



MISTURAS DE BIOCHAR COM COMPOSTO ORGÂNICO E RETENÇÃO DE ÁGUA EM UM LATOSSOLO DA CHAPADA DO APODI, RN, BRASIL

Paulo Jardel Mota¹, Isaque de Oliveira Leite¹, Joaquim Emanuel Fernandes Gondim², Jeane Cruz Portela³, Gislaíne dos Santos Nascimento⁴, Neyton de Oliveira Miranda⁵

RESUMO: A baixa retenção de água e fertilidade de solos arenosos de regiões semiáridas impacta a produtividade agrícola. Entretanto, a aplicação de condicionadores orgânicos pode melhorar os atributos físicos destes solos. Por isso, este estudo investigou o efeito de misturas de solo, biochar e composto orgânico sobre a retenção de água em Latossolo da Chapada do Apodi, Brasil. O solo sem condicionadores, ou recebendo 1,0% de biochar, ou 1,0% de composto, ou misturas destes materiais em proporções complementares até 1,0%, foi colocado em cilindros com volume conhecido, aos quais foram aplicadas diferentes tensões em mesa de tensão e em câmara de Richards, para determinarem-se atributos de porosidade, retenção de água e parâmetros da curva característica de retenção de água no solo. A mistura de solo com 1,0% de biochar proporcionou os maiores benefícios à retenção de água pelo Latossolo, seguida pelas misturas com 1,0 e 0,75% de composto. Entretanto, como a maioria das misturas não apresentou vantagem significativa sobre a testemunha, recomenda-se estudar diferentes proporções de biochar e composto em diferentes tipos de solo.

PALAVRAS-CHAVE: física do solo, disponibilidade de água, condicionadores de solo.

MIXTURES OF BIOCHAR WITH ORGANIC COMPOST AND WATER RETENTION IN AN OXISOL FROM CHAPADA DO APODI, RN, BRAZIL

ABSTRACT: The low water retention and fertility of sandy soils of semi-arid regions impacts crop productivity. However, the application of organic conditioners can improve the physical attributes of those soils. Therefore, this study investigated the effect of mixtures of soil, biochar

¹ Acadêmico em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, nº 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59.625-900, Mossoró, RN. Fone: (84) 998136263. E-mail: paulo.mota@alunos.ufersa.edu.br

² Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN

³ Professora Doutora, Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, UFRSA, Mossoró, RN

⁴ Doutoranda em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN

⁵ Professor Doutor, Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, UFRSA, Mossoró, RN

and organic compost on water retention of an Oxisol from Chapada do Apodi, Brazil. Soil without conditioners, or receiving 1.0% biochar, or 1.0% compost, or mixtures of these materials in complementary proportions up to 1.0%, was placed in cylinders of known volume, to which different tensions were applied in a tension table and in a Richards chamber, to determine attributes of porosity, water retention and parameters of the soil water retention curve. The soil mixture with 1.0% biochar provided the greatest benefits to water retention by the Oxisol, followed by the mixtures with 1.0 and 0.75% of compost. However, as most mixtures did not present a significant advantage over the control, it is recommended to study different proportions of biochar and compost in different types of soil.

KEYWORDS: soil physics, water availability, soil amendment.

INTRODUÇÃO

Solos arenosos, que ocorrem em muitas áreas agrícolas de regiões semiáridas, limitam a nutrição das culturas e sua produtividade, devido à textura, baixa fertilidade, baixo teor de matéria orgânica e baixa capacidade de troca catiônica. A estrutura desses solos também limita o crescimento das raízes e disponibilidade de água. Neste aspecto, a melhoria do solo pode ser obtida pela aplicação de matéria orgânica e condicionadores (UNKOVICH et al., 2020).

A capacidade de retenção de água no solo (CRAS) determina o armazenamento e disponibilidade de água e é influenciada pela textura do solo, tipo de argila, distribuição e tamanho de poros, densidade do solo, teor de matéria orgânica, tipo de solo e manejo. Sua determinação é vital para planejar e manejar a irrigação (MICHELON et al., 2010; YANG et al., 2023). Os baixos valores de CRAS em vários Latossolos arenosos da Chapada do Apodi se devem ao baixo teor de argila (MOTA et al., 2008). O aporte de matéria orgânica é indicado, mas causa pequeno acúmulo de matéria orgânica (MOS) em longo prazo, devido ao clima, a rápida mineralização da MOS e às perdas pelo cultivo convencional (GLASER et al., 2002).

Os principais benefícios da adubação orgânica estão em melhorar a estrutura do solo, agregação, aeração, densidade, retenção e disponibilização de água e nutrientes, além de beneficiar a atividade microbiana (AGEGNEHU et al., 2015). Por sua vez, o biochar é produzido por pirólise de biomassa, especificamente para aplicar ao solo visando melhorar suas características, aumentar a produtividade vegetal e armazenar C (NOVOTNY et al., 2015). Comparado à MOS, o biochar se decompõe em centenas ou milhares de anos e adiciona mais C ao solo do as perdas por respiração microbiana (VERHEIJEN et al., 2010). A aplicação do

biochar beneficia a retenção de água no solo e sua disponibilidade para as plantas, permitindo reduzir frequência e lâmina de irrigação e custos (DUGAN et al., 2014). Seus efeitos são maiores em solos arenosos e ácidos, sob cultivo de sequeiro (NOVOTNY et al., 2015).

O benefício da aplicação conjunta de biochar e fertilizante orgânico pode ser maior do que quando aplicados em separado (GLASER et al., 2002). Tal efeito sinérgico se dá sobre a MOS, o teor de nutrientes, a eficiência de uso de fertilizantes, a capacidade de reter água e a produção vegetal (SCHULZ & GLASER, 2012). Neste aspecto, o composto é uma ótima alternativa para combinar com o biochar pois, além dos benefícios físico hídricos, ele favorece as condições químicas e biológicas do solo (DUARTE et al., 2022).

Sob a hipótese de que o aumento na retenção de água pela aplicação ao solo de composto e biochar misturados é maior do que separadamente, este estudo visou determinar o efeito de misturas de solo com biochar e composto orgânico sobre a retenção de água em Latossolo da chapada do Apodi, RN, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Pesquisa em Água, Solo e Planta do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, com amostras da camada de 0 a 20 cm de um LATOSSOLO VERMELHO AMARELO eutrófico argissólico coletado em Upanema, RN (05° 36,2' 50" S; 37° 22,4' 18" W). Este solo contém 17,3% de argila; 41,0% de Areia grossa; 37,0% de Areia fina e 4,7% de silte.

As determinações do experimento, com solo e misturas com biochar e composto, foram realizadas conforme Teixeira et al. (2017). Elas constaram de: granulometria, densidade do solo, pH, condutividade elétrica, acidez potencial e teores de P, Ca, K, Mg e Na, capacidade de troca de cátions e Carbono Orgânico Total. A Tabela 1 contém as características químicas.

O biochar foi produzido de madeira de eucalipto em forno de alvenaria, com temperatura inicial de 100°C e final de 450°C. Para ser usado, ele foi triturado e passado em peneira com malha de 2 mm. O composto foi produzido em pilhas dispostas em camadas com 70% de material palhoso (restos de culturas, podas e roçagem) e 30% de esterco bovino. A irrigação foi diária, o revolvimento a cada três dias e a temperatura mantida entre 55 e 70 °C.

Tabela 1. Médias de alguns atributos químicos do solo proporcionadas por misturas de composto orgânico com biochar.

| Mistura | pH | CE ¹ | COT ² | P | K | Na | Ca | Mg | CTC ⁴ |
|---------|-----|--------------------|--------------------|--------------------------------|-------|------|---|-----|------------------|
| | | dS m ⁻¹ | g kg ⁻¹ | -----mg dm ⁻³ ----- | | | -----cmol _c dm ⁻³ ----- | | |
| T1 | 7,9 | 0,03 | 8,67 | 0,8 | 158,5 | 8,9 | 4,3 | 1,8 | 6,54 |
| T2 | 7,6 | 0,06 | 16,25 | 1,0 | 184,8 | 16,7 | 4,7 | 1,4 | 6,65 |
| T3 | 7,2 | 0,21 | 10,93 | 21,6 | 270,9 | 28,5 | 5,0 | 1,3 | 7,12 |
| T4 | 7,4 | 0,13 | 19,01 | 6,8 | 220,3 | 17,7 | 4,4 | 1,2 | 6,24 |
| T5 | 7,3 | 0,12 | 18,52 | 5,2 | 250,6 | 19,7 | 5,2 | 0,8 | 6,73 |
| T6 | 7,2 | 0,21 | 17,05 | 16,4 | 341,6 | 26,6 | 5,6 | 1,4 | 7,99 |

¹Condutividade elétrica do solo. ²Carbono orgânico total. ⁴Capacidade de troca de cátions. B – Biochar; C - composto. T1 - 0,0 % B + 0,0 C; T2 - 1,0 % B + 0,0 C; T3 - 0,0% B + 1,0% C; T4 - 0,5% B + 0,5% C; T5 - 0,75% B + 0,25% C; T6 - 0,25% B + 0,75% C.

Os tratamentos consistiram das seguintes proporções dos materiais em base seca: Tratamento 1: 0,0% de biochar (B) e 0,0% de composto (C); Tratamento 2: 1,0% de B e 0% de C; Tratamento 3: 0% de B e 1,0% de C; Tratamento 4: 0,5% de B e 0,5% de C; Tratamento 5: 0,75% de B e 0,25% de C; Tratamento 6: 0,25% de B e 0,75% de C.

Para determinar-se a retenção de água, o solo e cada mistura foram colocados em seis cilindros de dimensões conhecidas, que foram saturados com água destilada e foram submetidos às tensões de 3, 6, 10, 30 e 50 kPa, em mesa de tensão, e a 100, 300 e 1500 kPa, na câmara de Richards. A seguir, os cilindros eram pesados e o teor de água era determinado após secagem das amostras em estufa de circulação forçada de ar a 105°C por 72 horas. Com estes dados foram obtidas: umidade volumétrica em cada tensão, capacidade de campo (CC = umidade a 10 kPa), água disponível (AD = CC – umidade a 1.500 kPa), densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), microporosidade (MICRO) e macroporosidade (MACRO).

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. O teste F ($p < 0,05$) foi usado para verificar a significância o efeito dos tratamentos e o teste de Tukey ($p < 0,05$) foi empregado para comparar as médias.

Os dados de umidade volumétrica e tensão foram usados conforme descrito por Coelho et al. (2012), para obter os parâmetros das curvas características de retenção de água do solo de cada tratamento, visando ajuste ao modelo de Van Genuchten (Equação 1).

$$\theta = \theta_r + \frac{(\theta_s - \theta_r)}{[1 + (\alpha Y_m)^n]^m} \quad (1)$$

Em que, θ - umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_r - umidade residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_s – umidade de saturação ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); Y_m - potencial matricial (kPa); α , n e m - parâmetros de ajuste do modelo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resultados

Em geral, o efeito das misturas de solo, biochar e composto, sobre parâmetros de retenção de água e porosidade do solo, foram significativos (teste F, $p < 0,05$), com exceção de umidade a 100 e 1500 kPa, densidade do solo, porosidade total e macroporosidade.

O tratamento T2 (1,0% de biochar) destacou-se entre os tratamentos em termos de retenção de água, pois proporcionou os maiores valores absolutos de umidade volumétrica nas tensões de 3, 6, 10 e 30 kPa (Tabela 2). Este tratamento foi significativamente superior à testemunha em 14,7; 14,0; 13,7 e 10,3% nas tensões de 6, 10, 30 e 50 kPa, respectivamente.

Tabela 2. Médias de umidade volumétrica ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) de misturas de solo, biochar e composto submetidas a diferentes tensões.

| Mistura | Tensões (kPa) | | | | | | | |
|---------|---------------|----------|----------|-----------|----------|---------|----------|-------------------|
| | 3 | 6 | 10 | 30 | 50 | 100 | 300 | 1500 |
| T1 | 0,368 ab | 0,305 bc | 0,214 b | 0,124 bc | 0,107 c | 0,100 a | 0,087 ab | 0,07 ^a |
| T2 | 0,391 a | 0,350 a | 0,244 a | 0,141 a | 0,118 b | 0,104 a | 0,089 ab | 0,08 a |
| T3 | 0,386 ab | 0,322 ab | 0,223 ab | 0,118 c | 0,136 a | 0,122 a | 0,095 a | 0,08 a |
| T4 | 0,361 b | 0,287 c | 0,207 b | 0,130 abc | 0,130 a | 0,102 a | 0,087 ab | 0,08 a |
| T5 | 0,373 ab | 0,314 bc | 0,220 b | 0,131 ab | 0,111 bc | 0,101 a | 0,083 b | 0,08 a |
| T6 | 0,377 ab | 0,315 bc | 0,225 ab | 0,136 a | 0,118 bc | 0,109 a | 0,092 a | 0,08 a |

T1 – testemunha - 0,0 % biochar (B) + 0,0% composto (C); T2 - 1,0 % B + 0,0% C; T3 - 0,0% B + 1,0% C; T4 - 0,5% B + 0,5% C; T5 - 0,75% B + 0,25% C; T6 - 0,25% B + 0,75% C.

O segundo melhor desempenho, entre os tratamentos, foi o T3 (1,0% de composto), que proporcionou os maiores valores absolutos de umidade nas tensões de 50 e 300 kPa. Entretanto, este tratamento foi superior à testemunha (27,1%) apenas na tensão de 50 kPa.

Em termos gerais, a retenção de água em valores absolutos, proporcionada pelo T4 (0,5% de cada material), foi maior apenas do que a retenção obtida na testemunha, apesar de T4 somente ter sido significativamente superior à testemunha (21,5%) na tensão de 50 kPa.

O exame do comportamento da testemunha (T1) não mostra diferença em umidade dos outros tratamentos nas tensões de 3 e 300 kPa e apresentou a menor umidade entre todos apenas na tensão de 50 kPa, tensão na qual T1 só foi significativamente inferior a T2, T3 e T4. O tratamento que apresentou superioridade consistente em relação à testemunha foi T2.

A porosidade total não diferiu entre os tratamentos (Tabela 3), cujos efeitos se evidenciaram por diferenças em macroporosidade e microporosidade. A macroporosidade foi claramente superior no tratamento T4, que apresentou a menor microporosidade, enquanto o T2 proporcionou o menor valor absoluto de macroporosidade e o maior de microporosidade. Esses valores foram causa dos valores claramente superiores de capacidade de campo e de água disponível do T2, parâmetros estes que no T4 foram inferiores aos outros tratamentos.

Tabela 3. Médias de densidade do solo e de parâmetros de porosidade e de disponibilidade de água referentes a misturas de solo, composto orgânico e biochar.

| Mistura | Ds | PT | Macro | Micro | CC | AD |
|---------|--------------------|---------|-------------|----------|----------|--------------------------------------|
| | g cm^{-3} | | -----%----- | | | --- $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ --- |
| T1 | 1.437 a | 44,83 a | 13,60 ab | 30,53 bc | 0.214 b | 0.139 b |
| T2 | 1.436 a | 45,47 a | 10,06 b | 35,07 a | 0.244 a | 0.164 a |
| T3 | 1.437 a | 46,87 a | 13,88 ab | 32,23 ab | 0.223 ab | 0.141 ab |
| T4 | 1.414 a | 45,70 a | 16,06 a | 28,68 c | 0.207 b | 0.131 b |
| T5 | 1.362 a | 45,57 a | 12,88 ab | 31,37 bc | 0.220 b | 0.140 ab |
| T6 | 1.407 a | 45,23 a | 12.30 ab | 31,53 bc | 0.225 ab | 0.144 ab |

T1 -0,0 % biochar (B) + 0,0% composto (C); T2 - 1,0 % B + 0,0% C; T3 - 0,0% B + 1,0% C; T4 - 0,5% B + 0,5% C; T5 - 0,75% B + 0,25% C; T6 - 0,25% B + 0,75% C. Ds – densidade do solo; PT – porosidade total; Macro – macroporosidade; Micro – microporosidade; CC – capacidade de campo; AD – água disponível.

O tratamento T2 apresentou superioridade estatística sobre a testemunha quanto à microporosidade, umidade volumétrica na capacidade de campo e água disponível (Tabela 3), cujos valores foram 15, 14 e 18% maiores do que T1, respectivamente. Em relação aos mesmos parâmetros, em geral os valores absolutos proporcionados por T3 foram inferiores aos valores proporcionados por T2, mas superiores aos demais tratamentos. Entretanto, em nenhuma destas variáveis T3 apresentou diferença significativa em relação à testemunha.

Os parâmetros dos modelos das curvas características de retenção de água no solo de cada tratamento (Tabela 4) foram obtidos pelo ajuste de dados de umidade volumétrica e das tensões aplicadas. Estes parâmetros refletiram as diferenças entre tratamentos referentes à retenção de água nas diferentes tensões. Em geral, os condicionadores e suas misturas aumentaram os parâmetros α , m e n, em relação à testemunha. Os tratamentos com mais composto apresentaram maiores valores de α e os tratamentos contendo mais biochar apresentaram maiores valores de n, cujo maior valor foi obtido por T2.

Tabela 4. Parâmetros de ajuste ao modelo de Van Genuchten obtidos de dados de retenção de água em diferentes potenciais matriciais por misturas de solo com biochar e composto.

| Tratamentos | Parâmetros do modelo | | | | | |
|-------------|----------------------|------------|----------|------|------|-------|
| | θ_r | θ_s | α | n | m | R^2 |
| 1 | 0,04 | 0,43 | 0,03 | 1,44 | 0,30 | 0,96 |
| 2 | 0,08 | 0,45 | 0,16 | 2,20 | 0,55 | 0,98 |
| 3 | 0,08 | 0,48 | 0,26 | 1,93 | 0,48 | 0,99 |
| 4 | 0,08 | 0,45 | 0,27 | 1,93 | 0,48 | 0,99 |
| 5 | 0,09 | 0,47 | 0,22 | 2,03 | 0,51 | 0,99 |
| 6 | 0,08 | 0,46 | 0,26 | 1,91 | 0,48 | 0,99 |

θ - umidade do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_r - umidade residual do solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); θ_s – umidade de saturação do substrato ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$); α , n e m - parâmetros de ajuste do modelo; R^2 – coeficiente de determinação. T1 -0,0 % biochar (B) + 0,0% composto (C); T2 - 1,0 % B + 0,0% C; T3 - 0,0% B + 1,0% C; T4 - 0,5% B + 0,5% C; T5 - 0,75% B + 0,25% C; T6 - 0,25% B + 0,75% C.

Discussão

O benefício da aplicação de biochar sobre a retenção de água no solo é bem documentado. Ele aumentou a CRAS em diferentes solos, destacadamente em solos arenosos. Para isso,

bastaram doses de biochar entre 5 e 10 t ha⁻¹. Inclusive, doses iguais ou maiores do que 2% base peso são consideradas inviáveis (DUGAN et al., 2010; NOVOTNY et al., 2015).

O tratamento com 1,0% de biochar (T2), em relação aos demais, proporcionou maior retenção de água no solo nas menores tensões. De maneira semelhante, Seyedsadr et al. (2022) observaram que, em relação à testemunha, o maior aumento no conteúdo de água após a aplicação de biochar sozinho foi na água facilmente disponível para as plantas. Quanto ao tratamento com 1,0% de composto (T3), a maior retenção de água ocorreu em tensões maiores. Segundo Fischer & Glaser (2012), devido à formação de macroporos, a aplicação de composto aumenta principalmente a condutividade hidráulica do solo. Por sua vez, Agegnehu et al. (2015) obtiveram melhoria significativa na CRAS tanto com a aplicação de composto como de biochar, mas o tratamento contendo apenas biochar resultou em maior CRAS.

A retenção de água relativamente baixa proporcionada pelo tratamento com 0,5% de cada material (T4) pode ser devida à interação entre os materiais e deles com os poros do solo (TANG et al., 2021). Estes autores consideraram o comportamento do biochar puro melhor do que do composto puro. Porém, na interação com o solo, o comportamento do biochar é mais afetado pela obstrução dos poros por outro material porque o principal mecanismo de ação do biochar é o enchimento dos poros, diferentemente do composto. havendo obstrução de poros de biochar e, ou composto, o comportamento observado é semelhante ao do solo puro.

Os resultados não demonstram vantagem significativa da maioria das misturas sobre a testemunha, mas o benefício do tratamento T2 é corroborado por Duarte et al. (2022), que obtiveram aumento na CRAS tanto pelo aumento na quantidade de composto, como de biochar, porém, considerando uma mesma quantidade o efeito do biochar é maior do que do composto. No caso da CRAS proporcionada por 0,2 a 0,8% de biochar, doses próximas as usadas por nós, seria obtida por 3,2 a 6,1% composto. A maior CRAS foi obtida com a aplicação de 6,1% de composto sozinho, ou com 0,6% de biochar e 5,4% de composto.

A macroporosidade do solo (10,02%) obtida pelo tratamento T2, foi inferior aos outros tratamentos, mas não é crítica para o desenvolvimento das culturas (REICHERT et al., 2007). Em geral, o T2 (1,0% de biochar) foi superior em microporosidade, umidade na capacidade de campo e quantidade de água disponível. Os benefícios do biochar sobre a retenção de água no solo se devem à grande superfície específica e estrutura porosa, que adiciona capilares ao solo (NOVOTNY et al., 2015). O aumento na microporosidade se reflete na CRAS e na capacidade de campo (DUARTE et al., 2022). Em solos arenosos, a melhor distribuição de poros promovida pelo biochar se deve ao aumento na microporosidade e diminuição na

macroporosidade, como ocorreu em nosso estudo (DUGAN et al., 2010; IBRAHIM & HORTON, 2021).

O efeito do tratamento T3 (1,0% de composto) foi um pouco menos destacado do que T2 em relação à porosidade, capacidade de campo e água disponível. Uma maior porosidade total do solo recebendo biochar, em relação ao composto, foi observado por Seyedsadr et al. (2022). Isso seria devido ao maior efeito do biochar, em relação ao composto, sobre a distribuição de tamanho de poros e propriedades hídricas do solo (IBRAHIM & HORTON, 2021).

Entretanto, os benefícios claros da aplicação de composto sobre atributos físico hídricos de solos agrícolas, se devem a alteração em tamanho, forma e número de poros no solo. Assim, tanto biochar como composto melhoram a retenção de água no solo e a disponibilidade de água para as plantas, por meio da redução dos diâmetros equivalentes dos poros do solo e alteração nas distribuições de poros (IBRAHIM & HORTON, 2021).

No caso do menor efeito do composto, Fischer & Glaser (2012) afirmam que a capacidade de campo e a CRAS são influenciadas principalmente pelo volume e tamanho dos poros, mas no caso do biochar os poros são bem menores, por isso há maior retenção de água. Mesmo assim, a aplicação de matéria orgânica traz benefício significativo sobre a capacidade de campo por gerar estruturas porosas secundárias. No caso do composto, foi verificado aumento em meso e macroporos devido a melhoria na agregação e estabilização do solo, além da capacidade da matéria orgânica de 3 a 20 vezes mais água em relação ao seu volume.

O fato da maioria das misturas não ter beneficiado significativamente a porosidade e retenção de água no solo é abordado por Duarte et al. (2022), que obtiveram aumento na capacidade de campo com quantidades crescentes de biochar ou de composto, porém a aplicação de biochar promove maior aumento do que a mesma quantidade de composto. Os autores obtiveram aumento de 38% na umidade na capacidade de campo, em relação ao solo não tratado, quando usaram uma mistura de solo com 0,6% de biochar e 5,4% de composto,

Os mesmos autores comentam a alteração na porosidade do solo pela aplicação de biochar, que contribui com novos poros, e demonstram que mesmo pequena quantidade de biochar pode alterar a porosidade do solo. A microporosidade aumentou significativamente pela aplicação ao solo de 0,8% a 1,4% de biochar, misturados com 2,3% a 4,5% de composto. A maior contribuição do biochar ao aumento da microporosidade se deve a que 90% de seus poros eram microporos, enquanto o efeito de misturas de biochar e composto se deve a contarem com 70% a 90% do volume de poros, dos quais 95% eram mesoporos e microporos.

Os resultados deste estudo, referentes às curvas de retenção de água no solo são corroborados pelo aumento na CRAS em tensões inferiores a 800 kPa após a aplicação de

biochar, obtido por Wong et al. (2022). Por sua vez, as curvas obtidas por Carvalho et al. (2020) mostram maior retenção de água pela testemunha em tensões entre 0 a -1,5 kPa, comparado com tratamentos contendo biochar, enquanto no nosso trabalho todas as curvas foram semelhantes nestas tensões. Os autores observaram o efeito superior do biochar a partir destas tensões até o final da curva, com maior retenção de água quanto maiores as doses de biochar, enquanto nossos resultados mostram que os tratamentos com maior proporção de Biochar retiveram mais água em tensões mais baixas, em relação aos outros tratamentos.

Os maiores valores do parâmetro α do modelo da curva característica de retenção de água no solo, que está relacionado ao inverso do potencial de entrada de água ou ar no solo, foram maiores para os tratamentos com mais composto em relação aos tratamentos com mais biochar. Neste sentido, Bondi et al. (2022) verificaram que ao aumentar o teor de composto, o potencial de entrada de água tendeu a diminuir, significando que o efeito do composto favorece a infiltração de água. Além disso, a aplicação de composto tendeu a diminuir o parâmetro de forma n relativo ao umedecimento do solo e aumentá-lo para a secagem. Como este parâmetro indica a inclinação da curva de retenção de água no ponto de inflexão, a forma das curvas após a aplicação de composto é diferente para umedecimento ou secagem.

CONCLUSÕES

A mistura de solo com 1,0% de biochar proporcionou maiores benefícios à retenção de água pelo Latossolo, seguida pelas misturas com 1,0 e 0,75% de composto. Entretanto, como a maioria das misturas não apresentou vantagem significativa sobre a testemunha, recomenda-se estudar diferentes proporções de biochar e composto em diferentes tipos de solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGEGNEHU, G.; BASS, A.; NELSON, P. N.; MUIRHEAD, B.; WRIGHT, G.; BIRD, M. I. Biochar and biochar-compost as soil amendments: Effects on peanut yield, soil properties and greenhouse gas emissions in tropical North Queensland, Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 213, p. 72-85, 2015.

BONDÌ, C.; CASTELLINI, M.; IOVINO, M. Compost amendment impact on soil physical quality estimated from hysteretic water retention curve. **Water**, v. 14, 1002, 2022.

CARVALHO, M. L.; MORAES, M. T.; CERRI, C. E. P.; CHERUBIN, M. R. Biochar Amendment Enhances Water Retention in a Tropical Sandy Soil. **Agriculture**, v. 10, n. 62, 2020.

COELHO, E. F.; SILVA, A. J. P.; MAROUELLI, W. A.; COSTA, F. S. Manejo da água de irrigação. In: COELHO, E. F. **Irrigação da bananeira**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 280p.

DUARTE, S. J.; HUBACH, A.; GLASER, B. Soil water balance and wettability methods in soil treated with biochar and/or compost. **Carbon Research**, v. 1, n. 1, p. 31, 2022.

DUGAN, E.; VERHOEF, A.; ROBINSON, S.; SOHI, S. Biochar from sawdust, maize stover and charcoal: impact on water holding capacities (WHC) of three soils from Ghana. In: **World 31 Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World, 19, 2010**. Brisbane, Australia.

FISCHER, D.; GLASER, B. Synergisms between compost and biochar for sustainable soil amelioration. In: KUMAR, S.; BHARTI, A. **Management of organic waste. Rijeka: InTech**, 2012. pp. 167–198.

GLASER, B.; LEHMANN, J.; ZECH, W. Ameliorating physical and chemical properties of highly weathered soils in the tropics with charcoal – a review. **Biology and Fertility of Soils**, v. 35, n. 4, p. 219–230, 2002.

IBRAHIM, A.; HORTON, R. Biochar and compost amendment impacts on soil water and pore size distribution of a loamy sand soil. **Soil Science Society of America Journal**, v. 85, n. 4, p. 1021–1036, 2021.

MICHELON, C. J.; CARLESSO, R.; OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E.; PETRY, M. T.; MARTINS, J. D. Funções de pedotransferência para estimativa da retenção de água em alguns solos do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 848-853, 2010.

MOTA, J. C. A.; ASSIS JÚNIOR, R. N., AMARO FILHO, J.; LIBARDI, P. L. Algumas propriedades físicas e hídricas de três solos na Chapada do Apodi, RN, cultivados com melão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 49–58, 2008.

NOVOTNY, E. H.; MAIA, C. M. B. F.; CARVALHO, M. T. M.; MADARI, B. E. Biochar: pyrogenic carbon for agricultural use - a critical review. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 321-344, 2015.

REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. (2007). Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, Efeitos, Limites Críticos e Mitigação. In: CERETTA, C.A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M (Ed.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Campinas: SBCS, 2007. p. 49-134.

SCHULZ, H.; GLASER, B. Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 175, n. 3, p. 410–422, 2012.

SEYEDSADR, S.; ŠÍPEK, V.; JAČKA, L.; SNĚHOTA, M.; BEESLEY, L.; POHOŘELÝ, M.; KOVÁŘ, M.; TRAKAL, L. Biochar considerably increases the easily available water and nutrient content in low-organic soils amended with compost and manure. **Chemosphere**, v. 293, 133586, 2022.

TANG, S.; LIANG, J.; GONG, J.; SONG, B.; YANG, Z.; FANG, S.; ZHANG, P.; CAO, W.; LI, J.; LUO, Y. The effects of biochar/compost for adsorption behaviors of sulfamethoxazole in amended wetland soil. **Environmental Science and Pollution Research International**, v. 28, n. 35, p. 49289-49301, 2021.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

UNKOVICH, M.; MCBEATH, T.; LLEWELLYN, R.; HALL, J.; GUPTA, V. V.; MACDONALD, L. M. Challenges and opportunities for grain farming on sandy soils of semi-arid south and south-eastern Australia. **Soil Research**, v. 58, n. 4. p. 323-334, 2020.

VERHEIJEN, F. G. A.; JEFFERY, S.; BASTOS, A. C.; VAN DER WELDE, M.; DIAFAS, I. **Biochar application to soils - a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions**. EUR 24099 EN, European Commission, Luxembourg. 2010.

WONG, J. T. F.; CHOW, K. L.; CHEN, X. W.; NG, C. W. W.; WONG, M. H. Effects of biochar on soil water retention curves of compacted clay during wetting and drying. **Biochar**, v. 4, n. 4, 2022.