



## Propriedades químicas do solo após aplicação de carvão vegetal e nitrogênio na sucessão arroz de sequeiro-caupi<sup>1</sup>

**Mary Anne Barbosa de Carvalho<sup>2</sup>; Gualter Guenther da Costa Silva<sup>3</sup>; Neyton de Oliveira Miranda<sup>4</sup>; Alexandre Santos Pimenta<sup>3</sup>; Ermelinda Maria Mota Oliveira<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Trabalho realizado com recursos de bolsa PDS do CNPq.

<sup>2</sup>Doutoranda em Ciências do Solo na Universidade Federal da Paraíba, Campus Areia-PB; eaamaryannecarvalho@hotmail.com; <sup>3</sup>Professor da UFRN, Campus Jundiá Macaíba-RN; <sup>4</sup>Professor da UFRSA, Mossoró-RN

**RESUMO:** O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de carvão vegetal e nitrogênio sobre algumas características químicas do solo após a sucessão arroz de sequeiro/caupi. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal da UFRN, em Macaíba-RN. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições. O solo foi misturado com doses de carvão (0; 3,5; 7 e 10,5 Mg ha<sup>-1</sup>) produzido com madeira de poda de cajueiro. Cada dose de carvão foi combinada com quatro doses de nitrogênio (0, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>) para o plantio de arroz de terras altas, após o qual foi plantado caupi em metade dos vasos, contendo todas as doses de carvão e apenas as doses de 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. As variáveis analisadas foram características químicas do solo amostradas após a colheita do caupi. 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 baixa produtividade da agricultura de sequeiro em regiões semiáridas se deve à baixa fertilidade dos solos, depleção severa de nutrientes, estrutura pobre e manejo inadequado. Práticas de produção sustentável, focadas nos ciclos de carbono e nitrogênio, podem aumentar a produtividade, conservar solo e água, sequestrar carbono e reduzir emissão de gases de efeito estufa. Entre elas, a adição de matéria orgânica ao solo acumula carbono, aumenta retenção de nutrientes e retenção de água e reduz o uso de fertilizantes (FAO, 2011).

O estudo da matéria orgânica das Terras Pretas de Índio inspirou a aplicação de carvão ao solo como prática de manejo do solo e sequestro de carbono (Lehmann et al., 2006). Segundo Miyasaka et al. (2001) ela é prática promissora na agricultura.

A eficiência do carvão como condicionador de solo, visando o crescimento de plantas, se deve às propriedades físico-químicas e moleculares (Novotny et al., 2007), que causam aumento da capacidade de troca catiônica, pois possuem elevada área superficial (200 m<sup>2</sup> g<sup>-1</sup> - 400 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>), comparável a das argilas (Kishimoto & Sugira, 1985), acarretando maior disponibilidade de nutrientes e efeitos similares aos da matéria orgânica do solo (Casselman, 2007).

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

A divisão do carvão em fragmentos muito 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. As cinzas são um componente muito importante, pois são constituídas de minerais, entre os quais o potássio, cálcio, fósforo e sódio, além de magnésio, boro, silício, cobre, manganês e molibdênio (Maekawa, 2002; 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).

Em razão da textura arenosa do solo estudado, e da necessidade de maior retenção de nutrientes e



água, o trabalho visou avaliar o efeito da aplicação ao solo de carvão vegetal e nitrogênio sobre propriedades químicas do solo em sucessão arroz de sequeiro/caupi.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado na casa de vegetação, na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, localizada na Escola Agrícola de Jundiá, em Macaíba-RN(EAJ). As coordenadas geográficas do local são 5°53'S e 35°23'W. O clima local é uma transição entre os tipos As' e BSh' da classificação 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.

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

Foram utilizados vasos preenchidos com 10 L de solo até 0,20 m de profundidade, misturado com diferentes doses de carvão vegetal. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, constando de doses de carvão vegetal: 0 (testemunha), 3,5 Mg ha<sup>-1</sup> (17,5 g por vaso), 7 Mg ha<sup>-1</sup> (35 g por vaso) e 10,5 Mkg ha<sup>-1</sup> (52,5 g por vaso) e doses de nitrogênio: 0, 30, 60 e 90 kg ha<sup>-1</sup>, 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<sup>-1</sup> de N, 1,34 g kg<sup>-1</sup> de K, 89,16 mg kg<sup>-1</sup> de P e 10,21 mg kg<sup>-1</sup> de K.

A primeira cultura plantada foi o arroz de terras altas (*Oryza sativa*L.) cultivar BRS Sertaneja para a qual se aplicou ao solo, em dose única, o nitrogênio correspondente a cada tratamento, sem outro tipo

de adubação. Após a colheita do arroz, foi semeado caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cv. Itaim em metade dos vasos, contendo todas as doses de carvão e apenas as doses de 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N. A irrigação foi realizada manualmente, sendo que por ocasião do plantio os vasos possuíam umidade próxima à capacidade de campo, determinada previamente conforme Casaroli & Van Lier (2008).

Logo após a colheita do caupi (220 dias após a aplicação dos tratamentos), o solo foi coletado para as determinações de pH, teor de carbono orgânico do solo e teores de P, K, Ca, Mg e Na, tendo sido calculadas a CTC (capacidade de troca de cátions) e a PST (percentagem de sódio trocável) do solo. A metodologia utilizada foi a de EMBRAPA (2009).

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revelou efeito significativo das doses de carvão apenas para as variáveis pH (p<0,01), Ca e Mg e PST (p<0,05), enquanto que o efeito das doses de nitrogênio foi observado para pH e PST, sem haver interação significativa. Foi observado efeito quadrático de doses de carvão vegetal sobre pH, Ca e Mg e PST (Figura1). A dose que promoveu o maior valor de pH foi de 7,2 t ha<sup>-1</sup>. Enquanto que a dose de 4,3 t ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior teor de cálcio e de magnésio no solo.

Entre as doses 0 e 90 kg ha<sup>-1</sup> de N, observaram-se aumentos ao redor de 7% no pH e 19% em PST, enquanto que Ca e Mg diminuiu ao redor de 9%. A maior PST, cujo valor mínimo ocorreu na dose de 3,5 t ha<sup>-1</sup> de carvão, se deu tanto pelo aumento nos teores de sódio no solo (não apresentados) como pela diminuição nos teores de cálcio e magnésio. Apesar de não serem estatisticamente significativos, observaram-se entre as doses extremas, aumentos ao redor de 23% no teor de P e de 27% para K.

O trabalho difere do de Petter et al. (2012) que observaram efeito do carvão sobre a disponibilidade de K somente no segundo ano do experimento. Segundo os autores, o carvão contém quantidades consideráveis de K e outros nutrientes. O aumento nos teores de K no solo também foi observado por Carvalho et al. (2013), entretanto diferiu do presente trabalho pois o aumento foi dependente da dose de nitrogênio aplicada.

A diminuição nos teores de cálcio e magnésio do solo, que podem ter sido deslocados dos sítios de troca para a solução do solo e, então, lixiviados, está de acordo com Silva et al. (2011), que observaram aumento no teor de K e de P e redução nos teores de Ca e Mg no solo após aplicação de carvão. Mas está em desacordo com Chan et al.



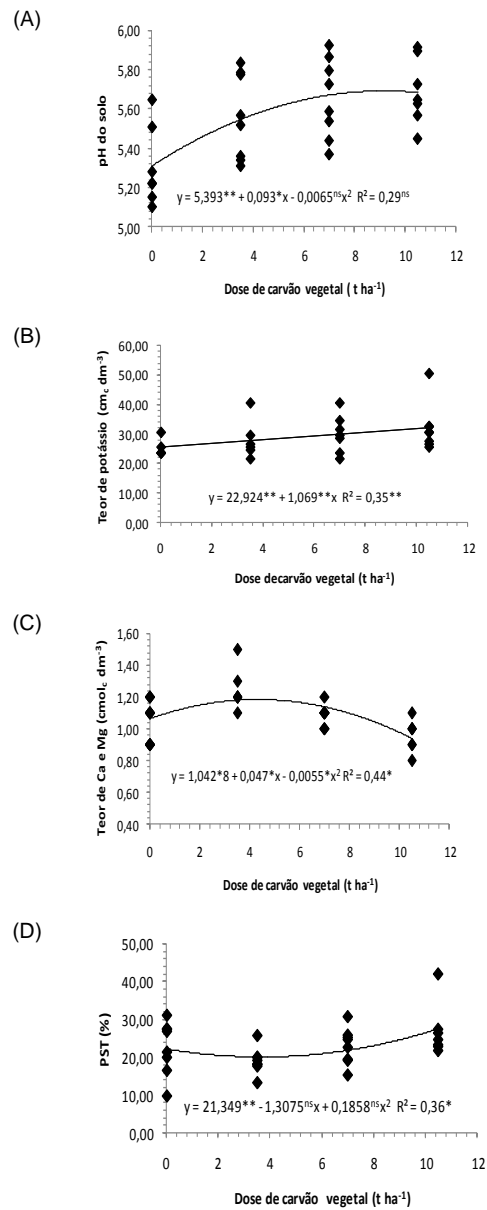
(2007), que observaram que o uso de doses elevadas de carvão proporcionou aumento nos teores de cátions trocáveis. Nesse sentido, Carvalho et al. (2013) observaram aumento linear dos teores de Ca e Mg no solo com o aumento da dose de carvão. Enquanto que Petter et al. (2012) observaram aumento no teor de cálcio no solo de 36% quando a dose de carvão aplicada foi de 32 Mg ha<sup>-1</sup> em relação à testemunha, porém não verificaram efeito da adição de carvão sobre o teor de magnésio no primeiro ano do experimento.

## 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 BIBLIOGRÁFICAS

- 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\\_Vinicius.pdf](http://www.biochar.org/joomla/images/stories/Cap_22_Vinicius.pdf). Acesso em 20 out. 2014.
- CASAROLI, D.; VAN LIER, Q. J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 59-66, 2008.
- 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, 2007, p. 1-4.
- EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 624 p. 2009.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. The state of the world's land and water resources for food and agriculture. Managing systems at risk. Summary Report. Rome, 2011. 47p.
- GLASER, B.; HAUMAIER, L.; GUGGENBERGER, G. & ZECH, W. The "Terra Preta" phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics. *Naturwissenschaften*, 88:37-41, 2001.
- KRAMER, R.W., KUJAWINSKI, E.B. e HATCHER, P.G. Identification of black carbon derived structures in a volcanic ash soil humic acid by fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry. *Environmental Science & Technology*, 38: 3387-3395. 2004.
- KISHIMOTO, S.; SUGIRA, G. Charcoal as a soil conditioner. In: SYMPOSIUM ON FOREST PRODUCT RESEARCH INTERNATIONAL: ACHIEVEMENTS AND THE FUTURE, 1985, Pretoria, Proceedings. Pretoria: Nacional Timber Research Institute, 1985, v.5, p. 22-26.
- LEHMANN, J., GAUNT, J. e RONDON, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review, Mitigation and Adaptation. *Strategies for Global Change*, 11: 403-427.2006.
- 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.
- MASIELLO, C.A. New directions in black carbon organic geochemistry. *Marine Chemistry*, 92: 201-213. 2004.
- 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.
- SKJEMSTAD, J.O., CLARKE, P., TAYLOR, J.A., OADES, J.M. e MCCLURE, S.G. The chemistry and nature of protected carbon in soil. *Australian Journal of Soil Research*, 34: 251-271. 1996.



**Figura 1** – Efeitos de doses de carvão vegetal sobre (A) pH do solo, (B) teor de potássio, (C) teor de cálcio e magnésio e (D) PST, após a colheita do caupi. (\*\*significativo a 1% de probabilidade; \*significativo a 5%; <sup>ns</sup>não significativo).