



Propriedades químicas do solo após aplicação de carvão vegetal e nitrogênio na cultura do arroz¹

Mary Anne Barbosa de Carvalho²; Neyton de Oliveira Miranda³; Gualter Guenther da Costa Silva⁴; Ermelinda Maria Mota Oliveira⁴; Priscila Lira de Medeiros⁵; Iara Beatriz Silva Azevedo⁵

¹Trabalho realizado com recursos de bolsa PDS do CNPq.

²Doutoranda em Ciências do Solo na Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia-PB; eamaryannecarvalho@hotmail.com; ³Professor da UFRSA, Mossoró-RN; ⁴Professor da UFRN, Campus Jundiá Macaíba-RN; ⁵Graduando em Agronomia; Universidade Federal do Rio Grande do Norte; Macaíba, RN.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da aplicação ao solo de carvão vegetal e nitrogênio sobre algumas características químicas do solo. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, em Macaíba-RN. O delineamento estatístico foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. O solo foi misturado com diferentes doses de carvão (0; 3,5; 7 e 10,5 Mg ha⁻¹) produzido com madeira de poda de cajueiro e em seguida colocado nos vasos. Cada dose de carvão foi combinada com quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹) para o plantio de arroz de terras altas. As variáveis analisadas foram características químicas do solo amostradas após a colheita do arroz. As doses de carvão vegetal promoveram aumento no pH, teor de potássio e percentagem de sódio trocável do solo, com diminuição no teor de cálcio e magnésio.

Termos de Indexação: biochar, manejo do solo; biomassa vegetal.

INTRODUÇÃO

A transformação, pelo homem, de ecossistemas naturais em agroecossistemas causa degradação dos solos com redução dos estoques da matéria orgânica, que é de vital importância em solos tropicais, que são altamente intemperizados, e em sua maioria apresentam argila de baixa atividade. Nesses solos, o sequestro de carbono é uma opção importante, devido à grande quantidade de carbono que pode ser armazenada no solo. Para isto, são necessárias mudanças nas práticas agrícolas, melhoria nas rotações de culturas e aplicação de resíduos orgânicos ao solo (Mesa et al., 2003).

Segundo Miyasaka et al. (2001), a aplicação de carvão é promissora na agricultura, havendo vários trabalhos neste sentido. Sua eficiência como condicionador de solo, visando o crescimento de plantas, se deve às propriedades físico-químicas e moleculares (Novotny et al., 2007), que resultam em aumento da capacidade de troca catiônica, pois

possuem elevada área superficial (200 m² g⁻¹ - 400 m²g⁻¹), comparável a das argilas (Kishimoto & Sugira, 1985), com conseqüente maior disponibilização de nutrientes e efeitos similares ao da matéria orgânica do solo (Casselmam, 2007).

O carvão derivado da carbonização sob ausência total ou parcial de oxigênio (pirólise), principalmente de materiais lignocelulósicos, é composto de unidades poliaromáticas condensadas, deficientes em hidrogênio e com diferentes tamanhos e nível organizacional (Kramer et al., 2004). Esse material é muito resistente à oxidação térmica, química e à foto-oxidação (Skjemstad et al., 1996), e por isso sua incorporação ao solo é importante mecanismo de sequestro de carbono (Glaser et al., 2001; Masiello, 2004), principalmente em solos tropicais sujeitos às condições climáticas que favorecem a mineralização da matéria orgânica e onde a fração argila dos solos apresenta baixos valores de capacidade de troca catiônica (Novotny, 2007).

O carvão adequado tem estrutura interna inerte, semelhante a grafite, que preserva o carbono no solo por centenas e até milhares de anos, e estrutura periférica externa reativa para atuar como a matéria orgânica natural do ambiente.

A divisão do carvão em fragmentos pequenos (finos de carvão), com grande porosidade, contribui para a retenção de água e compostos orgânicos solúveis e para a multiplicação de organismos presentes no solo e substratos (Madari et al., 2009).

O carvão proporciona retenção de nutrientes por aumentar a capacidade de troca catiônica e possui grande influência sobre os processos biogeoquímicos do solo (Morales, 2010). No solo, o carvão abriga vários microorganismos e, pela ação de enzimas e, ou oxidação química, podem formar compostos que retêm água e nutrientes, tornando a adubação mais eficiente e diminuindo custos com irrigação (Benites et al., 2010).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação ao solo de carvão vegetal e nitrogênio sobre propriedades químicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em casa de



vegetação, na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, em Macaíba-RN, cujas coordenadas geográficas são 5°53'S e 35°23'W. O clima local é transição entre os tipos As' e BSh' de Köppen, com temperaturas elevadas ao longo do ano e chuvas no outono e no inverno.

O solo foi coletado do horizonte superficial, na profundidade de 0-20 cm, no pomar da EAJ. Após a coleta, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneira de malha de 2 mm de abertura para a caracterização física e química e de 4 mm para a montagem do experimento.

O solo foi analisado no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) e revelou as seguintes características: Densidade de partícula de 2,43 g cm⁻³; 25, 904 e 71 g kg⁻¹ de argila, areia e Silte, respectivamente; pH de 5,8 gKg⁻¹; condutividade elétrica de 0,23 dS m⁻¹; 1% de matéria orgânica; 19,4; 89,7 e 7,8 mg dm⁻¹ de P, K e Na, respectivamente, 1,5; 2,5 e 1,86 e 4,37 cmol_c dm⁻³ de Ca, SB, (H + Al) e CTC, respectivamente.

Os vasos foram utilizados preenchidos até 0,20 m de profundidade, com 10 L de solo misturado com diferentes doses de carvão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, constando de doses de carvão vegetal: 0 (testemunha), 3,5 Mg ha⁻¹ (17,5 g por vaso), 7 Mg ha⁻¹ (35 g por vaso) e 10,5 Mg ha⁻¹ (52,5 g por vaso) e doses de nitrogênio: 0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹, na forma de nitrato de cálcio incorporado superficialmente ao solo.

O carvão vegetal foi produzido com lenha de poda de cajueiro, segundo o método tradicional das carvoarias artesanais, "rabo quente". A caracterização química do carvão foi realizada no Laboratório de Tecnologia da Madeira da EAJ-UFRN e no Laboratório de Análises de Solo, Água e Planta da UFERSA. O carvão apresentou as seguintes características: 63 % de carbono fixo, 16 % de cinzas, 21% de materiais voláteis e 5,43% de umidade, além de 9,35 g kg⁻¹ de N, 1,34 g kg⁻¹ de K, 89,16 mg kg⁻¹ de P e 10,21 mg kg⁻¹ de K.

O arroz de terras altas (*Oryza sativa*L.) cultivar BRS Sertaneja foi semeado no dia 15/06/2013, ao mesmo tempo em que se aplicava ao solo e incorporava em dose única o nitrogênio correspondente a cada tratamento, sem outro tipo de adubação. A irrigação foi realizada manualmente, sendo que por ocasião do plantio os vasos possuíam umidade próxima à capacidade de vaso, determinada previamente.

O solo foi amostrado logo após a colheita do arroz (150 dias após a aplicação dos tratamentos), tendo sido coletado solo nos vasos que receberam as quatro doses de carvão vegetal, mas apenas as doses de 30 e 60 kg ha⁻¹ de nitrogênio.

As determinações realizadas foram pH, teor de carbono orgânico e teores de P, K, Ca, Mg e Na, tendo sido calculadas a capacidade de troca de cátions e a percentagem de sódio trocável do solo. A metodologia utilizada foi a de EMBRAPA (2009).

As análises estatísticas incluíram análise da variância dos efeitos de doses de carvão e de nitrogênio, e a análise de regressão para variáveis com efeito significativo das doses de carvão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dose de carvão exerceu efeito significativo sobre pH, Ca e Mg ($p < 0,05$) e K ($p < 0,01$), sem haver efeito significativo de doses de nitrogênio, nem da interação entre doses de carvão vegetal e de nitrogênio. A Figura 1 ilustra o efeito linear positivo da dose de carvão vegetal sobre o pH do solo, que aumentou 6% entre a dose zero e a maior dose de carvão vegetal. Para o K, o efeito da dose de carvão vegetal foi quadrático e o aumento foi de 73%. Enquanto isso, Ca e Mg também receberam efeito quadrático e sofreram diminuição ao redor de 10%. Apesar de não ser estatisticamente significativos, destaca-se o aumento de 40% para P e diminuição de 62% no carbono orgânico do solo.

Em trabalho de Carvalho et al. (2013) também não foi observado efeito do carvão sobre teores no solo de P e carbono orgânico. Entretanto, foram observados aumentos no teor de fósforo no solo por Chan et al. (2007), em vasos, e por Silva et al. (2011). Petter et al. (2012) obtiveram aumento de 17% na disponibilidade de P em relação à testemunha quando usaram dose de 32 Mg ha⁻¹.

Apesar de Silva et al. (2011) afirmarem que em pouco tempo de interação solo/carvão é pequeno o efeito do carvão sobre as propriedades químicas do solo, Madari et al. (2006) observaram efeitos significativos 28 dias após a adição do carvão.

O aumento pH do solo, como observado neste trabalho, é a alteração química mais citada resultando da adição de carvão ao solo, segundo Jeffery et al. (2011), além de causar efeitos indiretos sobre a química do solo (Sohi et al., 2010). O efeito corretivo da acidez do solo, segundo Verheijen et al. (2010), é um dos mecanismos mais prováveis de aumento em produtividade das culturas após aplicação de carvão ao solo. Segundo Madari et al. (2006) isso é devido ao efeito tampão da matéria orgânica adicionada ao solo na forma de carvão. Nesse sentido, Petter et al. (2012) demonstraram que o efeito da aplicação de carvão vegetal sobre o pH do solo aumentou com a dose de carvão.

Em estudo de Streubel et al. (2011) a aplicação ao solo de carvão, independente da origem, aumentou significativamente o pH de todos os tipos de solo estudados, mas com maior efeito no solo arenoso. Enquanto isso, Chan et al. (2007),



observaram que aplicações de carvão proporcionaram aumento no pH do solo de 1,22 unidades entre a dose zero e 100 t ha⁻¹, na ausência de fertilizante nitrogenado, e de 0,61 unidades na presença de fertilizante nitrogenado.

Em relação ao aumento nos teores de potássio do solo durante o experimento, Jeffery et al. (2011) afirmam que a maior disponibilidade de nutrientes no solo, em particular o K, é um dos principais efeitos positivos da aplicação do carvão sobre a produtividade das culturas, além da maior retenção de água e redução na acidez do solo. O aumento no teor de potássio disponível para as plantas também foi observado por Madari et al. (2006), além de Chan et al. (2007) e Silva et al. (2011).

CONCLUSÕES

As doses de carvão vegetal promoveram aumento no pH, teor de potássio e percentagem de sódio trocável do solo, com diminuição no teor de cálcio e magnésio.

REFERÊNCIAS

BENITES, V. de M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, M. E.; PIMENTA, A. S. Utilização de Carvão e Subprodutos da Carbonização Vegetal na Agricultura: Aprendendo com as terras pretas de índio 2010. Disponível em: http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_22_Viničius.pdf. Acesso em 20 de abril. 2015.

CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; BASTIAANS, L.; OORT, P. A. J. V.; HEINEMANN, A. B.; SILVA, M. A. S.; MAIA, A. H. N.; MEINKE, H. Biochar improves soil fertility of a clay soil in the Brazilian Savannah: short term effects and impact on rice yield. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 114: 101-107, 2013.

CHAN, K. Y.; VAN ZWIETEN, L.; MESZAROS, I.; DOWNIE, A.; JOSEPH, S. Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment. *Soil Research*, 45: 629-634, 2007.

CASSELMAN, A. Special report: inspired by ancient amazonians, a plan to convert trash into environmental treasure. *Scientific American*, May 15. 1-4, 2007.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 624 p. 2009.

JEFFERY, S. et al. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144: 175-187, 2011.

KISHIMOTO, S.; SUGIRA, G. Charcoal as a soil conditioner. In: SYMPOSIUM ON FOREST PRODUCT RESEARCH INTERNATIONAL: ACHIEVEMENTS AND THE FUTURE, 1985, Pretoria, Proceedings. Pretoria:

National Timber Research Institute, 1985, v.5, p. 22-26.

MADARI, B. E.; CUNHA, T. J. F.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; MARTIN NETO, L.; BENITES, V. M.; COELHO, M. R.; SANTOS, G. A. Matéria orgânica dos solos antrópicos da Amazônia (terra preta de índio): suas características e papel na sustentabilidade da fertilidade do solo. In: TEIXEIRA, W. G.; KERN, D.C.; MADARI, B. E.; LIMA, H. N.; WOODS, W. As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus.: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 172-188, 2009.

MADARI, B. E.; COSTA, A. R. da; CASTRO, L. M. de; SANTOS, J. L. S.; BENITES, V. de M.; ROCHA, A. de O.; MACHADO, P. L. O. de A. Carvão vegetal como condicionador de solo para arroz de terras altas (cultivar Primavera): um estudo prospectivo. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2006. 6 p. (Comunicado Técnico, 125).

MESA, J.M.; ROCHA, J.D.; OLIVARES, E.; BARBOZA, L.A.; BROSSARD, J.E.; BROSSARD JUNIOR, L.E.. Pirólise rápida em leiteo fluidizado: Uma opção para transformar biomassa em energia limpa, *Revista Analytica*, 4: 32-36, 2003.

MIYASAKA, S.; OHKAWARA, T.; NAGAI, K, YAZAKI, H.; SAKITA, M, N. Técnicas de produção e uso do fino carvão e Licor Pirolenhoso. In; Encontro de processos de proteção de plantas; Controle ecológico de pragas e doenças, 1, Botucatu, 2001. Resumos...p. 161-176.

MORALES. M. M. Efeito do biocarvão sobre o comportamento da matéria orgânica e do fósforo em solo degradado. 2010. 88 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, 2010.

NOVOTNY, E. H.; AZEVEDO, E. R.; BONAGAMBA, T. J.; CUNHA, T. J. F.; MADARI, B. E.; BENITES, V. M.; HAYES, M. H. B. Studies of the compositions of humic acids from Amazonian Dark Earth soils. *Environmental Science & Technology*, 41: 400-405, 2007.

PETTER, F. A. et al. Soil fertility and upland rice yield after biochar application in the Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 699-706, 2012.

SILVA, M. A. S. et al. Efeito da aplicação de biochar sobre propriedades químicas do solo e produtividade de feijoeiro comum irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 10., 2011, Goiânia. Anais... Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. 1 CD-ROM.

SOHI, S.P et al. A review of Biochar and its use and function in soil. *Advances in Agronomy*, 105: 47-82, 2010.

STREUBEL, J. D. et al. Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rates of application. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 75, n. 4, p. 1402-1413, 2011.

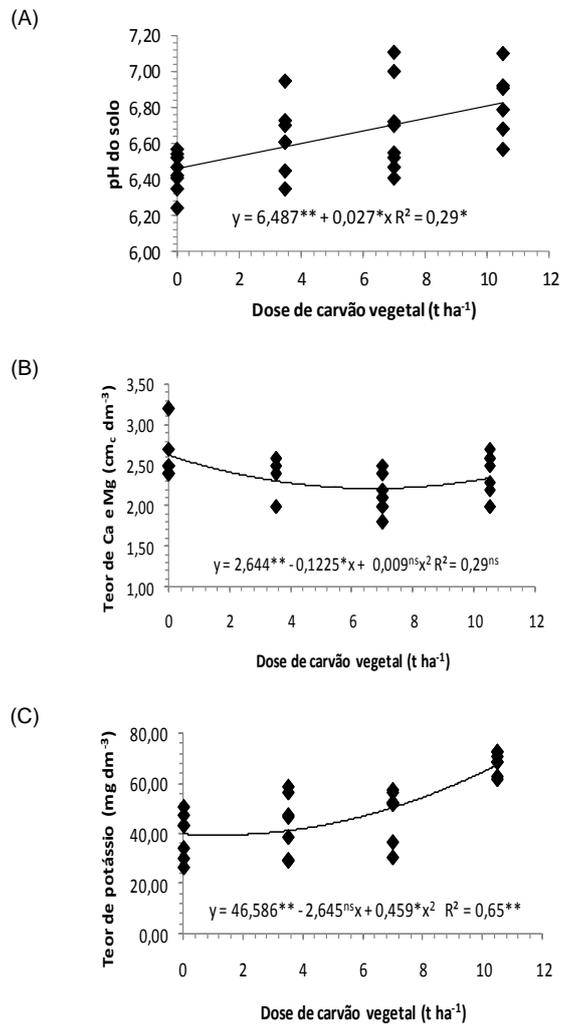


Figura - Efeitos de doses de carvão vegetal sobre (A) pH do solo, (B) teor de potássio e (C) teor de cálcio e magnésio após a cultura do arroz de terras altas. (**significativo a 1% de probabilidade; *significativo a 5%; ^{ns}não significativo).