

EFEITO RESIDUAL DE ADUBOS FOSFATADOS E APLICAÇÃO BIOCÁRVÃO DE BAMBU EM LATOSSOLO AMARELO DISTRÓFICO TÍPICO DA AMAZÔNIA CENTRAL.

Thiago do Prado SOTERO¹; Danielle Monteiro de OLIVEIRA²; Newton Paulo de Souza FALCÃO³
¹Bolsista PIBIC/CNPq; ²Mestranda INPA/ATU; ³Orientador INPA/COTI.

1. Introdução

A agricultura familiar na Amazônia ainda persiste no sistema de agricultura itinerante, a qual se baseia na prática de corte e queima de pequenas áreas da floresta primária, seguido do plantio de culturas alimentares (arroz, feijão, milho e mandioca), no máximo por três anos, seguindo do abandono da área por longos períodos para a regeneração natural da floresta secundária. Uma das formas de diminuir substancialmente a dependência por produtos agrícolas de outros Estados seria desenvolver tecnologias agrícolas nessas áreas abandonadas tornando-a produtiva e inserindo ao sistema produtivo regional.

As manchas de terras pretas de índio existentes em toda a Amazônia representam importante registro da ocupação humana e do uso do solo por populações pré-colombianas (Sombroek, 1966). Essas manchas caracterizam-se por apresentar elevados níveis de fertilidade, com altos teores de fósforo, cálcio, magnésio, zinco e carbono orgânico e estão associadas a uma grande e prolongada entrada de material orgânico fresco e carbonizado (carvão pirogênico) (Glaser *et al.*, 2001; Lehmann *et al.*, 2002, 2003b).

A persistência do carvão pirogênico por um longo período sob condições tropicais úmidas com altas taxas de mineralização se deve à estabilidade química causada por sua estrutura aromática, o que limita a ação dos micro-organismos decompositores do solo (Schmidt *et al.*, 1999; Trompowsky *et al.*, 2005). Devido às características físicas e químicas, o carvão no solo proporciona uma menor perda de nutrientes por lixiviação, uma vez que os nutrientes na solução do solo são retidos fisicamente nos micro e meso poros da superfície do carvão (Schmidt & Noack, 2000). Pode ocorrer também uma lenta oxidação biológica nas bordas dos esqueletos aromáticos do carvão, produzindo grupos carboxílicos e fenólicos e, conseqüentemente, um aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) (Glaser *et al.*, 1998).

Em solos tropicais os teores de P são baixos, limitando o crescimento das culturas, sendo deficiente em 90% desses solos (Malavolta, 1976). Quando adicionado em forma de fertilizante fosfatado, o P geralmente é aproveitado pelas plantas não mais do que 10% do total aplicado, o que é causado pela acidez e pelos altos teores de Fe e Al (Alcarde *et al.*, 1991). O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito residual de fontes de fósforo com biocárvão de bambu produzidos sob diferentes temperaturas de carbonização em Latossolo Amarelo distrófico típico da Amazônia.

2. Material e Métodos

O experimento foi instalado em casa de vegetação, localizada no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA V-8), com início no segundo semestre de 2011 e término no primeiro semestre de 2012. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x3), sendo os fatores de estudo três fontes de fósforo, fosfato natural de ARAD (FN): 0,48 g (326 kg ha⁻¹); super fosfato simples (SFS): 0,83 g (555 kg ha⁻¹) e super fosfato triplo: SFT: 0,33 g (222 kg ha⁻¹) e três temperaturas de carbonização do bambu-BIO (400°C, 500°C e 600°C), aplicado o equivalente a 60g/vaso (40 t/ha⁻¹), uma adubação complementar de uréia 0,13 g (90 kg ha⁻¹) e cloreto de potássio 0,18 g (120 kg ha⁻¹), totalizando 9 tratamentos, cinco repetições. Este estudo foi desenvolvido em vasos com 3,0 kg de Latossolo Amarelo distrófico proveniente de um ensaio que estava sendo conduzido há um ano, em uma rotação de culturas com dois cultivos de feijão caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp) e dois cultivos de milho (*Zea mays*). Foram semeadas 10 sementes por vaso e após o desbaste ficaram somente 3 plantas por vaso. Neste terceiro cultivo foi realizada uma adubação complementar em cada vaso com cloreto de potássio 0,18 g (120 kg ha⁻¹) e uréia 0,13 g (90 kg ha⁻¹) e micronutrientes FTE 0,15 g (100 kg ha⁻¹). A colheita foi realizada com 60 dias após a germinação, adicionalmente foram coletadas amostras do solo para as seguintes determinações analíticas: pH (H₂O), pH (KCl), (P, K, Ca, Mg, Al (acidez trocável), H⁺, Al⁺⁺⁺ (acidez potencial). (EMBRAPA, 1979). Todos os dados foram tabulados e analisados estatisticamente com auxílio do programa ASSISTAT 7.6, por meio da análise da variância e teste de tukey (5%) para as variáveis, matéria da parte aérea seca (MSPA), P disponível, cálcio, magnésio e potássio trocáveis e soma de bases.

3. Resultados e discussão

O crescimento do milho apresentou resposta significativa aos tratamentos testados (tabela 01), onde os maiores valores da MSPA foram encontrados nos tratamentos que receberam o BIO500SFT e no BIO500FN e os menores nos tratamentos BIO600SFT e no BIO400FN. Lehmann *et al.* (2003), relataram aumento na MSPA do arroz e do feijão em 17% e 43%, respectivamente, com aplicação de doses de biocárvão de 68 t C ha⁻¹ para 135 t C ha⁻¹, atribuindo esse crescimento à capacidade que o biocárvão apresenta como condicionador químico do solo, aumentando as disponibilidades de P, K e Cu provenientes de outras fontes. Outros estudos têm atribuído o maior crescimento das plantas às

mudanças positivas na biogeoquímica do solo resultante das adições de biochar (Lehmann *et al.* 2003b; Van Zwieten *et al.* 2010).

Os teores de P disponíveis no solo não apresentaram diferenças significativas em relação aos tratamentos testados, sendo o menor valor encontrado no BIO600SFS e o maior valor no BIO500FN. Levando em consideração os níveis adequados ($31\text{--}60\text{ mg kg}^{-1}$) estabelecidos por (Raij *et al.* 1996), os valores acima citados são considerados médios à altos.

Os maiores teores de Ca trocáveis foram determinados nos tratamentos com FN independente da temperatura de carbonização, entretanto, o tratamento com biocarvão à 500°C foi que apresentou o maior valor deste macronutriente. Isto pode ter ocorrido devido ao alto teor de Ca contido no fosfato natural. Quanto à soma de bases (SB) os melhores resultados para o fator biocarvão a 500°C na interação com fontes de fósforo, FN, SFS e SFT.

Os valores de soma de bases foram incrementados nos tratamentos que receberam biocarvão à 500°C , que pode ter sido influenciado pelos teores de Ca, uma vez que os teores de K e Mg não sofreram variações significativas ($p>0,05$), indicando efeito da temperatura de carbonização por meio da estrutura deste material, considerando seu alto poder de adsorção através de micro e macroporos da superfície do carvão além do aumento da CTC (Glaser *et al.*, 1998).

Os adubos fosfatados que apresentaram melhores resultados foram, FN seguido de SFS, duas fontes de fósforo distintas, já que o FN é de baixa solubilidade e liberação lenta e o SFS é solúvel em água que disponibiliza boa parte de P, esses teores encontrados no solo persiste mesmo após as rotações de cultura, bem diferente da melhor fonte que é SFT onde apresentou menor valor.

Tabela 01-Valores das variáveis do experimento

Variáveis	Temp.	Fontes de Fósforo		
		FN	SFS	SFT
Biomassa(g)	400°C	1,14 bA	1,47 bA	1,54 bA
	500°C	2,06 aA	1,81 aA	2,35 aA
	600°C	1,75 bA	1,30 bA	0,96 bA
P (mg/kg^{-1})	400°C	31,22 aA	29,86 aA	31,50 aA
	500°C	37,53 aA	33,62 aA	30,15 aA
	600°C	31,09 aA	25,14 aA	31,02 aA
Ca ($\text{cmol}_e/\text{kg}^{-1}$)	400°C	0,44 bA	0,40 aA	0,40 aA
	500°C	0,51 aA	0,36 aB	0,31 aB
	600°C	0,39 bB	0,42 aA	0,30 aB
SB ($\text{cmol}_e/\text{kg}^{-1}$)	400°C	0,82 aB	0,81 aB	0,90 aB
	500°C	1,24 aA	1,06 aA	1,11 aA
	600°C	0,73 aB	0,84 aB	0,68 aB

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na vertical e maiúscula na horizontal são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. Conclusão

- A combinação de BIOSFT500 seguido do BIOFN500, foram quem proporcionou a maior produção de biomassa da parte aérea das plantas.
- As fontes de fósforo e as diferentes temperaturas de carbonização não apresentaram respostas significativas aos teores de P disponíveis.
- O tratamento que recebeu BIOFN500 quem apresentou o maior valor de Ca trocável.
- Os teores mais altos das somas de base foram observados nos tratamentos BIOFN500 BIOSFT500 e BIOSFS500.

5. Referências Bibliográficas

- Alcarde, J.C.; Guidolin, J.A., Lopes, A.S. 1991. *Os Adubos e a eficiência das adubações*. 2. Ed. ANDA, São Paulo. 35p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1979. *Manual de Métodos de Análises de Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do solo*. Rio de Janeiro,
- Glaser, B.; Guggenberger, G.; Haumaier, L. & Zech, W. 2001. Persistence of soil organic matter in archaeological soils (terra preta) of the Brazilian Amazon region. *In: Rees, R.M.; Ball B.C.; Campbell, C.D. e Watson, C.A. (eds.), Sustainable management of soil organic matter*, Wallingford: CABI Publishing. 190-194pp.
- Glaser, B.; Haumaier, L.; Guggenberger, G.; Zech, W. 1998. Black carbon in soils: the use of benzenecarboxylic acids as specific markers. *Organic Geochemistry*, 9: 811-819pp.
- Lehmann, J., Gaunt, J., Rondon, M., 2005a. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems - a review. *Mitigation and adaptation strategies for global change*.

- Lehmann, J. 1979. Bio-energy in the black. *Front Ecol. Environ.*, 5 (7): 381-387.
- Malavolta, E. *et al.* 1997. *Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS.73p.
- Raij, B. van; Quaggio, J.A.; Silva, N.M. 1986. Extraction of phosphorus, potassium, calcium and magnesium from soils by an ion exchange resin procedure. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.17, n.5, p.547-566.
- Raij, B. Van. ; Cantarella, H. ; Quaggio, J.A. & Furlani, A.M.C. 1996. Boletim Técnico No 100. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas. Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 285p.
- Rajkovich, S. *et al.* 2012. Corn growth and nitrogen nutrition after additions of biochars with varying properties to a temperate soil. *Biology and Fertility of Soils*.5: 271-283.
- Sánchez, P.A. 1981. *Suelos del Trópico: características y manejo*. San José: IICA. 660pp.
- Sarruge, J. R.; Haag, H. P. 1974. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, *Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, 56p.
- Schmidt, M.W.I.; Skjemstad J.O. ; Ghert, E.; Kogel- Knaber, I. 1999. Charred organic carbon in Germany chernozemic soils. *European Journal of Soil Science*, 50: 351-360
- Seiler, W & Crutzen, P.J. 1980. Estimates of gross and net fluxes of carbon between the biosphere and the atmosphere from biomass burning. *Climatic Change*, 2: 207-247
- Swift, M.; Heal, O.; Anderson, J. 1979. *Decomposition in terrestrial ecosystem*. Studies in Ecology, Volume 5. Blackwell Scientific Publications. 372p.
- SCHMIDT, M. W. I.; NOACK, A. G. 2000. Black carbon in soils and sediments: Analysis, distribution, implications, and current challenges. *Global Biogeochemistry Cycles*. 777-793p
- Orjuela, H. 1989. *El suelo: una visión sobre sus componentes bioorgánicos*. Serie Investigaciones N° 1. Universidad de Nariño. Pasto, Colombia. 447p.
- Trompowsky, P. M.; Benites, Vinicius .; Madari, B.; Pimenta, A.; Hockaday, W.; Hatcher P. 2005. Characterization of humic like substances obtained by chemical oxidation of eucalyptus charcoal. *Organic Geochemistry*, 36: 1480-1489.
- Vieira, L.S.; Santos, P.C.T.C. 1987. *Amazônia: seus solos e outros recursos naturais*. São Paulo: *Agrônoma Ceres*. 416pp.