

## **ALTERAÇÕES NA SALINIDADE DE SOLO COM O USO DE BIOCARVÃO**

LÚCIA HELENA GARÓFALO CHAVES<sup>1\*</sup>; JOSELY DANTAS FERNANDES<sup>2</sup>;  
JACQUELINE DA SILVA MENDES<sup>3</sup>; IÊDE DE BRITO CHAVES<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Dra. Prof. Titular, UAEA /CTRN / UFCG, Campina Grande-PB, lhgafalo@hotmail.com;

<sup>2</sup>Dr. Pesquisador, Pós-doc., UAEA /CTRN / UFCG, Campina Grande-PB, joselysolo@yahoo.com.br;

<sup>3</sup>Doutoranda em Engenharia Agrícola /CTRN / UFCG, Campina Grande-PB, jacqueline.mendes@gmail.com;

<sup>4</sup>Dr. Prof. Visitante, UAEA /CTRN / UFCG, Campina Grande-PB, iedebchaves@hotmail.com

Apresentado no  
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018  
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

**RESUMO:** Biocarvão produzido com cama de aviário apresenta um pH em torno de 10 e uma elevada concentração de cátions básicos, motivo que objetivou o presente trabalho avaliar a influência de diferentes doses deste biocarvão na salinidade do Latossolo Vermelho Amarelo. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições utilizando colunas de 20 cm de altura preenchidas com amostras de solo, apresentando nos primeiros 5 cm da coluna, doses correspondentes a 0, 10, 15, 20, 25 e 30 t ha<sup>-1</sup> de biocarvão misturadas ao solo, totalizando 24 unidades experimentais. Durante 30 dias, aplicou-se diariamente 44 mL de água deionizada sobre cada coluna. Após este período, em cada parcela experimental, foram retiradas duas amostras de solo, a primeira na camada de 0-10 cm e a segunda entre 10-20 cm de profundidade onde se analisou a partir do extrato de saturação: CE, pH, potássio, sódio, cálcio e magnésio, e a partir dos dados obtidos calculou-se a RAS e PST. As doses de biocarvão promoveram aumento da CEes, pH, Na e K, bem como da RAS e PST, sendo mais acentuado na primeira profundidade de avaliação. Entretanto, ao final do experimento, independente das doses aplicadas, o solo foi classificado como não salino apesar de que o aumento de todos os parâmetros analisados aponta para cuidados quanto ao uso do biocarvão.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cama de aviário, atributos químicos do solo, salinização.

## **ALTERATIONS IN SOIL SALINITY WITH THE USE OF BIOCHAR**

**ABSTRACT:** Biochar produced with poultry litter has a pH around 10 and a high concentration of basic cations, reason this study aimed to evaluate the effect of different doses of this biochar in salinity of the Red Yellow Latosol. The experiment was conducted in a completely randomized design with four replicates using columns of 20 cm height filled with soil samples, presenting in the first 5 cm of the column, doses corresponding to 0, 10, 15, 20, 25 and 30 t ha<sup>-1</sup> of biochar mixed to the soil, totaling 24 experimental units. For 30 days, 44 mL of deionized water was applied daily to each column. After this period, in each experimental plot, two samples of soil were removed, the first one in the 0-10 cm layer and the second one between 10-20 cm depth where it was analyzed from the saturation extract: EC, pH, potassium, sodium, calcium and magnesium, and RSA and PS were calculated from the obtained data. The bioaccumulation rates increased ECse, pH, Na and K, as well as RSA and PES, being more pronounced in the first evaluation depth. However, at the end of the experiment, regardless of the applied doses, the soil was classified as non-saline although the increase of all analyzed parameters points to care regarding the use of biochar.

**KEYWORDS:** Poultry bed, soil chemical attributes, salinization.

## **INTRODUÇÃO**

Do ponto de vista agrícola, os solos sódicos são aqueles que apresentam excesso de sódio trocável, apresentando uma percentagem de sódio trocável (PST) superior a 15%, condutividade elétrica (CE) abaixo de 4 dS m<sup>-1</sup> e pH superior a 8,5. Os efeitos adversos da sodicidade do solo são a

degradação das propriedades físicas e nutricionais do solo com a consequente redução no crescimento das culturas, significativa ou totalmente (Singh e Singh, 2013).

A salinização dos solos é produto da intemperização das rochas, envolvendo processos físicos, químicos e biológicos, mediante a ação de fatores como clima, relevo, organismos vivos e o tempo, como também de irrigações mal planejada, onde o controle da drenagem não é realizado, na maioria das vezes, de forma eficiente (Dias, 2004). O excesso de sais limita severamente a produção agrícola principalmente nas regiões áridas e semiáridas, onde cerca de 25% da área irrigada encontra-se salinizada (FAO, 2006).

A correção da salinidade dos solos geralmente é realizada utilizando-se corretivos como o gesso, ácido sulfúrico, enxofre elementar e matéria orgânica. Quando utilizados corretamente, melhoram as propriedades químicas e físicas do solo, por facilitar a remoção do excesso de sódio trocável (Araújo et al., 2017).

Recentemente, trabalhos a exemplo de Wu et al. (2014), Elshaikh et al. (2017), Sappor et al. (2017) foram realizados utilizando biocarvão como condicionador de solos afetados por sais. O biocarvão é um resíduo carbonado resultante da pirólise de biomassa vegetal ou animal (Lehmann et al., 2006; Verheijen et al., 2010; Kookana et al., 2011). A pirólise é um tratamento térmico de decomposição da biomassa em um ambiente com altas temperaturas ( $> 400\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) e baixa concentração de oxigênio onde são produzidos: gás por meio de síntese (principalmente hidrogênio, metano e monóxido de carbono), bio-óleo (álcoois, óleos, alcatrões e ácidos) e biocarvão (principalmente C, O, H, N e cinzas) (Laird et al., 2009; Novak et al., 2010).

É evidente que o tipo de matéria-prima utilizada no processo de pirólise influencia significativamente nas propriedades do biocarvão (Silva et al., 2017). No Brasil um tipo de resíduo disponível é a cama de aviário o qual tem sido utilizado na fabricação do biocarvão. No entanto, os seus efeitos sobre o ambiente demandam estudos específicos, pois, o conhecimento sobre o impacto desse material sobre a salinidade dos solos ainda é escasso. Diante do exposto, objetivou-se, com base em teste de incubação em colunas de lixiviação, avaliar o efeito do biocarvão na salinidade de um Latossolo Vermelho Amarelo em duas profundidades, 0-10cm e 10-20cm.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em laboratório, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho Amarelo, coletadas na camada de 0 a 20 cm de profundidade no município de Areia-PB. Após a coleta, a amostra composta foi seca ao ar, passada em peneira com malha de 2 mm e caracterizada quanto ao atributo físico: argila =  $305,5\text{ g kg}^{-1}$ , silte =  $262,0\text{ g kg}^{-1}$  e areia =  $432,5\text{ g kg}^{-1}$  e no extrato de saturação: pH = 5,35; CE =  $0,59\text{ dS m}^{-1}$ ;  $\text{Cl}^{-}$  =  $3,25\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ ;  $\text{HCO}_3^{-}$  =  $0,80\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ ;  $\text{Ca}^{+2}$  =  $0,88\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  =  $0,87\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ ,  $\text{Na}^{+}$  =  $2,37\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ ,  $\text{K}^{+}$  =  $0,94\text{ mmol}_{\text{c}}\text{ kg}^{-1}$ .

As unidades experimentais foram constituídas por colunas de lixiviação, confeccionadas a partir de tubos de PVC rígido com 10 cm de diâmetro interno e 22 cm de altura na qual foi adicionado 2,04 kg de solo (base seca,  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), perfazendo uma camada de 20 cm, num volume de  $1,57\text{ dm}^3$ . Os primeiros 2 cm da parte superior de cada coluna não foram preenchidos com solo, a fim de facilitar a adição da água por ocasião das percolações. A parte inferior das colunas foi vedado utilizando-se uma malha para facilitar a retenção do solo na coluna e a drenagem do lixiviado que foi coletado em recipiente colocado abaixo das mesmas.

O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de biocarvão correspondentes as doses: 0, 10, 15, 20, 25 e 30 t  $\text{ha}^{-1}$ , na qual foram misturadas com o solo, nos primeiros cinco centímetros, a fim de simular a disposição das doses na superfície. O biocarvão foi analisado como fertilizante orgânico no laboratório de análises agrícolas e apresentou como atributos químicos: pH = 9,45;  $\text{P}_2\text{O}_5$  = 7,78%;  $\text{K}_2\text{O}$  = 4,90%; Ca = 6,83%; Mg = 1,34%; Na = 0,73%; S = 0,74%; Fe = 0,46%; Mn = 0,09%; Cu = 0,04%; Zn = 0,08%; B = 0,01%; carbono orgânico = 39,77%.

Uma vez acondicionado o solo nas colunas, foi aplicado um volume de água suficiente para atingir a capacidade de campo do solo. Após 24h, sobre cada coluna, aplicou-se diariamente um volume de 44,0 mL de água deionizada, simulando uma precipitação pluvial mensal de 168,15 mm (média para o município de Campina Grande, PB, no mês de Abril). Ao término de 30 dias de condução do experimento, foram coletadas amostras de solo nas duas profundidades distintas (0-10 e

10-20 cm). O material foi seco ao ar, peneirado em malha de 2 mm, e em seguida as amostras foram analisadas quanto a salinidade do solo, a partir do extrato de saturação, usando como indicador a condutividade elétrica, bem como os teores dos cátions solúveis: sódio, potássio, cálcio e magnésio. O indicador usado na determinação da sodicidade foi a percentagem de sódio trocável (PST) que teve como base a relação entre o sódio trocável, extraído do solo, Mehlich 1 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,0125M + HCl 0,05M) e quantificado no extrato conforme o método de fotometria de chama e a capacidade de troca de cátions (CTC). A percentagem de sódio trocável foi determinada a partir da equação 1.

$$PST = \frac{Na^+}{CTC} \times 100$$

Em que: PST – percentagem de sódio trocável, %; Na<sup>+</sup> - teor de sódio trocável, cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC - capacidade de troca de cátions, cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

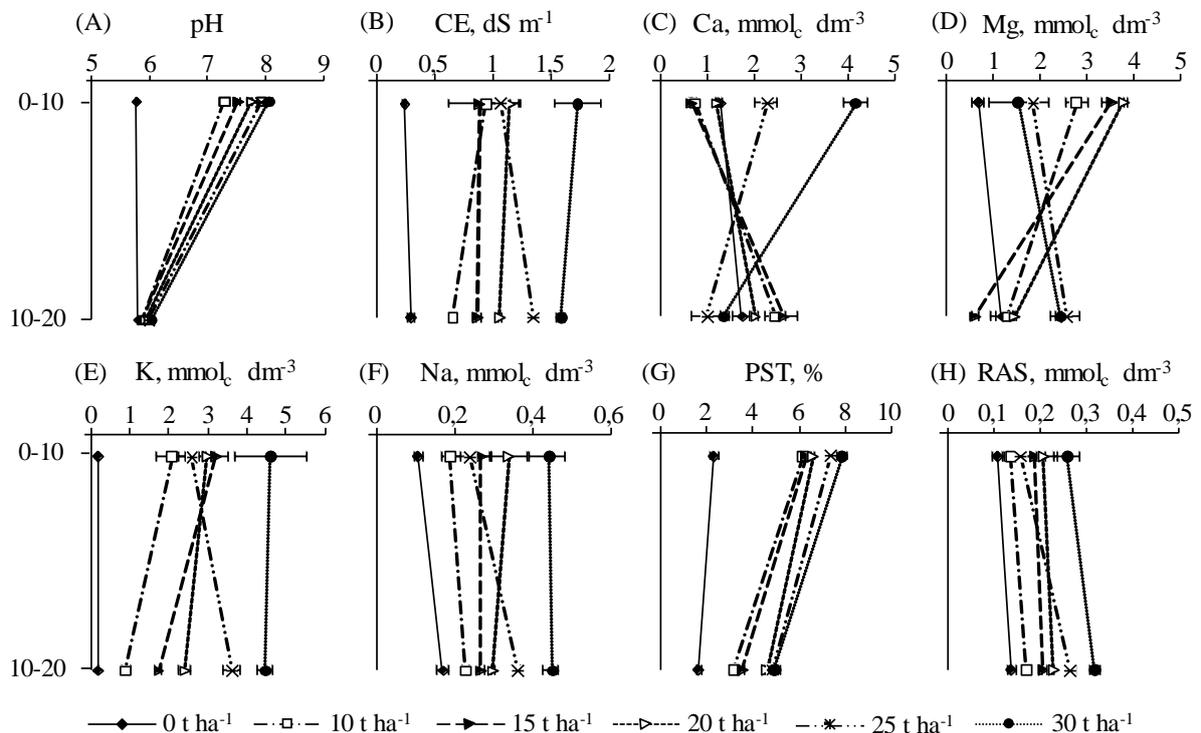
Determinou-se ainda a razão de adsorção de sódio (RAS), definido pela relação entre a concentração de Na<sup>+</sup>, e Ca<sup>+2</sup> + Mg<sup>+2</sup>, de acordo com a equação 2.

$$RAS = \frac{Na^+}{\frac{Ca^{+2} + Mg^{+2}}{2}}$$

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do biocarvão promoveu uma elevação no pH do solo principalmente na primeira camada de avaliação, havendo um aumento de 39,68% com a utilização da dose de 30 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1A). A alcalinidade do biocarvão favoreceu este aumento, além do mais, a presença de cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) podem ter promovido a formação de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) no solo, aumentando a concentração de hidroxilas (OH<sup>-</sup>).

Figura 1. Mobilidade dos elementos analisados no extrato de saturação nas colunas de lixiviação em função da aplicação de diferentes doses de biocarvão. Barras verticais na horizontal representam o erro padrão.



A salinidade natural do solo era baixa em todo o perfil do solo, com CEes médias de 0,25 e 0,30 dS m<sup>-1</sup> nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, respectivamente. Porém, com a aplicação do biocarvão a salinidade do solo aumentou em ambas as profundidades, cuja maior média registrada foi observada com o uso de 30t ha<sup>-1</sup> na primeira camada de avaliação, correspondendo a um acréscimo de 592% quando comparado a CEes da testemunha absoluta (Figura 1B). Ainda em relação à Figura 1B,

não foi observado grandes variações de CEes entre as profundidades dentro da mesma dose de biocarvão aplicada.

Acompanhando a CEes, houve aumento nos teores dos cátions solúveis  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$  e  $\text{Na}^+$  (Figuras 1C, 1D, 1E e 1F) com o incremento das doses de biocarvão. A adição de cátions bivalentes, a exemplo de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , é essencial na recuperação de solos afetados por sais, compensando o excesso de  $\text{Na}^+$  trocável e o biocarvão utilizado nesta pesquisa mostrou-se ser capaz de desempenhar um papel positivo a esse respeito. Tais resultados corroboram Major et al. (2010) que observaram maior disponibilidade de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  após a adição de biocarvão a uma taxa de 20 t  $\text{ha}^{-1}$  a um Latossolo Colombiano de cerrado. A concentração de sódio ( $\text{Na}^+$ ), com exceção do uso de 25 t  $\text{ha}^{-1}$ , foi praticamente a mesma quando comparada as profundidades entre si dentro da mesma dose aplicada, indicando que o mesmo apresenta uma boa mobilidade dentro da camada analisada (20 cm). Isto porque, o enriquecimento de sítios trocáveis do perfil do solo com  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  pode diminuir a concentração de  $\text{Na}^+$  trocável nesses locais, tornando-o solúvel na solução do solo e, consequentemente, mais susceptível a lixiviação.

Quanto ao potássio, verifica-se na segunda camada, com exceção da dose de 25 t  $\text{ha}^{-1}$ , uma diminuição na sua concentração; segundo Walker e Bernal (2008), o uso de estrume de aves de capoeira melhora as propriedades químicas de um solo afetado por sais, aumentando tanto a CTC como o  $\text{K}^+$  solúvel e trocável, logo, o potássio compete com  $\text{Na}^+$  em termos de adsorção limitando a sua entrada nos locais de troca.

Com relação à percentagem de sódio trocável (PST), a aplicação do biocarvão aumentou consideravelmente a PST do solo nos primeiros 10 cm de profundidade, alcançando uma média de 7,84% com a dosagem de 30t  $\text{ha}^{-1}$ , o que representa um acréscimo de 237,9% quando comparada a testemunha absoluta (Figura 1 G). Na segunda camada, a PST do solo também aumentou em função do biocarvão, mas, quando comparada a primeira camada, verifica-se uma diminuição em suas médias independentemente da dose utilizada.

O biocarvão também aumentou a razão de adsorção de sódio do extrato de saturação (RAS) nas duas profundidades do solo, entretanto o efeito foi mais evidente na camada de 10-20 cm (Figura 1H). Apesar dessa variação entre as profundidades, com exceção das doses de 25 e 30 t  $\text{ha}^{-1}$ , verificou-se valores de RAS bem próximas, entre as camadas analisadas. O aumento mais expressivo da RAS na segunda camada com a utilização das duas maiores doses de biocarvão é decorrente dos maiores acréscimos nos teores de  $\text{Na}^+$  na solução desses solos em relação aos cátions  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ .

Os solos afetados por sais são geralmente classificados com base na condutividade elétrica do extrato saturado (CEes), percentagem de sódio trocável (PST) e pH (Richard, 1954). Com base nestas propriedades, o solo utilizado neste trabalho foi classificado no termino do experimento, independentemente da dose aplicada e da profundidade analisada, como normal, por apresentar uma  $\text{CE} < 4 \text{ dS m}^{-1}$ ,  $\text{PST} < 15$  e pH do solo menor que 8,5. Porém, mesmo não havendo problemas de sais, o aumento em todos os parâmetros analisados num curto período (30 dias) aponta para cuidados quanto ao uso do biocarvão. Os resultados encontrados na literatura são contraditórios. Zhang et al. (2016), após avaliar a influência de diferentes biocarvões nas propriedades químicas de dois solos, arenoso e argiloso, verificaram aumento da salinidade para ambos os solos. Contudo, Lashari et al. (2013), demonstraram haver diminuição significativa no pH do solo e nos teores de sal e sódio com a aplicação de biocarvão. Sendo assim, a matéria-prima usada para produzir o biocarvão é fator-chave que determina a eficácia do mesmo como condicionador orgânico de solos. Os dados atuais sobre salinização ou recuperação de solos afetados por sal com adição de biocarvão são inconsistentes e é difícil comparar os estudos existentes na literatura entre si. Isto é provavelmente devido à grande variação entre os biocarvões e os solos usados nesses estudos. Além disso, há falta de experimentos de campo a longo prazo para verificar os mecanismos observados em estudos existentes em vasos ou incubação.

## CONCLUSÃO

O biocarvão aumentou todos os parâmetros de salinidade analisados, entretanto, independentemente da dose aplicada e da profundidade analisada o solo foi classificado como normal;

São necessárias novas pesquisas para avaliar o efeito de diferentes doses de biocarvão de esterco de aviário por um período maior de incubação, utilizando solos com diferentes estágios de salinidade, a fim de verificar possíveis alterações nas propriedades físico-químicas do solo.

## REFERÊNCIAS

- Araújo, M. M.; Sousa, G. M.; Rodrigues, L. R. C. C. Técnicas utilizadas na recuperação de solos afetados por sais. *Revista de Agroecologia no Semiárido*, v. 1, n. 2, p. 01 - 11, 2017.
- Dias, N. S. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido. 2004. 110 f. Tese (Doutorado em irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2004.
- Elshaikh, N. A.; Zhipeng, L.; Dongli, S.; Timm, L. C. Increasing the okra salt threshold value with biochar amendments. *Journal of plant interactions*, v. 13, n. 1, p. 51–63, 2017.
- FAO. Water in agriculture: opportunity untapped. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006.
- Kookana, R. S.; Sarmah, A. K.; Van Zwieten, L.; Krull, E.; Singh, B. Biochar application to soil: agronomic and environmental benefits and unintended consequences. *Advances in Agronomy*, v.1112, p.103-143, 2011.
- Laird, D. A.; Brown, R. C.; Amonette, J. E.; Lehmann, J. Review of the pyrolysis platform for coproducing bio-oil and biochar. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 3, p. 547–562, 2009.
- Lashari, M.S.; Liu, Y.; Li, L.; Pan, W.; Fu, J.; Pan, G.; Yu, X. Effects of amendment of biochar-manure compost in conjunction with pyroligneous solution on soil quality and wheat yield of a saltstressed cropland from Central China Great Plain. *Field Crop Res.* v. 144, p.113–118, 2013.
- Lehmann, J.; Rondon, M. Bio-char soil management in highly weathered soils in the humid tropics. In *Biological approaches to sustainable soil systems*. Eds. N Uphoff, A S Ball, E Fernandes, H Herren, O Husson, M Laing, C Palm, J Pretty, P Sanchez, N Sanginga and J Thies. P. 517-530. CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton. 2006.
- Major, J.; Rondon, M.; Molina, D.; Riha, S. J.; Lehmann, J. Maize yield and nutrition during 4 years after biochar application to a Colombian savanna oxisol. *Plant Soil.* v. 333, p.117–128, 2010.
- Novak, J. M.; Busscher, W. J.; Watts, D. W.; Laird, D. A.; Ahmedna, M. A.; Niandou, M. A. S. Short-term CO<sub>2</sub> mineralization after additions of biochar and switchgrass to a Typic Kaniudult, *Geoderma*, 154, 281–288, 2010.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: United States Department of Agriculture. U. S. Government Printing, Office, D. C., 1954.160p. Handbook 60.
- Sappor, D. K.; Osei, B. A.; Ahmed, M. R. Reclaiming Sodium Affected Soil: The Potential of Organic Amendments. *International Journal of Plant & Soil Science*, v.16, n.2, p.1-11, 2017.
- Silva, I. C. B.; Basílio, J. J. N.; Fernandes, L. A.; Colen, F.; Sampaio, R. A.; Frazão, L. A. Biochar from different residues on soil properties and common bean production. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, Piracicaba, v. 74, n. 5, p. 378-382, 2017.
- Singh, A. P; Singh, A. R. Seasonal changes in the physic-chemical attributes of salt affected habitat. *India Journal of Science Research.* v. 4, n. 1, p.105-115, 2013.
- Verheijen, F.; Jeffery, S.; Bastos, A. C.; Velde, M. V. D; DIAFAS, I. Biochar application to soils: a critical scientific review of effects on soil properties, processes and functions. Luxembourg: European Commission, 2010. 149p.
- Walker, D. J.; Bernal, P. M. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. *Bioresour Technol*, v. 99, p. 396-403, 2008.
- Wu, Y.; Xu, G.; Shao, H. B. Furfural and its biochar improve the general properties of a saline soil. *Solid Earth*, v. 5, p. 665–671, 2014.
- Zhang, Y.; Idowu, O. J.; Brewer, C. E. Using Agricultural Residue Biochar to Improve Soil Quality of Desert Soils. *Agriculture*, v. 6, p. 1-11, 2016.