12,5 metros. Os tratamentos (com espaçamento dado em metros) foram os seguintes: 1) *Acacia mangium* - espaçamento 2x1; 2) *Acacia mangium* - espaçamento 2x2; 3) *Acacia auriculiformis* - espaçamento 2x1; 4) *Acacia auriculiformis* - espaçamento 2x2; 5) *Acacia angustissima* - espaçamento 2x1; 6) *Acacia angustissima* - espaçamento 2x2; 7) *Inga alba* - espaçamento 2x1; 8) *Inga alba* - espaçamento 2x2; 9) *Schizolobium amazonicum* - espaçamento 2x1; 10) *Schizolobium amazonicum* - espaçamento 2x2; 11) Área não cultivada com anuais e sem introdução de leguminosas arbóreas e 12) Área cultivada com anuais e sem introdução de leguminosas arbóreas.

C. Instalação e condução do experimento

A área experimental foi preparada convencionalmente para o cultivo de espécies anuais no ano de 2004. Ao final do período chuvoso de 2006 (julho), foram introduzidas as leguminosas arbóreas, simulando o manejo com enriquecimento de capoeira para pousio. As mudas das leguminosas arbóreas foram plantadas em covas adubadas com 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, aproveitando também o resíduo de adubação mineral mínima (50 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O) feita para viabilizar o desenvolvimento das espécies anuais.

D. Coleta de amostras e análises laboratoriais

Em outubro de 2007, 15 meses após o plantio das mudas, foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm. As amostras foram analisadas para determinação do pH_{H2O}; M.O. (matéria orgânica) pelo método colorimétrico; P e K por Mehlich 1; Ca e Mg por KCl 1M.

E. Análises estatísticas

Os resultados foram analisados estatisticamente utilizando o software GENSTAT, primeiramente com a análise da variância (ANOVA) e, na sequência, com a separação de médias pela diferença mínima significativa (DMS) para p<0,05. Em virtude do elevado coeficiente de variação, foi realizada transformação de dados para análise de resultados de P, Mg, K e m% na camada de 0-20 cm e para análise de P, Ca, Mg, K e V% na camada de 20-40 cm.

Resultados

A. Atributos químicos do solo na profundidade de 0-20 cm

Na Tabela 1 verifica-se que maior pH_{H2O} (6,0) foi encontrado para o tratamento 7, enquanto que os

tratamentos 9, 5 e 3 apresentaram menores valores de pH_{H2O} (5,0 - 5,0 e 4,9, respectivamente). Não houve diferença entre tratamentos para matéria orgânica do solo, a maior média (37,8 g kg⁻¹) ocorreu no tratamento 4 e a menor média (32,0 g kg⁻¹) no tratamento 3.

No tratamento 5 foram observados maiores teores de P (4,9 mg dm⁻³ - média sem transformação de dados), enquanto que no tratamento 6 foi encontrado o menor teor do nutriente (1,9 mg dm⁻³ - média sem transformação de dados).

Em relação às bases trocáveis, maiores teores de Ca no solo ocorreram no tratamento 2 (3,2 cmol_c dm⁻³) e o menor teor do nutriente (1,8 cmol_c dm⁻³) foi encontrado nos tratamentos 3 e 9. Não houve diferença significativa para teores de Mg que variaram de 0,8 a 1,8 cmol_c dm⁻³ - média sem transformação de dados). Nos tratamentos 2, 5 e 7 ocorreram maiores teores de K no solo (0,4 cmol_c dm⁻³ - média sem transformação de dados).

A CTC foi maior quando vinculada aos tratamentos 5 e 8 e menor nos tratamentos 3 e 10. A saturação por bases (V%) foi maior no tratamento 2 e menor nos tratamentos 6, 5, 3 e 9. A saturação por alumínio apresentou maiores médias nos tratamentos 9, 3 e 6, enquanto que o menor valor foi encontrado para o tratamento 2.

B. Atributos químicos do solo na profundidade de 20-40 cm

Analisando a Tabela 2, verifica-se que o tratamento 10 apresentou maior pH_{H2O} (4,8) e que os tratamentos 1, 2, 6, 9 e 3 apresentaram menores médias, variando de 4,2 a 4,4.

Não houve diferença significativa para matéria orgânica e fósforo. A matéria orgânica em profundidade variou de 15,2 a 20,9 g kg⁻¹, enquanto que o fósforo variou de 0,01 a 0,98 mg dm⁻³ (médias sem a transformação de dados).

Com relação às bases trocáveis, não houve diferença significativa para valores de Mg e K. Porém, os tratamentos 1 e 8 apresentaram maiores teores de Ca (0,8 e 0,9 cmol_c dm⁻³ - médias sem transformação de dados), enquanto que o tratamento 3 apresentou menor média (0,3 cmol_c dm⁻³ - média sem transformação de dados).

A CTC foi maior no tratamento 5 e menor nos tratamentos 3 e 10. Já a saturação por bases foi maior no tratamento 8, contrastando com os tratamentos 9 e 3. No tratamento 3 foi observada maior saturação por alumínio (71,2%), enquanto que os tratamentos 10, 7, 11 e 8 estiveram vinculados à menores valores de saturação por alumínio, variando de 39,3% a 45%.

Discussão

A ausência de diferença significativa na matéria orgânica dos primeiros 20 cm de profundidade é explicada pelo fato de que o efeito do manejo neste atributo somente é observado em longo prazo. Mediante determinação da matéria orgânica leve (MOL), o efeito da introdução de leguminosas teria sido verificado, pois a MOL apresenta maior sensibilidade inicial às alterações de manejo [11].

A absorção de bases trocáveis é importante no processo de acidificação de solos com uso agrícola intensivo [12]. Apesar deste estudo não tratar de uma área utilizada intensivamente, é preciso considerar os efeitos que as

espécies arbóreas com crescimento inicial rápido, e, conseqüentemente, grande absorção inicial de bases trocáveis, podem exercer na química do solo.

O teor mais elevado de cálcio (Ca) na camada superior do solo no tratamento 2 (*Acacia mangium* – espaçamento 2x2), constitui uma importante observação. A espécie é conhecida por acumular grande quantidade de Ca em sua biomassa e, para garantir o equilíbrio iônico, há extrusão de H⁺ ocasionando redução no pH de solos que possuem plantios de *Acacia mangium* [13]. Porém, no presente estudo não foram verificados menores teores de Ca e nem maior acidez no solo com plantio de *Acacia mangium*.

A maior acidez (menor pH) observada em alguns tratamentos pode ter ocorrido devido a uma absorção diferenciada de bases trocáveis pelas leguminosas. Nesse sentido, os tratamentos 9 (*Schizolobium amazonicum* 2x1) e 3 (*Acacia auriculiformis* 2x1) destacaram-se pelos menores valores de pH nas duas profundidades estudadas. O crescimento inicial mais rápido das duas espécies no espaçamento 2x1 levou à maior absorção de bases trocáveis e, conseqüentemente, à maior acidificação do solo. Essa constatação é confirmada pelos menores teores de cálcio na profundidade de 0-20 cm e pela menor saturação por bases nas duas profundidades estudadas, que ocorreram associados aos tratamentos 9 e 3.

A absorção de potássio (K) também pode ter influenciado na redução do pH do solo, já que o tratamento 3 está entre aqueles em que provavelmente a absorção do elemento pelas leguminosas foi maior, resultando em menor teor do nutriente no solo.

Acredita-se que a influência das formas de absorção de nitrogênio (N-NO₃⁻ ou N-NH₄⁺) pelas plantas na alteração do pH do solo tenha sido mínima, pois os tratamentos envolveram espécies de leguminosas arbóreas que têm potencial para obter o nitrogênio necessário ao seu desenvolvimento a partir da fixação biológica [14].

Nos tratamentos 11 e 12, nos quais não houve introdução de leguminosas arbóreas, não foram observados valores muito menores de nutrientes e nem menor pH do solo em virtude da maior absorção de bases trocáveis por leguminosas. Isso não significa que a introdução de leguminosas seja prejudicial por reduzir o pH do solo. A recuperação da vegetação natural (tratamentos 11 e 12) foi lenta e não garantiu total cobertura do solo para protegê-lo contra o impacto das gotas da chuva. Além disso, nesses tratamentos os nutrientes (principalmente N e K) ficaram disponíveis na solução do solo por mais tempo, susceptíveis às perdas por lixiviação. Já a introdução de leguminosas arbóreas promoveu maior proteção do solo a partir da cobertura vegetal e do sistema radicular vigoroso das espécies de crescimento rápido. Outro aspecto importante a considerar é que os nutrientes que foram rapidamente absorvidos durante o crescimento acelerado das leguminosas, deixaram de estar susceptíveis ao processo de perda por lixiviação.

Conclusões

As leguminosas arbóreas *Schizolobium amazonicum* e *Acacia auriculiformis* no espaçamento 2x1 levam à redução no pH_{H2O} do solo em virtude da rápida absorção de bases trocáveis na fase inicial de crescimento.

Agradecimentos

Aos técnicos de campo e laboratório da Embrapa Roraima.

Referências

- [1] DENICH, M.; VLEK, P. L. G.; ABREU SÁ, T. D.; VIELHAUER, K. & LUCKE, W. 2005. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110: 43-58.
- [2] BURGERS, P.; KETTERINGS, Q. M.; GARRITY, D. P. 2005. Fallow management strategies and issues in Southeast Asia. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 110:1-13.
- [3] STYGER, E. R.; HARIVÉLO, M.; PFEFFER, M. J.; FERNANDES, E. C. M. & BATES, D. M. 2007. Influence of slash-and-burn farming practices on fallow succession and land degradation in the rainforest region of Madagascar. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119: 257-269.
- [4] MARCUS, R. R. 2001. Seeing the Forest for the trees: integrated conservation and development projects and local perceptions of conservation in Madagascar. *Human Ecology*, 29: 381-396.
- [5] PFUND, J. L.; BRAND, J.; RAVOAVY, L.; RAZAFINTSALAMA, V. 1997. Culture sur Brulis: Bilan de nutriments et successions e'cologiques. In: BEMA/Project Terre-Tany (Ed.). Um systeme agro-e'cologique domine' par l'e'tavy: la re'gion de Beforona, Falaise-Est de Madagascar, vol. 6. Project Terre-tany/BEMA, Centre pour l'e'veloppement et l'Environnement CDE/GIUB, et FOFIFA/Madagascar, Antananarivo, Madagascar, p. 68-88.
- [6] CAIRNS, M. & GARRITY, D. P. 1999. Improving shifting cultivation in South Ásia by building on indigenous fallow management strategies. *Agroforestry Systems*, 47:37-48.
- [7] SANCHEZ, P. A. 1999. Improved fallows come of age in the tropics. *Agroforestry Systems*, 47:3-12.
- [8] BRIENZA Jr. 2003. Uso de árvores leguminosas para melhorar a agricultura familiar na Amazônia Oriental Brasileira. *Circular Técnica*, 32. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 6 p.
- [9] BARBOSA, R. I. & FEARNESIDE, P. M. 2000. Erosão do solo na Amazônia: Estudo de caso na região do Apiaú, Roraima, Brasil. *Acta Amazônica*, 30:601-613.
- [10] BRASIL. 1975. Projeto RADAMBRASIL, 8. Ministério das Minas e Energia/Departamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro. 428 p.
- [11] ROSCOE, R.; BUURMAN, P. 2003. Tillage effects on soil organic matter in density fraction of a Cerrado Oxisol. *Soil and Tillage Research*, 70:107-119.
- [12] SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N. & OLIVEIRA, S. 2007. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L.(Eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. V, p. 205-274.
- [13] BINKLEY, D. & GIARDINA, C. 1997. Nitrogen fixation in tropical Forest plantations. In: NANBIAR, E. K. S & BROWN, A. G. (Eds). *Management of soil, nutrients and water in tropical plantation forests*. ACAIR/CSIRO/CIFOR, Canberra, Austrália, p. 297-337.
- [14] CANTARELLA, H. Nitrogênio. 2007. In: In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. & NEVES, J. C. L.(Eds). *Fertilidade do Solo*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, cap. VII, p. 375-470.

Tabela 1. Atributos químicos na profundidade de 0-20 cm do solo em função da presença de espécies de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos.

Tratamento	pH	M.O.	P ⁽¹⁾	Ca	Mg ⁽¹⁾	K ⁽¹⁾	T	V	m ⁽¹⁾
	H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----		
1	5,2 abc	34,6	1,4 b	2,5 ab	0,9	0,3 b	7,7 ab	43,2 abc	2,4 ab
2	5,8 ab	32,9	1,9 ab	3,2 a	1,2	0,4 a	7,9 ab	59,8 a	1,0 b
3	4,9 bc	32,0	1,7 ab	1,8 bc	0,9	0,3 b	6,9 bc	37,5 bc	2,8 a
4	5,4 abc	37,8	1,6 ab	2,3 ab	1,0	0,3 b	7,7 ab	47,8 abc	1,7 ab
5	5,0 bc	36,9	2,2 a	2,1 b	0,9	0,4 a	8,2 a	38,0 bc	2,6 ab
6	5,2 abc	34,2	1,1 bc	2,0 b	1,0	0,3 b	7,7 ab	42,0 bc	2,8 a
7	6,0 a	36,4	1,2 b	2,8 ab	1,0	0,4 a	7,2 abc	57,2 ab	1,4 ab
8	5,5 abc	36,1	1,8 ab	2,7 ab	1,2	0,3 b	8,2 a	52,0 abc	1,4 ab
9	5,0 bc	34,2	1,9 ab	1,8 bc	0,9	0,3 b	7,7 ab	35,5 bc	3,0 a
10	5,4 abc	33,0	1,2 b	2,1 b	0,9	0,3 b	6,6 bc	46,2 abc	2,0 ab
11	5,6 abc	36,7	1,6 ab	2,8 ab	1,1	0,3 b	7,6 abc	54,0 ab	1,4 ab
12	5,4 abc	35,1	1,3 b	2,6 ab	1,0	0,3 b	7,6 abc	48,8 abc	1,5 ab
DMS ⁽²⁾	0,8*	6,6 ^{ns}	0,7*	0,9*	0,4 ^{ns}	0,09*	1,0*	17,5*	1,6*
CV(%) ⁽³⁾	10	13,0	30,0	27	25	20,0	9,5	26	55

⁽¹⁾ Dados transformados utilizando raiz quadrada.

⁽²⁾ DMS: Diferença mínima significativa, * significativo e ^{ns} não significativo (p<0,05).

⁽³⁾ CV(%): Coeficiente de variação

Letras minúsculas comparam médias entre tratamentos.

Tabela 2. Atributos químicos na profundidade de 20-40 cm do solo em função da presença de espécies de leguminosas arbóreas em diferentes espaçamentos.

Tratamento	pH	M.O.	P ⁽¹⁾	Ca ⁽¹⁾	Mg ⁽¹⁾	K	T	V	m
	H ₂ O	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----			-----%-----		
1	4,4 b	18,0	0,1	0,9 a	0,4	0,2	5,4 abc	3,8 ab	50,0 ab
2	4,4 b	16,3	0,4	0,7 ab	0,4	0,2	5,0 abc	3,8 ab	55,0 ab
3	4,2 b	15,8	0,3	0,5 b	0,4	0,2	4,7 bc	3,1 b	71,2 a
4	4,5 ab	17,6	0,2	0,7 ab	0,5	0,2	5,2 abc	3,7 ab	54,5 ab
5	4,5 ab	20,9	0,2	0,8 ab	0,5	0,2	5,6 a	4,0 ab	49,3 ab
6	4,4 b	17,1	0,4	0,7 ab	0,4	0,2	5,4 abc	3,7 ab	54,0 ab
7	4,6 ab	19,4	0,4	0,8 ab	0,5	0,2	5,4 abc	4,2 ab	45,0 b
8	4,6 ab	19,6	0,4	0,9 a	0,6	0,2	5,5 ab	4,6 a	39,3 b
9	4,4 b	17,9	0,6	0,6 ab	0,4	0,2	5,2 abc	3,4 b	60,5 ab
10	4,8 a	15,2	0,3	0,7 ab	0,4	0,2	4,6 c	4,2 ab	47,3 b
11	4,6 ab	18,6	0,6	0,8 ab	0,5	0,2	5,2 abc	4,5 ab	44,5 b
12	4,5 ab	17,8	0,5	0,8 ab	0,5	0,2	5,0 abc	4,1 ab	50,8 ab
DMS ⁽²⁾	0,3*	5,9 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,3*	0,2 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,8*	1,1*	23,0*
CV(%) ⁽³⁾	5,1	23,0	108,4	28,0	24,0	24,0	10,0	20,0	31,0

⁽¹⁾ Dados transformados utilizando raiz quadrada.

⁽²⁾ DMS: Diferença mínima significativa, * significativo e ^{ns} não significativo (p<0,05).

⁽³⁾ CV(%): Coeficiente de variação

Letras minúsculas comparam médias entre tratamentos.