



Teor de potássio em solo incubado com 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@ufrsa.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, Macaíba, RN, para determinar efeitos de doses e granulometrias de biochar sobre o teor de potássio do solo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, com tratamento adicional, sem biochar. O solo sem plantas foi incubado em vasos recebendo doses (5, 10 e 15 Mg ha⁻¹) e granulometrias de biochar (0,25; 0,75; 1,50 e 3,00 mm). O teor de potássio do solo foi determinado aos 31, 142 e 190 dias de incubação. A adição de biochar aumenta o teor de potássio do solo, que não difere com o tempo de incubação. A dose de biochar promoveu aumento linear no teor de potássio do solo em todas as amostragens. A granulometria do biochar diminuiu linearmente o teor de potássio do solo na primeira amostragem.

Termos de indexação: carvão vegetal, condicionador de solo, cátions trocáveis.

INTRODUÇÃO

O Biochar é definido como qualquer biomassa carbonizada por meio de aquecimento em ambiente com pouco ou nenhum oxigênio (pirólise), sendo produzido para ser aplicado ao solo, melhorar sua qualidade e fertilidade e sequestrar carbono (Lehmann & Joseph, 2009; Sohi et al., 2010; Verheijen et al., 2010; Maia et al., 2011; Linhares et al., 2012; Jeffery et al., 2011; Oram et al., 2014).

O uso do biochar é opção de manejo promissora se usado como condicionador para melhorar a qualidade de solos agrícolas (Carvalho et al., 2013). O interesse recente pelo biochar 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 permanecer no solo por séculos (Sombroek et al., 2003).

Em trabalho de Oram et al. (2014) são propostos os seguintes mecanismos pelos quais a aplicação

de biochar leva ao aumento da produção das culturas: correção da acidez do solo, aumento na capacidade de retenção de água pelo solo, maior absorção de água e nutrientes, a retenção por mais tempo do N no solo ou redução na sua lixiviação.

A aplicação de biochar pode alterar a capacidade competitiva de algumas espécies de plantas, pelo fornecimento de nutrientes ao solo e conseqüentemente influenciar a absorção de nutrientes pelas plantas. As espécies leguminosas são as mais beneficiadas do uso do biochar como condicionador de solo (Oram et al., 2014). Os autores observaram aumento considerável na disponibilidade de K no solo após aplicarem biochar, o que causou aumento significativo na biomassa de leguminosa consorciada em mistura de 3 espécies naqueles tratamentos onde K foi aplicado (como biochar e como fertilizante) e onde não se aplicou N.

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.

Entre os materiais orgânicos que, em vez de sofrerem queima, decomposição ou disposição em aterros, podem ser submetidos à pirólise e reciclados como condicionador de solo, estão: resíduos florestais, 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).

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

MATERIAL E MÉTODOS

O local do trabalho foi a Unidade Acadêmica



Especializada em Ciências Agrárias da UFRN, em Macaíba, RN, de coordenadas geográficas 5°53'11"S e 35°21'49"O. O clima tropical chuvoso é transição entre As' e BSh' de Köppen.

O solo apresentava 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%; 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 cajueiros. A umidade era 5,43% e possuía 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 no solo foi realizada segundo delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro repetições, com tratamento adicional sem biochar. Estudaram-se doses de biochar (5 Mg ha⁻¹ (12,5 g vaso⁻¹); 10 Mg ha⁻¹ (25 g vaso⁻¹) e 15 Mg ha⁻¹ (37,5 g vaso⁻¹)) e granulometrias médias (0,25; 0,75; 1,50 e 3,00 mm).

A incubação ocorreu em vasos de polietileno para 7,5 L com orifício de drenagem no fundo revestido com Tecido não Tecido. Os vasos foram preenchidos até a altura de 20 cm, com 6 litros de solo e massa de 9,0 kg, ou densidade de 1,5 kg m⁻³. O solo foi mantido com conteúdo de água mínimo de 60 % da capacidade de campo, tendo o controle sido feito por meio de pesagens.

O teor de potássio no solo foi determinado conforme EMBRAPA (1999), sendo realizadas três coletas, em 30/08 (31 dias) e 19/12/2013 (142 dias) e 05/02/2014 (190 dias). Em cada coleta foi retirado o volume de um tubo de PVC com diâmetro de 1,27 cm e 20 cm de altura em três locais do vaso.

O procedimento Modelos Lineares Generalizados foi usado na análise dos dados, considerando 5% de significância do teste F. A análise de regressão foi realizada para obter-se o modelo de melhor ajuste conforme o coeficiente de determinação e a significância dos parâmetros do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de potássio do solo, na primeira e terceira amostragens, sofreu efeitos significativos de dose e granulometria do biochar, mas não da interação, que foi significativa na segunda amostragem. Apesar do aumento com o tempo, os teores de potássio não diferiram entre amostragens (teste t para dados pareados – p<0,05). Nesse sentido, Jeffery et al.

(2011) citam a maior disponibilidade de nutrientes no solo, principalmente o K, como um dos principais benefícios do biochar sobre a produtividade das culturas. O aumento no teor de potássio disponível também foi observado por Madari et al. (2006) e por Chan et al. (2007).

Tabela 1 – Análise estatística dos efeitos de dose e granulometria do biochar sobre o teor de potássio do solo (mg dm⁻³) em três épocas de amostragem (K1=31 dias, K2=142 dias e K3=190 dias).

		K 1	K 2	K 3
Causas ¹	GL ³		QM ⁴	
Dose(D)	3	125,5**	214,8**	512,5**
Gran ² (G)	3	198,0**	94,5 ^{ns}	218,2*
D x G	6	14,6 ^{ns}	103,62*	91,4 ^{ns}
Resíduo	39	10,4	41,94	68,2
Total	51	-	-	-
Média		53,31 a	54,26 a	57,65 a
CV (%)		6,05	11,93	14,32

¹Causas de variação; ²Granulometria; ³Graus de Liberdade; ⁴Quadrados médios; **significativo (p<0,01); ^{ns}não significativo. Letras iguais após médias de amostragens indicam não diferirem pelo teste T para dados pareados (p<0,05).

Em trabalho de Widowati et al. (2014) foi estudada a lixiviação de K do solo, sob efeito de doses e matérias primas do biochar. O aumento da lixiviação no início do experimento foi explicado ao maior conteúdo de potássio da casca de coco e à pequena absorção de K pelas plantas jovens, mesmo sob grande disponibilidade do nutriente. Assim a maior parte do K foi lixiviado do sistema.

As regressões obtidas (Figura 1) na primeira e terceira amostragens indicam efeito linear positivo da dose de biochar sobre o teor de potássio no solo. Em trabalho de Chan et al. (2007), foi observado aumento significativo no teor de potássio no solo (cmol_c kg⁻¹), de 0,24 na dose zero para 0,40 com 10 Mg ha⁻¹, 0,92 com 50 Mg ha⁻¹ e 1,60 com 100 Mg ha⁻¹. Em outro estudo (Carvalho et al., 2013) estudando o efeito do biochar sobre o teor de potássio do solo, observou-se que quando se aplicou nitrogênio foi necessário mais biochar para obter um mesmo teor de K no solo.

Quanto ao efeito da granulometria, na primeira e terceira amostragens (Figura 1) as regressões indicam tendência de efeito linear negativo sobre o teor de potássio no solo, sendo que na terceira amostragem não se obteve equação com parâmetros significativos.

O desdobramento da interação entre doses e granulometrias na segunda amostragem indica tendência diferente, pois ocorreu aumento do teor de potássio de forma linear (Figura 2) quando se aplicou granulometrias de 0,25; 0,75 e 1,5 mm, com



os maiores teores para a granulometria de 0,25 mm. Entretanto, o efeito foi quadrático para a granulometria de 3,0 mm, a qual apresentou os maiores valores de potássio no solo e para a qual se observou o ponto de máximo em $9,33 \text{ Mg ha}^{-1}$.

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. Além disso, o destino final do biochar ocorre como partículas de tamanho similar ou menor do que o silte e essa diminuição ocorre relativamente rápido, por 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 teor de potássio do solo, que não difere com o tempo de incubação.

A dose de biochar promoveu aumento linear no teor de potássio do solo em todas as amostragens.

A granulometria do biochar diminuiu linearmente o teor de potássio do solo na primeira amostragem.

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.

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

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.

LEHMANN, J.; JOSEPH, S. Biochar for environmental management: An introduction. In: LEHMANN, J.; JOSEPH, S. *Biochar for Environmental Management: Science and technology*, p. 1-12, 2009.

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.

ORAM, N. J.; VAN DE VOORDE, T. F. J.; OUWEHAND, G. J.; BEZEMER, T. M.; MOMMER, L.; JEFFERY, S.; VAN GROENIGEN, J. W. Soil amendment with biochar increases the competitive ability of legumes via increased potassium availability. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 191: 92–98, 2014.

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.; FEARNside, 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.

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.

WIDOWATI; ASNAH; UTOMO, W.H. The use of biochar to reduce nitrogen and potassium leaching from soil cultivated with maize. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 2: 211-218, 2014.

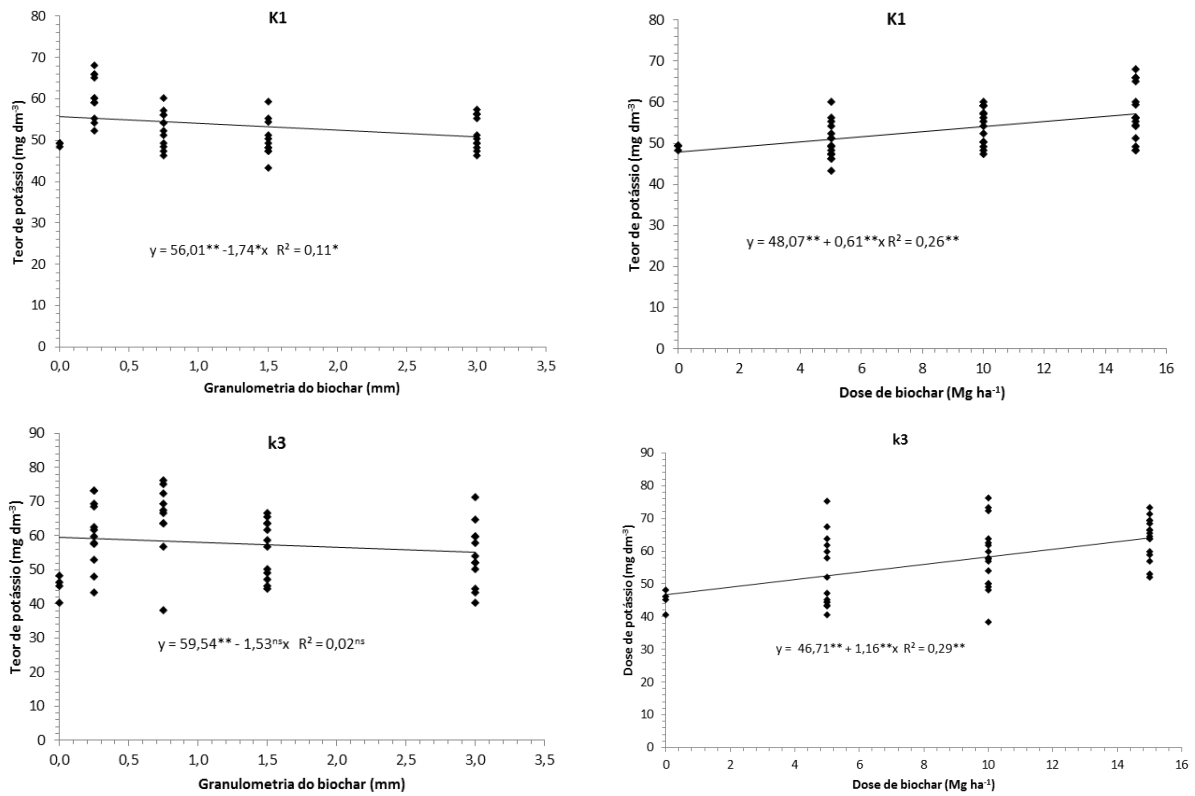


Figura 1 – Regressões para o teor de potássio no solo em três épocas de amostragem (K1=31 dias, K2=142 dias e K3=190 dias) em função da dose e granulometria do biochar.

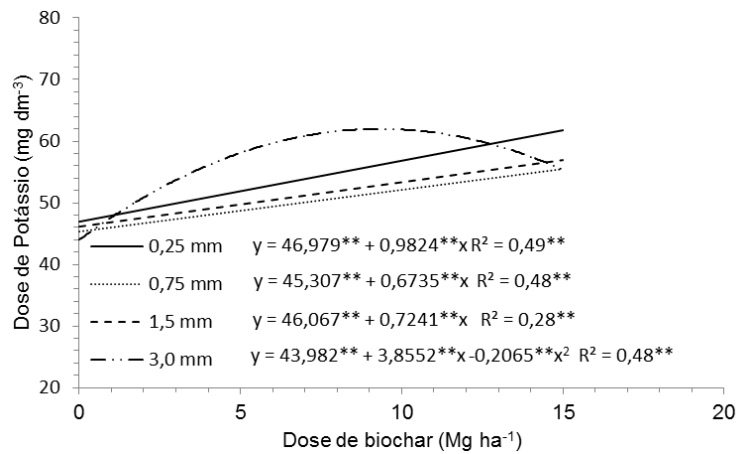


Figura 2 – Efeito da interação de dose de biochar dentro de cada granulometria para o teor de potássio no solo na segunda amostragem (K2=142 dias).