



Granulometria do biochar influenciando retenção de água e nutrientes em três solos da Chapada do Apodi-RN.

José Flaviano Barbosa de Lira⁽¹⁾; Maria Eugênia da Costa⁽²⁾; Francisco Diorge de França⁽³⁾; Juliana Paiva Pamplona⁽³⁾; Jorgiana Paula Mota de Lima⁽⁴⁾; Otacílio Filho Alves de Anchieta⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Professor do Instituto Federal do Rio Grande do Norte; Ipanguaçu, RN; flaviano.lira@ifrn.edu.br; ⁽²⁾ Professora do CENTEC; Quixeramobim, CE; ⁽³⁾ Estudante de Agronomia, Bolsista PIBIC; Universidade Federal Rural do Semi-Árido; ⁽⁴⁾ Estudantes de Agronomia, participantes do PIVIC da Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido em colunas de solo para testar o efeito sobre a retenção de água e a lixiviação de quatro granulometrias de biochar (0 a 0,5; 0,5 a 1,0; 1,0 a 2,0; 2,0 a 4,0 mm) adicionado a três solos. As colunas de solo possuíam dimensões 50 mm de diâmetro e 400 mm de altura (785,4 cm³) com orifício para drenagem na parte inferior. Os solos estudados eram Argissolo, Cambissolo e Neossolo Flúvico. A dose de biochar foi de 1,0 % base massa, sob forma de carvão vegetal adquirido no comércio local. O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3 com quatro repetições. Durante os 40 dias do experimento foram realizadas três determinações das variáveis estudadas, que foram capacidade de retenção de água (CRA - cm³ cm⁻³) pelo solo, além do pH e da condutividade elétrica (CE – dS m⁻¹) da água de drenagem. Os três solos estudados apresentaram comportamento diferente quanto a pH e condutividade elétrica da água de drenagem e retenção de água. Os resultados não conclusivos quanto à granulometria do biochar, recomenda-se usar a granulometria média mais usada, que é de 2,0 mm.

Termos de indexação: carvão vegetal, lixiviação, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

A agricultura intensiva degrada solo e água, deteriora os ecossistemas e emite gases do efeito estufa. Os problemas produtivos e ambientais decorrentes prejudicam a produção de biomassa, biodiversidade, acúmulo de carbono, qualidade do solo e disponibilidade de água (FAO, 2011).

A baixa produtividade agrícola em regiões semiáridas é devido à baixa fertilidade dos solos, depleção de nutrientes, estrutura pobre e manejo inadequado. A adoção de práticas de produção sustentável, como a adição de matéria orgânica, pode aumentar a produtividade, conservar solo e água, sequestrar carbono, reduzir a emissão de gases de efeito estufa, aumentar a retenção de nutrientes e água e reduzir o uso de fertilizantes.

Segundo Janzen (2006), o difícil equilíbrio entre

adição e decomposição da matéria orgânica no solo faz com que se tenha que adicionar mais carbono do que a quantidade decomposta, ou acumular carbono em formas recalcitrantes, protegendo-o da atividade biológica do solo.

Devido à recalcitrância, o biochar resiste à decomposição e permanece no solo por séculos. Ele é rico em carbono e é obtido de materiais lignocelulósicos por meio da pirólise, na qual a biomassa é aquecida sob suprimento limitado de oxigênio, sendo aplicado ao solo para melhorar propriedades químicas, físicas e biológicas e sequestrar carbono (Lehmann & Joseph, 2009; Maia et al., 2011).

O biochar possui propriedades físicas, como a natureza particulada, alta porosidade, que auxilia na retenção de água, em combinação com sua estrutura química específica. Os efeitos diretos da sua aplicação sobre a produtividade das culturas decorrem de maior retenção de água no solo, pois altera textura, estrutura, porosidade, tamanho de poros e densidade do solo, que influenciam aeração, retenção e disponibilidade de água e nutrientes, desenvolvimento das plantas e facilidade de preparo do solo. Além da redução na acidez do solo e aumento na retenção de nutrientes, principalmente o potássio (Liang et al., 2006; Atkinson et al., 2010; Verheijen et al., 2010; Clough et al., 2013).

O trabalho foi desenvolvido para testar o efeito de quatro granulometrias de biochar sobre a retenção de água e a lixiviação em três solos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em colunas de solo em Laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN. Foram testadas quatro granulometrias de biochar (0 a 0,5; 0,5 a 1,0; 1,0 a 2,0; 2,0 a 4,0 mm) adicionado a três solos (Argissolo - AS, Cambissolo - CS e Neossolo Flúvico - NF).

As colunas contendo AS receberam 1,06 kg de solo e 10,6 g de carvão; as colunas com CS receberam 1,10 kg de solo e 10,1 g de carvão, enquanto as colunas com NF receberam 0,84 kg de solo e 8,4 g de carvão.

As colunas de solo tinham tampa com orifício de drenagem na parte inferior revestida com manta



geotêxtil, sendo que suas dimensões eram de 50 mm de diâmetro e 400 mm de altura (785,4 cm³). Até esta altura foi misturado aos solos 1,0 % base massa de carvão vegetal de produtor registrado, obtido da carbonização de madeira de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) adquirido no comércio.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3 com quatro repetições.

Durante os 40 dias do experimento foram realizadas três determinações das variáveis estudadas. A capacidade de retenção de água (CRA) pelo solo foi determinada em analogia à determinação da capacidade de campo pelo método do tempo de drenagem (Casaroli & Van Lier, 2008) após as colunas terem sido colocadas por 24 horas em recipientes com água até a altura de 20 cm e depois cobertos com lona plástica e deixados drenando livremente por mais 24 horas e então pesados. A capacidade de retenção de água para aquele volume de solo (cm³ cm⁻³) foi obtida pela diferença em quantidade de água entre o solo seco e o solo após 24 horas de drenagem.

A determinação de pH e condutividade elétrica da água de drenagem, por meio de peagômetro e condutivímetro de mesa, foi realizada após adição de quantidade de água 10% maior do que a necessária para obter-se a CRA e deixado o solo drenando por 24 horas.

A análise estatística foi realizada utilizando-se as médias das três determinações por meio de análise da variância e análise de regressão da variável granulometria, quando significativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto o tipo de solo como a granulometria do biochar influenciaram significativamente pH e condutividade elétrica (CE) da água de drenagem e capacidade de retenção de água no solo (CRA). Entretanto, apenas pH e CE apresentaram interação significativa entre esses fatores (Tabela 1). Note-se o baixo coeficiente de variação de pH e CRA. A distribuição e o tamanho das partículas do biochar, sua resistência mecânica e a interação de suas partículas no solo são fatores que determinam resultados diferentes para diferentes combinações de solo, clima e manejo (Verheijen et al., 2010), sendo importante avaliar os efeitos da granulometria do biochar sobre processos no solo e sobre a mobilidade e destino do biochar no solo.

Os desdobramentos das interações de granulometria dentro de cada solo, para pH e CE da água de drenagem (Tabela 2), indicou que a granulometria do biochar influenciou o pH da água de drenagem apenas no Argissolo e no Neossolo Flúvico, o qual foi o único que apresentou efeito

significativo da granulometria para a CE da água. Segundo Oram et al. (2014), a aplicação de biochar melhora a produção das culturas porque corrige o pH do solo, aumenta a capacidade de retenção de água e de nutrientes, e por reter por mais tempo do nitrogênio no solo ou reduzir sua lixiviação.

Considerando que maiores pH e CE da água de drenagem indicam maior lixiviação de nutrientes pelo solo, as médias de pH referentes a cada granulometria (Tabela 3) indicam que as menores granulometrias do biochar permitem maior lixiviação, a qual pode inclusive ser de partículas de carvão. Enquanto que as regressões para pH da água de drenagem dos três solos (Tabela 4) têm ponto de inflexão em granulometrias entre 1,9 e 2,5 mm. Em estudo sobre lixiviação de K do solo, sob efeito de doses e matérias primas de biochar, Widowati et al. (2014) atribuíram o aumento da lixiviação no início do experimento ao maior conteúdo de potássio no biochar e à pequena absorção de K pelas plantas jovens, mesmo sob grande disponibilidade do nutriente. Sendo a maior parte do K lixiviado do solo.

No caso da condutividade elétrica da água de drenagem, também há indicação de que as menores granulometrias do biochar (Tabela 3), cuja água de drenagem apresenta maior CE, permitem maior lixiviação de nutrientes. Neste caso, as regressões para CE (Tabela 4), apesar de não possuírem parâmetros significativos, apresentam ponto de inflexão próximo à granulometria de 2,0 mm. A influência do biochar pode ter curta duração (Sohi et al., 2010), devido à rápida divisão do biochar em partículas muito pequenas. A granulometria influencia mobilidade e destino do biochar no solo, por isso é importante a seleção de dose e granulometria para obter os maiores benefícios sem lixiviação do biochar (Clough et al., 2013).

A retenção de água no solo foi maior no Neossolo Flúvico (Tabela 5), havendo tendência linear de menor retenção com maior granulometria do carvão, apesar da equação de regressão não apresentar parâmetros significativos. Streubel et al. (2011) consideram a retenção de água como efeito chave do biochar sobre crescimento e produtividade das culturas e, dependendo da dose, pode haver aumento linear na água disponível no solo. O tamanho de partículas, porosidade e superfície específica do biochar promovem aumento na capacidade de retenção de água, especialmente em solos arenosos. Apesar de Peake et al. (2014) ter obtido benefício do biochar sobre retenção de água em solos de diferentes texturas.

A previsibilidade dos efeitos benéficos ao solo da dose de biochar não se aplica ao efeito de sua granulometria, cuja distribuição inicial do tamanho das partículas é influenciada pela natureza da biomassa e condições da pirólise. Tendo em vista os



resultados não conclusivos quanto à granulometria e as indicações dos pontos de inflexão próximos a 2,0 mm, a indicação para futuros trabalhos é a de usar biochar com granulometria média de 2,0 mm.

A granulometria das partículas do biochar usado na maioria dos experimentos é menor do que 2 mm em diâmetro, sem tamanho mínimo específico. Essa faixa de tamanhos de partículas de biochar, segundo Ulyett et al. (2014), facilita análises posteriores porque permite que a mistura de biochar e solo passe através de uma peneira de 2 mm sem necessidade de nova moagem. Entretanto, ocorre diminuição relativamente rápida dessas partículas, cujo destino final se dá como de tamanho similar ou menor do que o silte devido à intemperização física e abrasão (Sohi et al., 2010). Para impedir a obstrução dos poros do solo pelas partículas mais finas, Ulyett et al. (2014) sugerem peneirar a massa de biochar para restarem partículas entre 1 e 2mm.

O efeito do tamanho de partículas de biochar sobre a condutividade hidráulica do solo (Liu et al., 2013), quando se aplicou dose de 2 % de biochar, demonstrou que partículas menores do que as de areia promoveram redução bem maior do que de partículas maiores do que as de areia, enquanto partículas de tamanho semelhante à areia não tiveram efeito. Isso está ligado ao tamanho e forma das partículas em relação aos poros do solo e à uniformidade das partículas.

CONCLUSÕES

Os três solos estudados apresentaram diferentes comportamentos quanto a pH e condutividade elétrica da água de drenagem e retenção de água.

Os resultados não conclusivos quanto à granulometria do biochar levam a recomendar-se usar a granulometria média mais usada, de 2,0 mm.

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.
- CLOUGH, T.J., CONDRON, L.M., KAMMANN, C., & MÜLLER, C. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3: 275-293, 2013.
- 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:FAO. 2011.
- JANZEN, H. H. The soil carbon dilemma: Shall we hoard it or use it? *Soil Biology & Biochemistry*, 38: 419–424, 2006.
- 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.
- LIANG, B.; LEHMANN, J.; SOLOMON, D.; et al. Black carbon increases cation exchange capacity in soils. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 1719–1730, 2006.
- LIU, Z.; DUGAN, B.; MASIELLO, C. A.; GONNERMANN, H. Impacts of biochar concentration and particle size on hydraulic conductivity of soil-biochar mixtures. *Geological Society of America Abstracts with Programs*, 45:104, 2013.
- 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.
- PEAKE, L. R.; REID, B. J.; TANG, X. Quantifying the influence of biochar on the physical and hydrological properties of dissimilar soils. *Geoderma*, 235–236: 182–190, 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.
- 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.
- 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.



Tabela 1 – Resultados da análise da variância de pH e condutividade elétrica (CE) da água de drenagem e capacidade de retenção de água no solo (CRA) sob efeito da granulometria do biochar em três tipos de solo.

Causas de variação	pH		CE (dS m ⁻¹)		CRA (cm ³ cm ⁻³)	
	GL	QM	GL	QM	GL	QM
Solo (S)	2	1,27**	2	5,56**	2	451,40**
Granulometria (G)	3	0,73**	3	0,34**	3	3,60**
S x G	6	0,14**	6	0,31**	6	0,00 ^{ns}
Resíduo	36	0,02	36	0,07	32	0,68
Total	47	-	47	-	43	-
Média		8,72		1,38		33,16
CV (%)		1,57		18,84		2,49

GL é graus de liberdade; QM é quadrado médio; CV é coeficiente de variação; **significativo (p<0,01); ^{ns}não significativo.

Tabela 2 – Resultados da análise da variância da interação entre granulometria do biochar e tipo de solo para as variáveis pH e condutividade elétrica do solo (CE).

Causas de variação	GL	Quadrados médios					
		pH AS	pH NF	pH CS	CE AS	CE NF	CE CS
Granulometria (G)	3	0,30**	0,68**	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,88*	0,004 ^{ns}
Resíduo	12	0,04	0,006	0,009	0,03	0,17	0,006
Total	15	-	-	-	-	-	-
Média	-	8,88	8,40	8,89	1,21	2,04	0,90
CV (%)	-	2,28	0,95	1,06	14,81	19,93	8,84

AS é Argissolo; NF é Neossolo Flúvico; CS é Cambissolo. GL é graus de liberdade; CV é coeficiente de variação; **significativo (p<0,01); *significativo (p<0,05); ^{ns}não significativo.

Tabela 3 – Comparação de médias de pH e condutividade elétrica do solo (CE) sob efeito da granulometria do biochar em três tipos de solo.

Granulometria	pH AS	pH NF	pH CS	Médias granulometria	CE AS	CE NF	CE CS	Médias granulometria
0,25	9,12 A	8,73 A	8,97 A	8,94 a	1,23 A	2,73 A	0,87 A	1,61 a
0,75	9,07 A	8,78 A	8,93 A	8,92 a	1,04 A	1,73 B	0,90 A	1,23 b
1,50	8,51 B	8,03 B	8,82 A	8,46 b	1,39 A	1,93 AB	0,88 A	1,40 ab
3,00	8,83 AB	8,04 B	8,83 A	8,57 b	1,18 A	1,76 A	0,94 A	1,30 b
Médias solos	8,88 a	8,40 b	8,89 a	-	1,21 b	2,04 a	0,90 c	-

AS é Argissolo; NF é Neossolo Flúvico; CS é Cambissolo; letras maiúsculas diferentes na vertical, referentes a cada granulometria, indicam diferença pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$); letras minúsculas diferentes na vertical, para médias de granulometrias, indicam diferença pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$); letras minúsculas diferentes na horizontal, para médias de solos, indicam diferença pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$);

Tabela 4 – Parâmetros das regressões de cada solo, obtidas para pH e Condutividade elétrica do solo (CE) em função da dose de biochar.

	Constante	X	X ²	R ²	Ponto de inflexão
pH AS	9,36**	-0,80*	0,21*	0,39	1,90 mm
pH NF	9,16**	-0,95**	0,19*	0,78	2,50 mm
pH CS	9,08**	-0,27**	0,07**	0,59	1,95 mm
CE AS	0,31 ^{ns}	1,20 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,44	1,93 mm
CE NF	1,47**	0,34 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,24	2,10 mm
CE CS	0,87**	0,03 ^{ns}	-	0,10	-

X é a dose de biochar.

Tabela 5 – Comparação de médias de capacidade de retenção de água no solo (CRA) sob efeito da granulometria do biochar em três tipos de solo.

Solo	CRA	Granulometria (mm)	CRA
1 Argissolo	32,69 B	0,25	33,97 A
2 Neossolo Flúvico	38,77 A	0,75	33,06 AB
3 Cambissolo	27,64 C	1,50	33,10 AB
-	-	3,00	32,53 B