



pH de solo recebendo diferentes doses e granulometrias de biochar⁽¹⁾.

Neyton de Oliveira Miranda⁽²⁾; Gualter Guenter Costa da Silva⁽³⁾; Alexandre Santos Pimenta⁽³⁾; Ermelinda Maria Mota Oliveira⁽³⁾; Mary Anne Barbosa de Carvalho⁽⁴⁾; Wildemar Damasceno Ferreira Câmara⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos de bolsa Pós-Doutorado Sênior do CNPq.

⁽²⁾ Professor Associado; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; Mossoró, RN; neyton@ufrersa.edu.br; ⁽³⁾ Professores Adjuntos da Unidade Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, RN; ⁽⁴⁾ Unidade Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

RESUMO: O trabalho foi realizado em ambiente protegido na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba, RN, para determinar efeitos de doses e granulometrias de biochar sobre o pH do solo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, com tratamento adicional, sem adição de biochar. O solo sem plantas foi incubado em vasos recebendo doses (5000; 10000 e 15000 kg ha⁻¹) e granulometrias médias de biochar (0,25; 0,75; 1,50 e 3,00 mm). Aos 31, 142 e 190 dias de incubação foi determinado o pH do solo, o qual aumenta linearmente em função da dose, mas diminui com o tempo de incubação. Na primeira amostragem, o maior efeito sobre o pH do solo foi da granulometria de 0,5 mm, a partir dela o efeito foi linear negativo.

Termos de indexação: acidez do solo, carvão vegetal, condicionador de solo.

INTRODUÇÃO

O biochar é o carvão obtido da pirólise de biomassa, previamente aquecida sob baixo ou nenhum suprimento de oxigênio, visando aplicação ao solo, melhorar sua fertilidade e sequestrar carbono (Maia et al., 2011; Linhares et al., 2012).

O uso desse material é uma opção de manejo promissora se usado como condicionador para melhorar a qualidade de solos agrícolas (Carvalho et al., 2013). O interesse recente pelo biochar como condicionador de solo se deve a preocupações com escassez de energia, mudança climática e necessidade de manejo sustentável do solo (Streubel et al., 2011). A recalcitrância do biochar é importante para o sequestro de carbono no solo, por resistir à decomposição e poder permanecer no solo por séculos (Sombroek et al., 2003).

Em meta-análise realizada por Jeffery et al. (2011), os efeitos do biochar variaram conforme as condições experimentais e propriedades do solo. A produtividade das culturas apresentou aumento pequeno, mas significativo, ao redor de 10%. Os maiores efeitos, obtidos em solos ácidos e neutros, de textura arenosa ou média, indicam que correção

da acidez, retenção de água e disponibilidade de nutrientes, principalmente potássio, são mecanismos chave de aumento da produtividade. Alterações significativas na qualidade do solo foram observadas por Chan et al. (2007), como pH, carbono orgânico e cátions trocáveis quando se aplicou doses de biochar acima de 50 t ha⁻¹.

Diversos materiais orgânicos (biomassa), cujo destino seria a queima, decomposição ou disposição em aterros, podem ser submetidos à pirólise e reciclados como condicionador de solo: resíduos do manejo de florestas, cascas, restos de poda, aparas de gramados, restos de culturas e de madeira, dejetos, lixo orgânico e outros resíduos da indústria, agricultura e pecuária. (Chan et al., 2007; Steiner et al., 2010; Verheijen et al., 2010; Maia et al., 2011; Linhares et al., 2012; Carvalho et al., 2013). Existe risco ambiental da adição de carvão ao solo, se contiver compostos tóxicos e se for obtido pela remoção de resíduos vegetais protegendo o solo, ou da biomassa de florestas, áreas de preservação ou áreas produzindo alimentos.

O trabalho teve o objetivo de determinar o efeito de doses e granulometrias de biochar sobre o pH do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho conduzido em ambiente protegido da Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba, RN, de coordenadas geográficas 5°53'11"S e 35°21'49"O.

Algumas características do solo, coletado na camada de 0 a 20 cm, eram: densidade de partícula = 2,43 g cm⁻³; areia = 904 g kg⁻¹; silte = 71 g kg⁻¹; argila = 25 g kg⁻¹; pH = 5,80; matéria orgânica = 1,00%; N = 0,18 g kg⁻¹; P = 19,40 mg dm⁻³; K = 89,70 mg dm⁻³; Na = 7,80 mg dm⁻³; Ca = 1,50 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,80 cmol_c dm⁻³; CTC = 4,37 cmol_c dm⁻³.

O biochar foi produzido por carbonização de madeira de poda de cajueiro e possuía 5,43% de umidade média, 21% de materiais voláteis, 16% de cinzas e 63% de carbono fixo.

A água, obtida do abastecimento público da Unidade, apresentava como características médias: pH = 4,8; CE = 0,16 dS m⁻¹; K⁺ = 0,28 mmol_c L⁻¹; Na⁺ = 0,77 mmol_c L⁻¹; de Ca²⁺ = 0,20 mmol_c L⁻¹; Mg²⁺ =



0,40 mmol_c L⁻¹, Cl⁻= 1,20 de mmol_c L⁻¹; CO₃²⁻= 0,40 mmol_c L⁻¹; RAS= 1,4; dureza= 30 mg L⁻¹.

A incubação do biochar com solo, sem plantas, ocorreu entre 30/07/2013 e 05/02/2014, em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, com tratamento adicional sem biochar. Foram estudadas doses de biochar (5000 kg ha⁻¹ (12,5 g vaso⁻¹); 10000 kg ha⁻¹ (25 g vaso⁻¹) e 15000 kg ha⁻¹ (37,5 g vaso⁻¹), combinadas com granulometrias médias (0,25; 0,75; 1,50 e 3,00 mm).

A incubação foi realizada em vasos de polietileno para 7,5 L, cujo fundo possuía orifício para drenagem e foi revestido com Tecido não Tecido de Polipropileno. Os vasos foram preenchidos até 20 cm de altura, resultando em 6 L de solo, massa de 9,0 kg e densidade de 1,5 kg m⁻³. O solo foi mantido com conteúdo de água mínimo de 60 % da capacidade de campo, determinada previamente, tendo o controle sido feito por meio de pesagens.

O pH do solo foi determinado em três épocas de amostragem, em 30/08 (31 dias), 19/12/2013 (142 dias) e 05/02/2014 (190 dias). Nas coletas retirou-se, em três locais do vaso, o volume de um tubo com diâmetro de 1,27 cm e 20 cm de altura.

Os dados foram analisados pelo procedimento Modelos Lineares Generalizados, considerando o nível de 5% de significância para o teste F. Quando as variáveis apresentaram efeito significativo dos fatores, os dados foram submetidos à análise de regressão para obter-se o modelo de melhor ajuste conforme o coeficiente de determinação e a significância dos parâmetros do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dose e granulometria do biochar exerceram efeito significativo individual sobre o pH do solo nas três amostragens. As médias gerais de pH diminuíram significativamente entre as três amostragens (teste t para dados pareados a 1% de probabilidade). Isso é atribuído à lixiviação, pois o solo era constantemente irrigado para manter umidade próxima à capacidade de campo. O aumento pH do solo é a alteração química mais citada como resultado da adição de biochar ao solo, sendo um dos seu principais efeitos positivos (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 é um dos mecanismos mais prováveis de aumento em produtividade das culturas após aplicação de biochar (Verheijen et al., 2010). Segundo Madari et al. (2006) isso é devido ao efeito tampão da matéria orgânica adicionada ao solo na forma de carvão. Em estudo de Petter et al. (2012) demonstrou-se que o efeito positivo da aplicação de biochar sobre o pH do

solo aumentou com o aumento da dose de biochar.

Todas as doses e granulometrias testadas apresentaram pH significativamente maior do que a testemunha. Streubel et al. (2011) observaram, em todos os solos por eles estudados, aumento significativo do pH pela aplicação de biochar de diferentes origens, com maior efeito no solo arenoso. Enquanto isso, Chan et al. (2007), observaram que aplicações de biochar 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 meta análise realizada por Verheijen et al. (2010) constatou-se, na média dos trabalhos revisados, aumento no pH do solo de 5,3, antes da aplicação de biochar, para 6,2, após a aplicação, havendo o caso do biochar de esterco animal cujo aumento em pH foi de 4,8 para 7,8.

Tabela 1 – Análise estatística dos efeitos de dose e granulometria do biochar sobre o pH do solo em três épocas de amostragem (pH1=31 dias, pH2=142 dias e pH3=190 dias).

		pH 1	pH 2	pH 3
Causas ¹	GL ³		QM ⁴	
Dose (D)	3	0,30**	0,32**	0,18**
Gran ² (G)	3	0,38**	0,13**	0,04 ^{ns}
D x G	6	0,04**	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Resíduo	39	0,005	0,01	0,03
Total	51	-	-	-
Média		5,65 a	5,48 b	5,18 c
CV (%)		1,29	2,27	3,55

¹Causas de variação; ²Granulometria; ³Graus de Liberdade; ⁴Quadrados médios; **significativo (p<0,01); ^{ns}não significativo. Letras diferentes para médias de amostragens indicam diferença significativa pelo teste T para dados pareados (p<0,01).

As regressões obtidas para o efeito da dose do biochar (Figura 1) apresentaram efeito linear positivo. A diminuição das constantes das equações indica que durante a incubação o efeito residual do biochar foi diminuindo, mas ainda se manteve. Isso indica que, com o passar do tempo, diminuiu o efeito corretivo da acidez pelo biochar. Isso pode ser devido à lixiviação dos íons OH⁻ da solução do solo.

Quanto ao efeito da granulometria do biochar, apenas para a primeira amostragem foi obtida equação com coeficiente de determinação significativo e efeito linear negativo. Nela, observa-se o maior efeito corretivo da granulometria de 0,5 mm, que vai diminuindo para as maiores granulometrias. Com o passar do tempo a diferença em pH entre as granulometrias diminuiu, corroborando a possibilidade de lixiviação. Neste caso, o biochar nas maiores granulometrias poderia



manter seu efeito corretivo por mais tempo.

O efeito direto da granulometria do biochar sobre a produtividade das culturas não foi observado em uma faixa de 2 a 20 mm (Atkinson et al. 2011), porque tamanho de partículas do biochar, resistência mecânica e interação com partículas do solo determinam resultados diferentes para diferentes condições de solo, clima e manejo. Ulyett et al. (2014) justificam o uso de partículas menores do que 2 mm em diâmetro por facilitar análises de laboratório nas quais a mistura solo/biochar deve passar por peneira de 2 mm. Entretanto, o destino final do biochar se dá como partículas de tamanho similar ou menor do que o silte e essa diminuição ocorre relativamente rápido, devido à intemperização física e abrasão, influenciando diretamente a textura do solo, (Sohi et al., 2010).

Segundo Verheijen et al. (2010), é importante avaliar as implicações da granulometria do biochar sobre processos no solo, além de sua influência sobre a mobilidade e destino do biochar no solo.

CONCLUSÕES

A adição de biochar aumenta o pH do solo, o qual diminui com o tempo de incubação.

O pH do solo em função da dose de biochar tem aumento linear, menos acentuado com o tempo.

Na primeira amostragem a granulometria de 0,5 mm do biochar tem maior efeito sobre o pH do solo, a partir dela o efeito é linear negativo.

REFERÊNCIAS

ATKINSON, C. J.; FITZGERALD, J. D.; HIPPS, N. A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and Soil*, 337: 1–18, 2010.

CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E.; BASTIAANS, L. et al. 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. *Australian Journal of Soil Research*, 45: 629–634, 2007.

JEFFERY, S.; VERHEIJEN, F.G.A.; VAN DER VELDE, M.; BASTOS, A.C. A quantitative review of the effects of biochar application to soils on crop productivity using meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 144:175–187, 2011.

LINHARES, C.R.; LEMKE, J.; AUCCAISE, R. et al. Reproducing the organic matter model of anthropogenic dark earth of Amazonia and testing the ecotoxicity of

functionalized charcoal compounds. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 693-698, 2012.

MADARI, B. E. et al. 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).

MAIA, C.M.B.F.; MADARI, B.E.; NOVOTNY, E.H. Advances in biochar research in Brazil. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 5: 53-58, 2011.

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

SOHI, S. P.; KRULL, E.; LOPEZ-CAPEL, E.; BOL, R. A review of biochar and its use and function in soil. In: SPARKS, D., ed. *Advances in Agronomy*, v. 105, Academic Press, 2010, p.47-82.

SOMBROEK, W.G.; RUIVO, M.L.; FEARNESIDE, P.M.; GLASER, B.; LEHMANN, J. Amazonian Dark Earths as carbon stores and sinks. In: LEHMANN, J.; KERN, D.C.; GLASER, B.; WOODS, W.I., eds. *Amazonian Dark Earths: origin, properties, and management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2003. p.125-139.

STEINER, C.; MCLAUGHLIN, H.; HARLEY, A.; FLORA, G.; LARSON, R.; REED, A. Biochar Report. Assessment of Biochar's Benefits for the United States of America. Colorado, USA: Centennial Printing, 2010. 77p.

STREUBEL, J. D.; COLLINS, H. P.; GARCIA-PEREZ, M.; TARARA, J.; GRANATSTEIN, D.; KRUGER, C. E. Influence of contrasting biochar types on five soils at increasing rates of application. *Soil Science Society of America Journal*, 75: 1402-1413, 2011.

ULYETT, J.; SAKRABANI, R.; KIBBLEWHITE, M.; HANN, M. Impact of biochar addition on water retention, nitrification and carbon dioxide evolution from two sandy loam soils. *European Journal of Soil Science*, 65: 96–104, 2014.

VERHEIJEN, F.; JEFERY, S.; BASTOS, A.C., VAN DER VELDE, M.; DIAFAS, I. Biochar Application to Soils. A Critical Scientific Review of Effects on Soil Properties, Processes and Functions. Ispra (Itália): European Commission, Joint Research Centre Institute for Environment and Sustainability © European Communities, 2010. 166p.

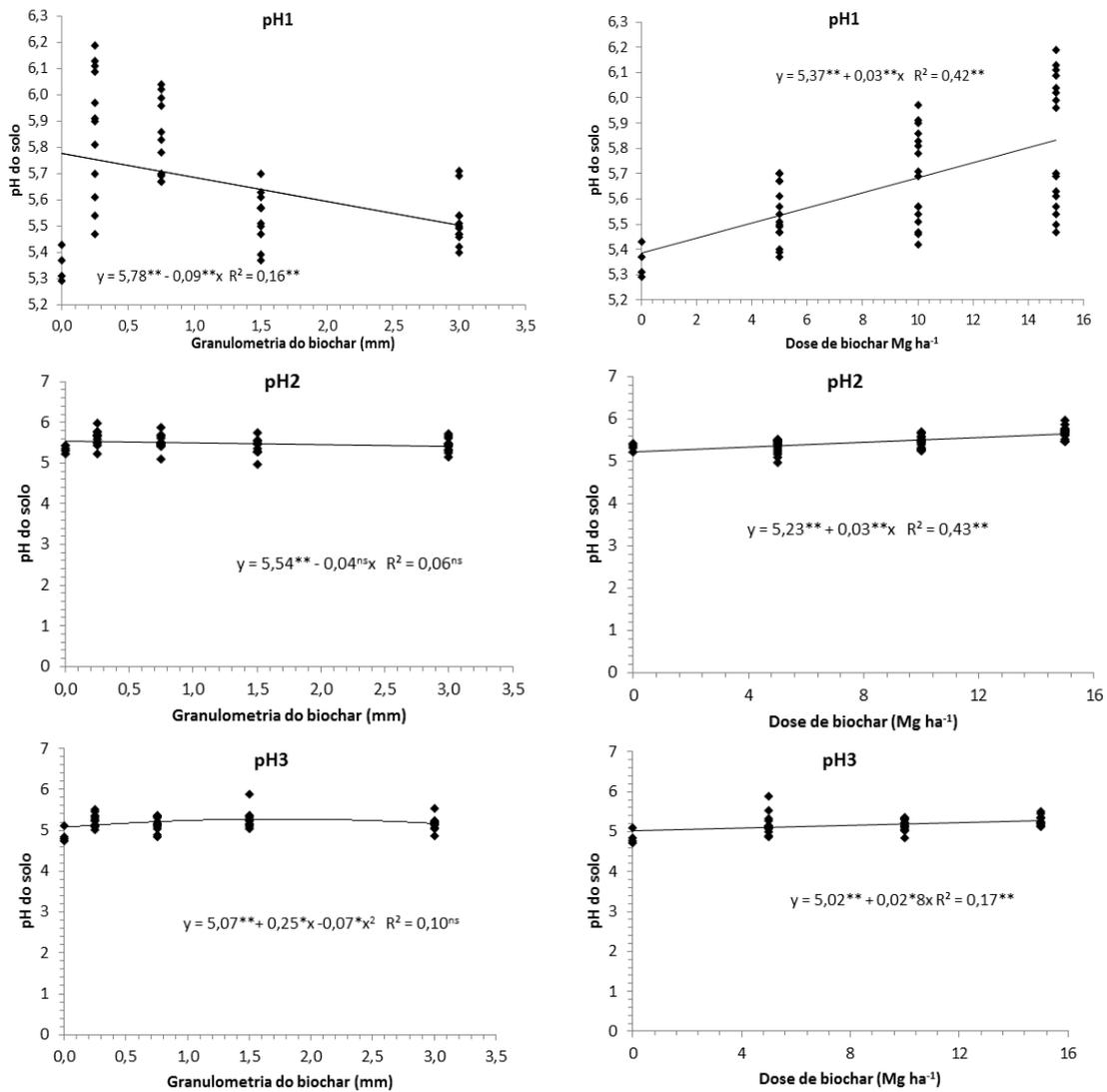


Figura 1 – Regressões para o pH do solo em três épocas de amostragem (pH1=31 dias, pH2=142 dias e pH3=190 dias) em função da dose e granulometria do biochar.