



Crescimento de milho sob salinidades da água de irrigação e doses de biochar.

Monalisa de Lima Martins⁽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⁾ Mestranda em Manejo do Solo e Água, UFERSA; Mossoró, RN; lisa.raujo@hotmail.com; ⁽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 teve o objetivo analisar a resposta do milho recebendo diferentes doses de carvão vegetal e três níveis de salinidade da água de irrigação. O solo utilizado foi um Argissolo, com o qual foram preenchidas colunas de PVC de 200 mm de diâmetro e 400 mm de altura (volume de 12500 cm³), em mistura com carvão vegetal, nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 %. Nesse contexto foi utilizado carvão vegetal com granulometria entre um e dois mm e densidade de 0,3 g cm⁻³. Os níveis de salinidade da água de irrigação eram de 0,57, 4,5 e 2,65 ds m⁻¹. A cultura avaliada foi o Milho (*Zea mays* L.) do híbrido 1051, avaliado até os 45 dias após emergência. As determinações realizadas foram massa seca da parte aérea, altura de plantas e número de folhas do milho. As doses de biochar promoveram aumento na massa seca da parte aérea, altura de planta e número de folhas do milho, com tendência de maiores valores na dose de 1,0%. Os níveis de salinidade da água não influenciaram os parâmetros de crescimento do milho.

Termos de indexação: *Zea mays* L.; biocarvão, biomassa.

INTRODUÇÃO

O biochar vem ganhando destaque devido as suas particularidades quanto à melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo. De acordo com Benites et al. (2009), trata-se de um material de grande aporte de carbono orgânico, conseqüente ao processo de pirólise em condições controladas de temperatura e oxigênio, apresentando baixo teor de nitrogênio, com elevada relação C:N. No solo, o carbono pirogênico é uma das frações com maior média de vida entre todas as frações contendo carbono (Pessenda et al., 2004).

O carvão vegetal reage aumentando a CTC do solo, o que, aliado a sua alta superfície específica, promove aumento no pH, capacidade de retenção de água e nutrientes. Além de benefícios econômicos na agricultura, sobre aumento na retenção de nutrientes destacando-se o potássio e redução na acidez (Clough et al., 2013), existem benefícios ambientais, especialmente com respeito

a mudanças climáticas por meio da redução de gases do efeito estufa (Linhares et al., 2012; Petter & Madari, 2012).

Apesar de que os benefícios decorrentes do uso do carvão dependem de doses relativamente altas, outro aspecto chave para a produtividade e crescimento das plantas é o aumento na água disponível no solo, que pode ser linear em função das doses. A retenção de água nos microporos aumenta o conteúdo volumétrico de água nas maiores tensões, mudando a resposta da planta ao ponto de murcha permanente (Karhu et al., 2011; Streubel et al., 2011; Pereira et al., 2012).

Devido à carência de informações sobre a resposta do solo e da cultura tratada com carvão vegetal irrigada com água salina o presente trabalho teve o objetivo de analisar a adição ao solo de carvão vegetal, com possível efeito mitigador da salinidade refletido no solo e nas culturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi Árido, UFERSA, em Mossoró-RN, no período entre 29 de janeiro e 20 de março. As coordenadas geográficas do local são 5° 11' de latitude ao sul e 37° 20' de longitude a oeste de Greenwich, e altitude de 18 m.

O solo utilizado é classificado como Argissolo, tendo sido coletado na camada de 0 a 20 cm de profundidade na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da UFERSA. Algumas características físicas do solo estão apresentadas na **tabela 1** e características químicas na **tabela 2**.

Tabela 1 – Caracterização física do argissolo da Fazenda Experimental Rafael Fernandes na camada de 0-20 cm.

| Identificação ¹ | Frações Granulométricas (kg kg ⁻¹) | | | | |
|----------------------------|--|------------|-------------|-------|--------|
| | Areia grossa | Areia fina | Areia total | Silte | Argila |
| Argissolo | 0,63 | 0,27 | 0,91 | 0,03 | 0,06 |

¹ Solo antes da aplicação dos tratamentos.

Com esse solo foram preenchidas colunas de



PVC de 200 mm de diâmetro e 400 mm de altura (volume de 12500 cm³) em mistura com carvão vegetal, nas doses de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5 %. O carvão vegetal possuía granulometria entre um e dois mm e densidade de 0,3 g cm⁻³.

A cultura avaliada foi o Milho (*Zea mays* L.) utilizando-se a cultivar híbrido 1051. Na semeadura foram utilizadas cinco sementes por coluna, das quais permaneceram duas plantas até o final do crescimento vegetativo. Como adubação, foram incorporados superficialmente 10 g de MAP em cada coluna antes do plantio.

A altura da planta e o número de folhas foram determinados quatro vezes durante o experimento (20/02, 27/02, 06/03 e 13/03), sendo usado como parâmetro de crescimento; ao final do experimento foi avaliada a massa seca da parte aérea do milho (g por coluna), sendo escolhida uma planta para tal, que foi cortada rente ao solo e seca em estufa por três dias a 65°C.

Saturou-se o solo e procurou-se, com auxílio de tensiômetros, mantê-lo com teor de água próximo à capacidade de campo, irrigando-se quando a tensão atingia 20 mbar. As colunas foram irrigadas diariamente por meio de micro tubos, usando-se águas possuindo três níveis de salinidade: 1 - Água potável de abastecimento público (0,57 dS m⁻¹); 2 - água equivalente a de um poço raso localizado na UFERSA (4,5 dS m⁻¹); 3 - água oriunda da mistura das duas anteriores (2,65 dS m⁻¹). A água 2 foi produzida previamente com a mistura dos sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgSO₄.6H₂O de modo que a relação catiônica Na:Ca:Mg foi de 7:2:1.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo que se adotou esquema fatorial 3 x 4 para a massa seca do milho (salinidade da água x doses de biochar), enquanto que para altura de plantas e número de folhas adotou-se também as datas de amostragem como fator. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias dos fatores qualitativos (Tukey, p<0,05), além da análise de regressão dos fatores quantitativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância indicou efeito significativo da dose de biochar para altura, número de folhas e massa seca, com efeito significativo da salinidade da água de irrigação apenas para o número de folhas, visto na **tabela 3**. O curto tempo de exposição da cultura aos níveis de salinidade pode ter contribuído para a ausência de resposta do milho. Entretanto, altura e número de folhas apresentaram efeito significativo da interação entre

dose e nível de salinidade da água. Enquanto isso, foi observada diferença em altura e número de folhas em relação às datas de amostragem.

Quando se procedeu ao desdobramento da interação para dose de biochar dentro de cada nível de salinidade da água, não foi encontrado efeito significativo para nenhuma das águas. Por isso, estão apresentadas na **tabela 4** as comparações das médias resultantes destas interações.

A tabela 4 comprova não haver diferenças em altura de plantas entre doses, em cada nível de salinidade, mas existem entre as médias gerais das doses. Mesmo assim, não foi encontrada equação linear ou quadrática com parâmetros significativos. As médias gerais das doses indicam que todas as doses promoveram maior altura de plantas que a testemunha. Com maior altura para a dose de 1,0%, sem diferir de 1,5%. O mesmo ocorreu para número de folhas, exceto que apenas a dose de 1,0% diferiu da testemunha. Além disso, a água com menor salinidade foi a que promoveu o menor número de folhas do milho.

Em relação às datas de amostragens, os valores de altura de plantas e número de folhas aumentaram e diferiram de uma data para a outra, segundo o Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

A tabela 5 comprova que não houve diferença em massa seca da parte aérea (MSPA) do milho entre os níveis de salinidade da água, mas que todas as doses de biochar promoveram maior MSPA milho, em relação à testemunha, exceto a dose de 0,5%. Entretanto, apenas a testemunha diferiu da dose de 1,0%, que promoveu a maior MSPA. Esse fato é corroborado pela equação de regressão quadrática obtida para MSPA, na qual X é a dose e o símbolo (**) indica que os parâmetros são significativos (p<0,01): $MSPA = 40,12^{**} + 22,252^{**} X - 9,559 \cdot X^2$ ($R^2 = 0,29^{**}$).

Em consonância com os resultados deste trabalho, Kookana et al. (2011) e Sohi et al. (2010) atribuíram ao carvão vegetal eficiência em aumentar a produção de biomassa. Maia (2010) verificou, em trabalho semelhante, que as parcelas recebendo doses de biochar apresentaram cerca de 20% mais massa seca do que as parcelas que não receberam.

Pode-se inferir, ainda que de modo sutil, a contribuição do biochar sob os parâmetros de crescimento da cultura do Milho, em solo arenoso, concordando com Oguntunde et al. (2004) que analisou a resposta da cultura frente as doses de carvão concluindo que houve incremento de 44% na biomassa delegando as alterações sobre a melhoria nas características químicas e físicas do solo.

Em estudo semelhante, Uzoma et al. (2011), utilizaram carvão misturado com solo arenoso, nas doses de 0, 10, 15 e 20 t ha⁻¹, obtendo aumentos respectivamente de 6, 139 e 91% na eficiência de



uso da água por plantas de milho, em relação à testemunha. Eles concluíram que a aplicação do carvão ao solo arenoso beneficiou a cultura e também as propriedades físico-químicas do solo arenoso.

CONCLUSÕES

As doses de biochar promoveram aumento na massa seca da parte aérea, altura de planta e número de folhas do milho, com tendência de maiores valores na dose de 1,0%.

A massa seca da parte aérea, altura de planta e número de folhas do milho não foram influenciados pelos níveis de salinidade da água.

REFERÊNCIAS

- BENITES, V. M.; TEIXEIRA, W. G.; REZENDE, E. M.; PIMENTA, A. S. Utilização de carvão e subprodutos da carbonização vegetal na agricultura: Aprendendo com as terras Pretas de Índio. In: TEIXEIRA, W. G. (Ed.). As terras pretas de índio da Amazônia: sua caracterização e uso deste conhecimento na criação de novas áreas. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, p. 285-296, 2009.
- CLOUGH, T.J.; CONDRON, L.M.; KAMMANN, C.; MÜLLER, C. A review of biochar and soil nitrogen dynamics. *Agronomy*, 3: 275-293, 2013.
- KARHU, K.; MATTILA, T.; BERGSTRÖM, I.; REGINA, K. Biochar addition to agricultural soil increased CH₄ uptake and water holding capacity – Results from a short-term pilot field study. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140: 309–313, 2011.
- KOOKANA, R.S., SARMAH, A.K., VAN ZWIETEN, L., KRULL, E. AND SINGH, B. Biochar Application to Soil: Agronomic and Environmental Benefits and Unintended Consequences. In: DONALD, L.S. (Ed.) *Advances in Agronomy*, 112: 103-143, 2011.
- LI, D.; HOCKADAY, W.C.; MASIELLO, C.A.; ALVAREZ, P.J.J. Earthworm avoidance of biochar can be mitigated by wetting. *Soil Biology & Biochemistry*, 43: 1732-1737, 2011.
- LINHARES, C.R.; LEMKE, J.; AUCCAISE, R.; DUÓ, D.A.; ZIOLLI, R.L.; KWAPINSKI, W.; NOVOTNY, E.H. 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.
- MAIA, C. M. B. F. Finos de carvão : fontes de carvão estável e condicionador de solos. In: *Documentos/Embrapa Florestas*. 2010. Colombo-PR, 2010. CD-ROM
- OGUNTUNDE, P. G.; FOSU, M.; AJAYI, A. E.; GIESEN, N. V. Effects of charcoal production on maize yield, chemical properties and texture of soil. *Biology and Fertility of Soils*, 39: 296-299, 2004.
- PEREIRA, R.G.; HEINEMANN, A.B.; MADARI, B.E.; CARVALHO, M.T. DE M.; KLIEMANN, H.J.; SANTOS, A.P. dos. Transpiration response of upland rice to water deficit changed by different levels of eucalyptus biochar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 47: 716-721, 2012.
- PESSENDA, L. C. R.; GOUVEIA, S. E. M.; ARAVENA, R.; BOULET, R.; VALENCIA, E. P. E. Holocene fire and vegetation changes in southeastern Brazil as deduced from fossil charcoal and soil carbon isotopes. *Quaternary International*, 114: 35-43, 2004.
- PETTER, F. A.; MADARI, B. E. Biochar: Agronomic and environmental potential in Brazilian savannah soils. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 761–768, 2012.
- SOHI, S. P.; KRULL, E.; LOPEZ-CAPEL, E.; BOL, R. A review of Biochar and its use and function in soil. *Advances in Agronomy*, 105: 47-82, 2010.
- 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, Burlington: Academic Press, p.47-82, 2010.
- 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.
- UZOMA, K.C.; INOUE, M.; ANDRY, H.; FUJIMAKI, H.; ZAHOOR, A.; NISHIHARA, E. Effect of cow manure biochar on maize productivity under sandy soil condition. *Soil Use and Management*, 27: 205–212, 2011.



Tabela 2 – Caracterização química do argissolo da Fazenda Experimental Rafael Fernandes na camada de 0-20 cm.

| Identificação ¹ | pH (água) | M.O. g kg ⁻¹ | P mg dm ⁻³ | K ⁺ mg dm ⁻³ | Na ⁺ mg dm ⁻³ | Ca ²⁺ mg dm ⁻³ | Mg ²⁺ mg dm ⁻³ | Al ³⁺ cmol _c dm ⁻³ | (H+Al) cmol _c dm ⁻³ | SB | t | CTC | V | m | PST |
|----------------------------|--------------|----------------------------|--------------------------|---------------------------------------|--|---|---|--|--|------|------|------|----|----|-----|
| Argissolo | 5,66 | 20,59 | 9,0 | 45,0 | 8,6 | 1,36 | 0,84 | 1,20 | 1,98 | 2,35 | 3,55 | 4,33 | 54 | 34 | 1 |

¹ Solo antes da aplicação dos tratamentos.

Tabela 3 – Resumo da análise da variância altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e massa seca da parte aérea (MSPA) do milho sob efeito de doses de biochar e níveis de salinidade da água de irrigação.

| Causas de Variação | GL | AP | | MSPA | |
|--------------------|-----|-------------------|--------------------|------|---------------------|
| | | GL | QM | GL | QM |
| Dose (Do) | 3 | 530** | 4,86* | 3 | 448,47** |
| Água (Ag) | 2 | 160 ^{ns} | 21,77** | 2 | 8,85 ^{ns} |
| Data (Da) | 3 | 17801** | 204,78** | - | - |
| Do x Ag | 6 | 249** | 2,88* | 6 | 75,53 ^{ns} |
| Da x Da | 9 | 86 ^{ns} | 2,45 ^{ns} | - | - |
| Da x Do x Ag | 24 | 29 ^{ns} | 0,53 ^{ns} | - | - |
| Resíduo | 143 | 62 | 1,30 | 36 | 67,02 |
| Total | 190 | - | - | 47 | - |
| Média | | 45,34 cm | 10,06 | | 48,44 g |
| CV (%) | | 17,36 | 11,34 | | 16,90 |

GL = graus de liberdade; QM = quadrado médio; CV = coeficiente de variação. **significativo (p<0,01); *significativo (p<0,05); ^{ns}não significativo.

Tabela 4 – Comparações de médias pelo Teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para altura de plantas e número de folhas de milho quando se estuda a interação entre doses de biochar e níveis de salinidade da água de irrigação.

| Doses | Tipos de água (dS m ⁻¹) | | | Médias de dose |
|----------------|-------------------------------------|---------|----------|----------------|
| | 1 (0,57) | 2 (4,5) | 3 (2,65) | |
| | Altura de plantas (cm) | | | |
| 0,0 % | 40,00 A | 45,28 A | 38,53 A | 41,27 c |
| 0,5 % | 38,16 A | 45,19 A | 51,31 A | 44,89 bc |
| 1,0 % | 49,94 A | 48,78 A | 49,72 A | 49,48 a |
| 1,5 % | 46,00 A | 46,06 A | 44,72 A | 45,59 ab |
| Médias de água | 43,53 a | 46,33 a | 46,07 a | |
| | Número de folhas | | | |
| 0,0 % | 8,69 A | 10,44 A | 9,67 A | 9,60 b |
| 0,5 % | 9,12 A | 10,44 A | 11,00 A | 10,19 ab |
| 1,0 % | 10,00 A | 10,56 A | 10,44 A | 10,33 a |
| 1,5 % | 9,75 A | 10,44 A | 10,12 A | 10,10 ab |
| Médias de água | 9,39 b | 10,47 a | 10,31 a | |

Letras maiúsculas diferentes indicam médias diferentes de doses em cada água. Letras minúsculas diferentes na vertical indicam diferenças entre médias gerais de doses. Letras minúsculas diferentes na horizontal indicam diferenças entre médias gerais de águas.

Tabela 5 – Comparações de médias de massa seca da parte aérea do milho (MSPA - g) sob efeito de doses de biochar e níveis de salinidade da água de irrigação.

| Doses | MSPA | ÁGUA | MSPA |
|-------|----------|------------------------------|---------|
| 0,0 % | 40,82 B | 2 (4,50 dS m ⁻¹) | 49,30 A |
| 0,5 % | 46,63 AB | 3 (2,65 dS m ⁻¹) | 48,07 A |
| 1,0 % | 55,04 A | 1 (0,57 dS m ⁻¹) | 47,96 A |
| 1,5 % | 51,25 A | | |

Letras maiúsculas diferentes indicam médias diferentes de doses em cada água.