

## IX-818 - APLICAÇÃO DO BIOCÁRVÃO DE CASCA DE PEQUI EM RESPOSTA À CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA E DISPERSÃO DE ARGILA DE SOLO SUBMETIDO À IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA

### **Karla Danielle Rodrigues Pinheiro**

Engenheira Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG. Mestre em Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Lavras - UFLA. Doutoranda em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa – UFV.

### **Ingridy Gabrielly Silva Porteles**

Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária pela UFLA.

### **Ronaldo Fia<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Agrícola e Ambiental e Doutor em Engenharia Agrícola pela UFV. Professor do Departamento de Engenharia Ambiental da UFLA.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Departamento de Engenharia Ambiental, Campus da UFLA – Lavras - MG - CEP: 37.200-900 - Brasil - Tel: (35) 3829-1028 - e-mail: [ronaldofia@ufla.br](mailto:ronaldofia@ufla.br)

### **RESUMO**

Aliada à disponibilidade hídrica, a qualidade da água torna-se um fator determinante a ser considerado nos sistemas agrícolas irrigados, cuja análise permite prever a viabilidade de sua aplicação, sobretudo quanto aos efeitos deletérios decorrentes da salinidade no sistema solo-água-planta. Nesta perspectiva, objetivou-se estudar dois biocárvoes distintos: com ativação química e não modificado, provenientes da casca do pequi (*Caryocar brasiliense*), como condicionante remediador dos efeitos da água salina de irrigação. O solo utilizado para o estudo, caracterizado como argiloso (63%), foi coletado na camada superficial de 0-20 cm, seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm. Os biocárvoes sem ativação (BC) e ativado quimicamente (BCA) foram produzidos em forno mufla, à 500 °C por 2 horas, ambos provenientes da pirólise da casca do pequi, com granulometria de 0,5-1,0 mm. Para obtenção do BCA, previamente à etapa da pirólise realizou-se a ativação química com magnésio ( $MgCl_2$ ) 0,5 mol L<sup>-1</sup>, na proporção de 1:20 (biomassa/ $MgCl_2$ ). Os tratamentos consistiram na homogeneização de 300 g solo e dos biocárvoes, individualmente (1% e 4% m m<sup>-1</sup>), e acondicionado em coluna de PVC (40 cm x 5 cm). Para simulação da irrigação, formulou-se uma solução salina com relação Na:Ca:Mg de 6:2:1 e condutividade elétrica de 4,5 dS m<sup>-1</sup>. A partir dos resultados pode-se inferir que o condicionamento do solo com o biocárvão de casca de pequi apresentou, de maneira geral, melhorias satisfatórias para mitigação dos efeitos adversos ocasionados pela aplicação da água salina de irrigação, proporcionando o aumento da condutividade hidráulica de saturação do meio ( $K_0$ ). Apesar dos efeitos positivos quanto à  $K_0$ , os biocárvoes analisados não conferiram influência na atenuação da dispersão de argila do solo. Devido à grande variabilidade entre as propriedades e características do solo, sugere-se a análise individual de cada caso quanto à utilização do biocárvão, a fim de que sejam alcançados resultados correspondentes à realidade para viabilização da aplicação da água salina na irrigação.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Caryocar brasiliense*, biochar, qualidade da água de irrigação, argila dispersa em água, condicionante do solo.

### **INTRODUÇÃO**

A degradação do solo decorrente do acúmulo de sais tem alcançado proporções cada vez maiores, onde o sistema produtivo agrícola irrigado é tido como um dos pivôs de intensificação do processo (SAHAB *et al.*, 2021). As regiões áridas são apontadas como áreas de maior vulnerabilidade, cujas características, intrínsecas ao ecossistema local, culminam na maior susceptibilidade à degradação (ADEYEMO *et al.*, 2022).

Nesta perspectiva, a salinização do solo é destacada como um dos principais problemas atrelados à aplicação recorrente da água de baixa qualidade. Conforme elucidado por Pedrotti *et al.* (2015), além dos danos à cultura, como a redução do potencial osmótico da planta, o aporte de sais afeta as propriedades químicas, físicas e

hídricas do solo, potencializando o processo de infertilidade e erosão. Estima-se que mais de 20% das terras agricultáveis irrigadas já tenham sido comprometidas (TOMAZ *et al.*, (2020).

Dessa forma, o manejo adequado do solo torna-se fundamental para que os efeitos adversos decorrentes da irrigação com água salobra/salina, sejam atenuados. Nesse contexto, a condutividade hidráulica e a dispersão de argila do solo configuram-se como propriedades fundamentais em seu manejo, além de utilizadas como fator de predição quanto à dinâmica da água e de solutos, bem como para os estudos de erosão e lixiviação de substâncias (AWEDAT *et al.*, 2021). Além de influenciadas pelas características do meio, essas variáveis estão relacionadas às propriedades da água aplicada no solo, sendo apontadas como parâmetros de resposta à irrigação com água salina e, conseqüentemente, quanto ao índice de preservação do ambiente (TAVARES *et al.*, 2021).

Diante dessas ponderações, a utilização de produtos alternativos, tais como o biocarvão, material carbonizado proveniente de resíduos orgânicos, tem sido difundido como uma opção econômica e sustentável de remediação aos altos teores de sodicidade da água (AWAN *et al.*, 2020). Além de proporcionar uma destinação viável a produtos de baixa aplicabilidade, conforme destacado por Duan *et al.* (2021) e Akhtar *et al.* (2015), o biocarvão é um potencial condicionante do solo, cuja aplicação tem obtido resultados satisfatórios aos atributos qualitativos do meio, especialmente como fator mitigador dos efeitos do alto teor de sais da água de irrigação à condutividade hidráulica e estruturação do solo.

O presente trabalho teve como objetivo o estudo de dois biocarvões distintos: com ativação química e não modificado, ambos provenientes da casca do pequi (*Caryocar brasiliense*), fruto abundante no Norte de Minas Gerais, região semiárida, como condicionante remediador dos efeitos da água salina de irrigação à condutividade hidráulica saturada e dispersão de argila do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado para o estudo, caracterizado como argiloso (63%), foi coletado na camada superficial de 0-20 cm, seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm (TEIXEIRA *et al.*, 2017). Os biocarvões sem ativação (BC) e ativado quimicamente (BCA) foram produzidos em forno mufla, à 500 °C por 2 horas, ambos provenientes da pirólise da casca do pequi, com granulometria de 0,5-1,0 mm. Para obtenção do BCA, previamente à etapa da pirólise realizou-se a ativação química com magnésio ( $MgCl_2$ ) 0,5 mol L<sup>-1</sup>, na proporção de 1:20 (biomassa/ $MgCl_2$ ), em conformidade com Shen *et al.* (2019).

Os tratamentos consistiram na homogeneização do solo e dos biocarvões, individualmente, sob dois níveis de aplicação. A dosagem de 1% (m m<sup>-1</sup>) em relação a 300 g de solo foi testada para o BC e BCA, sendo posteriormente analisada a variação de massa apenas para o BCA, com aplicação de 4% (m/m). As colunas foram confeccionadas em PVC, com 40 cm de comprimento e 5 cm de diâmetro. Para simulação da irrigação, formulou-se uma solução salina a partir do NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgSO<sub>4</sub> (AWAN *et al.*, 2020), obtendo-se a relação Na:Ca:Mg de 6:2:1, resultado na condutividade elétrica (CE) de 4,5 dS m<sup>-1</sup>.

Para estimativa da condutividade hidráulica em meio saturado ( $K_e$ ), as unidades experimentais foram previamente saturadas em recipiente contendo a solução salina a uma altura correspondente a três quartos da coluna, por 24 horas. A solução para o ensaio foi aplicada pelo frasco de Mariotte em regime permanente e carga constante, monitorando-se a CE e temperatura do lixiviado sempre que atingido o volume aproximado de 50 mL. O abastecimento foi cessado quando estabelecido o equilíbrio entre a CE final e a CE da solução aplicada (AWEDAT *et al.*, 2021). Registrado o volume total percolado (V, mL) no respectivo intervalo de tempo (t, s), calculou-se a  $K_e$  (cm s<sup>-1</sup>), por meio da Equação 1.

$$K_e = \frac{VL}{At(1+L)} \quad (1)$$

em que L é a altura da amostra de solo (cm); A é a área da coluna (cm<sup>2</sup>) e l é a espessura da lâmina de solução acima do solo (cm).

A partir das temperaturas aferidas,  $K_e$  foi corrigida para a temperatura de referência de 20 °C ( $K_0$ , cm s<sup>-1</sup>) conforme Freire *et al.* (2003), de acordo com a Equação 2.

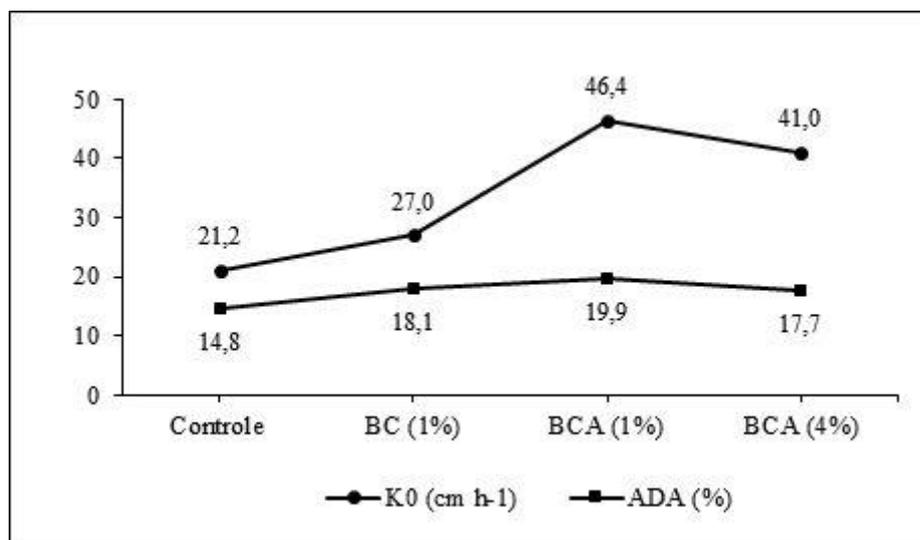
$$K_0 = K_e \left( \frac{\eta_e}{\eta_{20}} \right) \quad (2)$$

em que  $\eta_e$  e  $\eta_{20}$  correspondem à viscosidade dinâmica da água lixiviada a temperatura ambiente e a 20 °C (cP).

Após o procedimento, os tratamentos foram retirados das colunas, secos ao ar e peneirados para determinação do percentual de dispersão da argila em água (ADA), conforme metodologia proposta por Teixeira *et al.* (2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade hidráulica em meio saturado das amostras ( $K_0$ ) e o percentual de argila dispersa em água (ADA) respectivos à cada tratamento são apresentados na Figura 1. A partir dos dados obtidos é possível verificar que o tratamento controle, sem a presença do biocarvão, obteve os menores valores para ambas as propriedades analisadas, com 14,8% e 21,2 cm h<sup>-1</sup> para ADA e  $K_0$ , respectivamente. Em contrapartida, os maiores resultados são observados para o tratamento com o biocarvão quimicamente ativado com magnésio, a uma dosagem de aplicação de 1% em relação à massa do solo, alcançando os valores de 19,96% e 46,4 cm h<sup>-1</sup>. O biocarvão não modificado, por sua vez, apresentou comportamento similar ao tratamento controle.



**Figura 1: Valores de condutividade hidráulica do solo em meio saturado ( $K_0$ ) e argila dispersa em água (ADA) obtidos para os tratamentos aplicados**

A fim de se estabelecer uma melhor avaliação entre os tratamentos testados, na Tabela 1 estão evidenciados os percentuais de variação, em relação ao tratamento controle, das propriedades avaliadas quando utilizado o biocarvão. Dessa forma, é possível inferir que a condutividade hidráulica, quando comparada à dispersão de argila, apresenta maior variabilidade para as classes analisadas, tendo o biocarvão ativado alcançado um aumento superior a 90% para  $K_0$ , sob as duas dosagens testadas.

Constatou-se o aumento expressivo de  $K_0$ , apesar da baixa variabilidade entre os valores de ADA para os tratamentos. Apesar da relação dos fatores, ao contrário do esperado, os resultados obtidos não corroboram com a hipótese, pois a condutividade hidráulica e a dispersão de argila do solo, conforme preconizado por Awedat *et al.* (2021), configuram-se como coeficientes que podem apresentar correlação, uma vez que a desagregação do solo e a consequente dispersividade das partículas tendem a ocasionar a obstrução dos poros, reduzindo o transporte do fluido no solo (ADEYEMO *et al.*, 2022).

Tal comportamento pode ser justificado pelas características intrínsecas ao solo. Resultados similares foram obtidos por Almeida Neto *et al.* (2010), cujos valores variaram entre 21 a 26% para ADA e 30 a 70 cm h<sup>-1</sup> para  $K_0$ , em um solo de textura argilosa. Segundo os autores, o comportamento da migração dos colóides e infiltração de água são resultado da combinação de diversos fatores, tais como gênese e tempo de formação do solo, teor

de matéria orgânica e índice de saturação de alumínio. Dessa forma, para o solo considerado, os biocarvões analisados, embora caracterizados pelos altos teores de matéria orgânica (AWAN *et al.*, 2020), não impactaram na tendência de agregação estrutural, tendo tido o tratamento controle, o menor valor para dispersão de argila. Além disso, neste caso, não foram apresentados resultados que evidenciem a influência da propriedade dispersiva na condutividade hidráulica do solo.

**Tabela 1: Comparativo entre o percentual de aumento de  $K_0$  e ADA para os tratamentos com biocarvão em relação ao controle**

Tratamento	ADA (%)	Percentual de Aumento (%)	$K_0$ (cm h <sup>-1</sup> )	Percentual de Aumento (%)
Controle	14,8	-	21,2	-
BC (1%)	18,1	22,2	27,1	27,8
BCA (1%)	19,9	34,1	46,4	119,4
BCA (4%)	17,7	19,3	40,9	93,7

Em relação ao manejo do biocarvão, diversas incertezas ainda são mantidas quanto sua influência e forma de aplicação (LIRA *et al.*, 2015). No entanto, o estudo constatou uma importante participação do condicionante, especialmente do BCA, para o aumento de  $K_0$  do solo. Conforme destacado por Duan *et al.* (2021) e Abri e Golezani (2021), a ativação química com magnésio é capaz de potencializar as propriedades do material, conferindo maior área superficial e microporosidade, refletindo no aumento da porosidade do solo, aeração, bem como capacidade de retenção de água.

Além da ativação química, outro importante fator de influência nas propriedades do substrato é a dosagem utilizada. Akhtar *et al.* (2015) evidenciam melhorias aos atributos físicos do solo com o aumento da proporção de aplicação entre doses de 1 a 5% (m m<sup>-1</sup>). No entanto, para o presente estudo, o aumento da taxa aplicada não proporcionou melhoria substancial das propriedades, mantendo valores similares para as dosagens testadas.

## CONCLUSÕES

Mediante os resultados obtidos, pode-se inferir que o condicionamento do solo com o biocarvão de casca de pequi apresentou, de maneira geral, melhorias satisfatórias para mitigação dos efeitos adversos ocasionados pela aplicação da água salina de irrigação, proporcionando o aumento da condutividade hidráulica de saturação do meio ( $K_0$ ).

A ativação química com magnésio potencializou as propriedades qualitativas do biocarvão, contribuindo para a elevação de  $K_0$  em mais de 90% em relação ao tratamento controle. Entretanto, tal variação não foi favorecida pelo aumento da dose aplicada.

Apesar dos efeitos positivos quanto à condutividade hidráulica, os biocarvões analisados não conferiram influência na atenuação da dispersão de argila do solo. Além disso, os resultados não indicaram correlação entre ADA e  $K_0$  para solo argiloso testado.

Devido à grande variabilidade entre as propriedades e características do solo, sugere-se a análise individual de cada caso quanto à utilização do biocarvão, a fim de que sejam alcançados resultados correspondentes à realidade para viabilização da aplicação da água salina na irrigação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRIZ, S.; GOLEZANI, G. K. Changes in soil properties and salt tolerance of safflower in response to biochar-based metal oxide nanocomposites of magnesium and manganese. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 211, 2021.
2. ADEYEMO, T. *et al.* Salinity and sodicity can cause hysteresis in soil hydraulic conductivity. *Geoderma*, v. 413, p. 115765, 2022.

3. AKHTAR, S. S. *et al.* Biochar mitigates salinity stress in potato. *Journal of agronomy and crop science*, v. 201, n. 5, p. 368-378, 2015.
4. ALMEIDA NETO, O. B. *et al.* Influência da qualidade da água de irrigação na dispersão da argila de Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 33, p. 1571-1581, 2010.
5. AWAN, S. *et al.* Biochars reduce irrigation water sodium adsorption ratio. *Biochar*, v. 3, n. 1, p. 77-87, 2020.
6. AWEDAT, A. M. *et al.* The impact of clay dispersion and migration on soil hydraulic conductivity and pore networks. *Geoderma*, v. 404, p. 115297, 2021.
7. DUAN, M. *et al.* Effects of modified biochar on water and salt distribution and water-stable macro-aggregates in saline-alkaline soil. *Journal of Soils and Sediments*, v. 21, n. 6, p. 2192-2202, 2021.
8. FREIRE, M. B. S. *et al.* Estimativa do risco de sodificação de solos de Pernambuco pelo uso de águas salinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 7, p. 227-232, 2003.
9. LIRA, J. F. B. *et al.* Granulometria do biochar influenciando retenção de água e nutrientes em três solos da Chapada do Apodi-RN. *Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2015.
10. PEDROTTI, A. *et al.* Causas e consequências do processo de salinização dos solos. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.
11. SAHAB, S. *et al.* Potential risk assessment of soil salinity to agroecosystem sustainability: Current status and management strategies. *Science of The Total Environment*, v. 764, p. 144-164, 2021.
12. SHEN, Z. *et al.* Synthesis of MgO-coated corn cob biochar and its application in lead stabilization in a soil washing residue. *Environment international*, v. 122, p. 357-362, 2019.
13. TAVARES, S. L. *et al.* Valores e critérios estabelecidos dos parâmetros relacionados ao solo e à qualidade e custo de captação da água para irrigação utilizados no SiBCTI. *Embrapa Solos-Documents*, 2021.
14. TEIXEIRA, P. C. *et al.* Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Embrapa. 573 p, 2017.
15. TOMAZ, A. *et al.* Risk Assessment of Irrigation-Related Soil Salinization and Sodification in Mediterranean Areas. *Water*, v. 12, n. 12, p. 3569, 2020.