

## Determinação dos macronutrientes primários em um Latossolo Amarelo sob sistemas agroflorestais e floresta secundária em Bragança, Pará<sup>(1)</sup>.

**Sandra Andréa Santos da Silva<sup>(2)</sup>; George Rodrigues da Silva<sup>(3)</sup>; Vânia da Silva Melo<sup>(4)</sup>; Eliane Nunes Braz<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup>Parte integrante da Tese de Doutorado da 1ª autora;

<sup>(2)</sup>Professora Adjunto I; Universidade Federal do Pará (UFPA); Altamira, Pará; [sandrasilva@ufpa.br](mailto:sandrasilva@ufpa.br).

<sup>(3)</sup>Professor da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Belém, Pará; [george.rodrigues@ufra.edu.br](mailto:george.rodrigues@ufra.edu.br).

<sup>(4)</sup>Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA); Belém, Pará; [vania.melo@ufra.edu.br](mailto:vania.melo@ufra.edu.br).

<sup>(5)</sup>Estudante do 9º semestre do curso de Engenharia Florestal; Universidade Federal do Pará (UFPA); Altamira, Pará; [elainecosta@bol.com.br](mailto:elainecosta@bol.com.br)

**RESUMO:** O sistema agroflorestal é uma alternativa que visa minimizar a necessidade de derruba e queima de novas áreas. Logo este estudo teve como objetivo avaliar os macronutrientes primários em um Latossolo Amarelo distrófico, sob arranjos de sistemas agroflorestais com e sem queima da vegetação, em três diferentes profundidades e em dois períodos de amostragens, comparando-os com as mesmas variáveis em condições de mesmo solo sob vegetação secundária. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram avaliados os nutrientes: nitrogênio total (N), P disponível, K trocáveis. As amostras de solo foram coletadas nos meses de fevereiro e outubro nas profundidades de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2 m. Portanto, o maior teor de umidade do solo (época chuvosa), influenciou de forma positiva para as variáveis estudadas. O sistema agroflorestal sem queima foi tão eficiente quanto a floresta secundária na ciclagem dos nutrientes estudados, sendo recomendado como uma alternativa de uso do solo.

**Termos de indexação:** Nitrogênio; Fósforo e Potássio.

### INTRODUÇÃO

A derrubada da floresta Amazônica provocam alterações nos ciclos biogeoquímicos levando à perda da biodiversidade, aumento da emissão de gases do efeito estufa, diminuição da quantidade e da qualidade da matéria orgânica do solo, do estoque de água, da disponibilidade de nutrientes e das reservas de carbono imobilizado no solo, nas plantas e nas árvores vivas (Neill et al., 1997).

A agricultura intensiva envolve elevado uso de insumos externos, que promovem alterações importantes nos atributos do solo (Marchão et al., 2009). O manejo de derruba e queima, em longo prazo promovem no solo alterações que os levam a

degradação e, conseqüentemente, à impossibilidade de cultivos produtivos.

Desta forma, o sistema agroflorestal (SAF), pode ser usado permanentemente, minimizando a necessidade de derruba e queima de novas áreas e aumentando as chances de fixação do homem no campo, sendo uma alternativa para aproveitamento de áreas já alteradas ou degradadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os teores dos macronutrientes primários (N, P e K) em um Latossolo Amarelo distrófico sob arranjos de sistemas agroflorestais com e sem queima, em diferentes profundidades e em períodos de amostragem (seco e chuvoso), comparando-os entre si com a vegetação secundária, a fim de determinar se os SAF apresentam-se como uma alternativa viável de recuperação de áreas exauridas pelo uso inadequado.

### MATERIAL E MÉTODOS

As áreas de estudos estão localizadas na Comunidade de Benjamin Constant, distante 25 km da sede do município de Bragança – PA (01°11'22"S e 46°40'41"W), sendo este situado na Meso-região do nordeste paraense (IDESP, 1998).

As características climáticas correspondem às da região Bragantina, do tipo Ami – Clima tropical chuvoso, com pequeno período seco, de acordo com a classificação de Köppen (Bastos & Pacheco, 1999), o ano de 2008 foi caracterizado pelo período de maior intensidade pluviométrica no mês de março e de menor índice no mês de novembro na região (INM, 2008).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas. Os sistemas agroflorestais (dois anos de idade) são compostos pelas mesmas espécies e arranjo espacial, obedecendo ao espaçamento das culturas de 3 x 3m. E uma área Testemunha, formada por

uma floresta de vegetação secundária com aproximadamente 40 anos.

As amostras de solo foram coletadas em três profundidades: 0-0,05; 0,05-0,1, 0,1-0,2 m. Em seguida foram protocoladas e enviadas aos laboratórios de Solos da EMBRAPA/CPATU para a determinação dos nutrientes estudados.

As coletas foram realizadas em fevereiro (período chuvoso) e outubro (período seco) de 2008. Neste ano, os SAFs apresentavam dois anos de idade.

As análises foram determinadas pela metodologia proposta por Embrapa (1997). E os dados obtidos foram analisados pelo Programa NTIA 4.2.1. – Embrapa/95. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA). Onde houve interação, realizou-se a comparação entre as médias através do teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A **Tabela 1** mostra os teores de N total do solo, em função de diferentes profundidades e sistemas de uso. É possível que o maior valor de N obtido no SAF com queima, seja devido ao fato deste sistema exibir fitomassa mais exuberante que os demais, promovendo maior incorporação de resíduos vegetais, o que poderia proporcionar maior acúmulo de matéria orgânica. A intensificação dos processos de mineralização, pela ação da biota favorecida pelas condições pós-queima, levaria ao aumento do teor de N do solo, justificando os resultados obtidos.

Melo (2007) ratifica que sob o sistema de floresta, o teor de nitrogênio é maior na camada superficial e decresce significativamente com a profundidade, corroborando os resultados encontrados neste estudo.

**Tabela 1** – Média dos teores de nitrogênio ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso e profundidade, Benjamin Constant, Bragança-PA.

Sistemas	Profundidade		
	0-0,05m	0,05-0,1m	0,1-0,2m
CQ <sup>1</sup>	1,50 a A	1,10 b A	0,99 b AB
SQ <sup>1</sup>	1,28 a B	1,13 a A	0,82 b B
FS <sup>1</sup>	1,31 a B	1,21 ab A	1,13 b A

Médias de um mesmo sistema, seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

<sup>1</sup>SAF com Queima (CQ); SAF sem Queima (SQ) e Floresta Secundária (FS).

Para Almendros et al. (1990) as queimadas têm efeito sobre os atributos do solo, como a matéria orgânica, influenciando a disponibilidade dos

nutrientes, como o nitrogênio e o carbono, que são liberados da vegetação queimada transformada em cinzas, como a maior parte do N no solo faz parte dos compostos orgânicos, alterações na matéria orgânica do solo alteram, também, os teores deste elemento no solo.

Os valores do nitrogênio em função dos diferentes períodos de coletas do solo, evidenciam uma tendência de superioridade no período seco, em relação ao período chuvoso, respectivamente, 1,63 e 0,69  $\text{g kg}^{-1}$  solo.

A baixa concentração de N durante a época chuvosa, pode indicar maior demanda do nutriente pela microbiota do solo e/ou pelas raízes das plantas (Parron et al., 2003), ou então, pode ter havido rápida lixiviação do íon nitrato, devido a sua carga negativa, que impede a sua agregação aos colóides do solo, ou ainda, baixa produção de nitrogênio na forma nitrato, pois em solos de ecossistemas tropicais têm sido registradas altas amonificações e baixa nitrificação (Venzke Filho et al., 2004).

De acordo com Carmo, et al. (2005) as baixas concentrações de nitrato em solos podem ocorrer em virtude da existência de poucos microrganismos nitrificadores. Além disso, outros fatores podem limitar o processo de nitrificação em solos, como por exemplo, a existência de microssítios anaeróbicos.

Segundo Neill et al. (1997) a umidade do solo pode ser um importante controlador de reservas de N-inorgânicos no solo, principalmente, nas taxas de transformações e disponibilidade de nitrato; essas relações são complexas e mediadas pelo balanço entre a mineralização e imobilização no solo e os microrganismos, dependendo das taxas de umidade e dos processos de secagem do solo.

Marumoto et al. (1982) sugeriram que, aproximadamente, 76% do N nativo do solo é derivado da morte da microbiota do solo e que ciclos de umedecimento e secagem aumentam a mineralização deste elemento. Portanto, a estação seca parece desencadear maior mineralização do nitrogênio do solo.

Os teores de fósforo nos diferentes sistemas estudados foi superior estatisticamente no sistema agroflorestal submetido à queima. Tal resultado pode estar relacionado ao processo de queima que aumenta a disponibilidade do nutriente para as plantas; com a queimada ocorre aumento do pH do solo e, conseqüentemente, redução da fixação do P.

Estudos realizados por Fernandes e Fernandes (2002) relatam que a queima ocasionou inicialmente aumento significativo no conteúdo de fósforo, independente da época amostrada, ressaltando, ainda, que o aumento foi superior na camada 0-0,05m.

A **Tabela 2** ilustra o teor de fósforo em diferentes períodos de coleta e diferentes profundidades do

solo. Observa-se que houve diferença significativa nas profundidades estudadas no período chuvoso, o mesmo não ocorrendo no período seco. Os valores encontrados na época chuvosa foram superiores aos ocorridos na época seca, em todas as profundidades.

**Tabela 2** – Média dos teores de fósforo ( $\text{mg dm}^{-3}$ ) de Latossolo Amarelo em diferentes profundidades e épocas de amostragem, Benjamim Constant, Bragança-PA.

Profundidade	Época	
	Chuvosa	Seca
0-0,05 m	4,92 a A	1,62 b A
0,05-0,1 m	3,39 a B	1,27 b A
0,1-0,2 m	2,29 a C	1,02 b A

Médias de um mesmo sistema, seguidas de mesma letra maiúscula, na coluna, e minúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Analisando o período chuvoso, na profundidade de 0-0,5m o teor de fósforo foi superior estatisticamente aos valores das demais profundidades. Relatos de resultados semelhantes são encontrados na literatura sobre o assunto (Duda, 2000), creditando a maior disponibilidade de fósforo nos primeiros cinco centímetros de profundidade, na época chuvosa, como determinada pela mineralização de seus constituintes, através da intensificação da atividade microbiana sobre a matéria orgânica acumulada na superfície do solo, favorecida pelo aumento da umidade.

Estudos realizados por Sena et al. (2006) confirmam valores obtidos na camada mais superficial do solo, onde encontrou valores de 5,05 e 2,12  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , respectivamente, nas profundidades de 0-0,05 e 0,1-0,2m, respectivamente. Isto se deve a atividade microbiana que sobre a matéria orgânica promove a mineralização de seus constituintes proporcionando a maior disponibilidade de P nas camadas mais superficiais.

Os teores de potássio no solo, sob diferentes sistemas de uso, não mostrou diferença significativa entre o sistema agroflorestal submetido a queima e a floresta secundária, apresentando valores de 0,038 e 0,040  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , respectivamente. Estes são superiores estatisticamente ao encontrado no sistema agroflorestal sem queima (0,031  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ). Os SAFs do estudo se mostraram tão eficientes quanto a floresta secundária, na ciclagem do K no solo.

Na prática, os SAFs atendem a diversos objetivos, entre os quais, aumentar o teor de matéria orgânica e a diversificação da microbiota do solo, e promover o estabelecimento de ciclagem eficiente de nutrientes (Gama-Rodrigues et al., 2004).

A elevada quantidade e diversificação de biomassa e a eficiente ciclagem de nutrientes na

floresta secundária, podem explicar a maior concentração do potássio. Maior valor de K no solo sob sistema de vegetação secundária foi confirmado em estudos realizados por Wastowski et al. (2010). Esses autores afirmam que o menor valor de K obtido no sistema agroflorestal, é atribuído ao fato do sistema proporcionar uma grande exportação do elemento pelas plantas em desenvolvimento.

A maior concentração de potássio no sistema de floresta secundária, foi semelhante aos resultados obtidos por Sena (2006), onde o autor explica que o maior teor de potássio é devido a eficiente ciclagem de nutriente neste tipo de sistema de uso do solo. Proporcionado pela maior diversidade de espécies.

Observando os dados do teor de potássio nas diferentes profundidades do solo, nota-se que houve diferença significativa entre os valores obtidos, em todas as profundidades estudadas, 0,053; 0,032 e 0,024  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , nas camadas de 0-0,05, 0,05-0,1 e 0,1-0,2m, respectivamente, mostrando um decréscimo com aumento da profundidade.

Pesquisa realizada por Vasconcelos (2010) encontrou teores de K variando de 0,04 a 0,01  $\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$ , em sistemas de plantio com queima, sem queima e SAF com queima. A maior presença de resíduos culturais na superfície do solo pode ter propiciado o acúmulo de K na camada de 0-0,05m de profundidade do solo, em pesquisa de Silveira et al. (2010) com diferentes culturas de cobertura.

Para Nogueira et al. (2006) os solos expostos ao cultivo podem, inicialmente, ter uma grande capacidade de suprimento de K, mas, em cultivos sucessivos, ao longo do tempo, este nutriente é exaurido pelas colheitas, lixiviação e erosão. Portanto, os baixos valores encontrados nos tratamentos estudados podem ser explicado pelo fato de ser um SAF jovem, onde os mesmos não apresentam ainda uma elevada quantidade e diversificação de biomassa e a eficiente ciclagem de nutrientes.

## CONCLUSÕES

O SAF estabelecido em área queimada, mostra-se tão eficiente quanto a Floresta Secundária e superior ao SAF sem queima, mostrando os maiores valores para N e P na época chuvosa e na camada superficial do solo.

## REFERÊNCIAS

- ALMENDROS, G.; GONZALEZ-VILA, F. J.; MARTIN, F. Fire-induced transformation of soil organic matter form na oak forest: na experimental approach to the effects of fire on humic substances. *Soil Science*, Baltimore, 149:158-168, 1990.
- BASTOS, T. X.; PACHECO, N. A. Características agroclimatológicas do Município de Igarapé-Açu. In:



Seminário Sobre Manejo da Vegetação Secundária Para a Sustentabilidade da Agricultura Familiar da Amazônia Oriental, Belém, 1999. Anais. Belém: Embrapa Amazônia Oriental/CNPq, p.51-58, 1999.

CARMO, J. B. do et al. Nitrogen dynamics during till and no-till pasture restoration sequences in Rondônia, Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, Kluwer Academic Publishers, 71:213-225, 2005.

DUDA, G. P. Conteúdo de fósforo microbiano, orgânico e biodisponível em diferentes classes de solo. 2000. 150p. Tese (Doutorado). 2000.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

FERNANDES, A. H. B. M.; FERNANDES, F. A. Características químicas do solo em área de pastagem nativa recém queimada no Pantanal arenoso, MS. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2002. 18p. (Embrapa Pantanal. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 36).

GAMA-RODRIGUES, E. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; MACHADO, R.R.C.; MULLER, M.W. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de cultivo de cacau no sul da Bahia. IN: Congresso Brasileiro de Sistemas Agroflorestais, 5, 2004, Curitiba. cd-rom. Curitiba: Embrapa, 2004.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INM, 2º Distrito, Estação de Tracuateua, 2008.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO-SOCIAL DO PARÁ – IDESP. Diagnóstico do município de Bragança. Belém: coordenadoria de documentação e informação, 1998.

MARCHÃO, R. L. et al. Soil macrofauna under integrated crop-livestock systems in a Brazilian Cerrado Ferralsol. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 44:1011-1020, 2009.

MARUMOTO, T.; ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 14:469-475, 1982.

MELO, V. S. de. Avaliação da qualidade do solo em sistemas de floresta primária-capoeira-pastagem na Amazônia oriental por meio de indicadores de sustentabilidade microbiológicos e bioquímicos do solo. 2007. 120p. Tese (Doutorado), Universidade Federal Rural da Amazônia e Embrapa - Amazônia Oriental, Belém-PA, 2007.

NEILL, C.; MELLILO, J.M.; STEUDLER, P. A.; CERRI, C. C.; MORAES, F. L.; PICCOLO, M. C.; BRITO, M. Soil carbon and nitrogen stocks followings Forest clearing for pasture in the southern Brazilian Amazon. *Ecological Applications*, Washington, 7:1216-1225. 1997.

NOGUEIRA, M. A. et al. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern

Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 115:237-247, 2006.

PARRON, L. M.; BUSTAMANTE, M. M. da C.; PRADO, C. L. C. Mineralização de Nitrogênio e Biomassa Microbiana em Solos de Mata de Galeria: efeito do gradiente topográfico. Embrapa Cerrados, 2003. 25 p.

SENA, W. L. de; SILVA, G. R.; SILVA JUNIOR, M. L. Avaliação dos atributos químicos de um Latossolo Amarelo sob diferentes sistemas de uso da terra. *Revista de Ciências Agrárias*, 48:25-40, 2006.

SILVEIRA, P. M. da; CUNHA, P. C. R. da; STONE, L. F.; SANTOS, G. G. dos. Atributos químicos de solo cultivado com diferentes culturas de cobertura. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, 40:3:283-290, jul./set. 2010.

VENZKE FILHO, S. P. et al. Root systems and soil microbial biomass under no-tillage system. *Sci. Agric.*, Piracicaba, Brazil, 61:5:529-537. 2004.

VASCONCELOS, J. M. Indicadores químicos e biológicos de Latossolo Amarelo submetido ao sistema de preparo de área usando a queima e trituração da vegetação no Nordeste Paraense. 2010. p.105. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, 2010.

WASTOWSKI, A. D. et al. Caracterização dos níveis de elementos químicos em solo, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, utilizando espectrometria de fluorescência de raios-x por energia dispersiva (edxf). *Química Nova*. Nova, 33:7:1449-1452, 2010.