

Resposta da microbiota do solo após aplicação de fertilizante organomineral e irrigação com água salina¹

Francisco Alexandre de Moraes², Luciano Colpo Gatiboni³, Gabriel Octávio de Mello Cunha², Daniel Alexandre Heberle², Bárbara Mafra de Araújo⁴

Resumo – Objetivou-se avaliar a influência em curto prazo da aplicação de fertilizante organomineral ou mineral e irrigação com água salina sobre a comunidade microbiana e a atividade enzimática do solo, além de monitorar alguns de seus atributos químicos. O experimento foi realizado em ambiente protegido com controle da temperatura do ar e da umidade do solo. O delineamento foi organizado em esquema fatorial 4 x 2, quatro salinidades crescentes da água de irrigação (0,1, 1,8, 3,6 e 7,2 dS m⁻¹) e dois tipos de fertilizante (organomineral e mineral). As unidades experimentais constaram de colunas de PVC preenchidas com solo, as quais foram incubadas e destruídas para análise aos 20 dias após a montagem. O solo foi mantido com umidade próxima a 90% da capacidade de campo, por meio de pesagens diárias das colunas e reposição da umidade perdida com as águas não salinas e salinas, em função dos tratamentos. A irrigação com águas de salinidade crescente aumentou a condutividade elétrica, o conteúdo de sódio trocável e o pH do solo, principalmente nas adjacências dos grânulos com aplicação de fertilizante organomineral em relação ao mineral. O carbono da comunidade microbiana e a atividade enzimática do solo foram influenciados negativamente pelo estresse salino/sódico. A presença de material orgânico no fertilizante organomineral não aumentou a capacidade da microbiota do solo em tolerar a salinidade e a sodicidade.

Palavras-chave: Comunidade microbiana do solo. Atividade enzimática do solo. Salinidade. Sodicidade.

Response of soil microbiota after application of organo-mineral fertilizer and irrigation with saline water

Abstract – This study aimed to evaluate short-term influence of application of organo-mineral or mineral fertilizers and using irrigation with saline water on microbial community and enzymatic activity of soil, besides monitor some of its chemicals attributes. The experiment was conducted in a protected environment, with controlled air temperature and soil moisture. It was arranged in a 4 x 2 factorial design, with four salinities of irrigation water (0.1, 1.8, 3.6, and 7.2 dS m⁻¹) and two types of fertilizer (organo-mineral and mineral). The experimental units consisted of PVC columns filled with soil, which were incubated and destroyed for analysis 20 days after the beginning of the experiment. The soil was kept with moisture close to 90% of field capacity, by measuring the weight of the columns in a daily basis and refilling the lost moisture with saline and non-saline waters, according to the treatments. The irrigation with saline water increased electrical conductivity, exchangeable sodium content, and pH of soil, especially in the adjacencies of granules with application of the organo-mineral fertilizer in relation to mineral. Carbon of microbial community and enzymatic activity of soil were negatively impacted by salt/sodic stress. The presence of organic material in the organo-mineral fertilizer did not increase ability of soil microbiota to tolerate salinity and sodicity.

Key-words: Soil microbial community. Soil enzymatic activity. Salinity. Sodicity.

Introdução

A comunidade microbiana desempenha um papel fundamental na manutenção da qualidade do solo, por estar envolvida em diversos processos bioquímicos como a decomposição da matéria orgânica, a formação de húmus e a reciclagem de nutrientes (ANDERSON e DOMSCH, 2010; BÜNEMANN et al., 2012; FENG et al., 2009). Levando-se em consideração que o crescimento e a atividade dos microrganismos são muito dependentes dos atributos edafoclimáticos, ambos podem ser utilizados como indicadores sensíveis das

alterações ocorridas no solo, mesmo em curto prazo (BOECHAT et al., 2012; KAUR et al., 2008).

A salinidade é um importante fator ambiental limitante ao crescimento dos microrganismos, pois a alta concentração de sais solúveis reduz o potencial hídrico do solo e causa efeitos tóxicos pelo excesso de íons como sódio e cloreto. A sodicidade está relacionada à proporção de sódio trocável em relação aos outros cátions adsorvidos nas cargas negativas do solo (denominada de percentagem de sódio trocável - PST). É

Manuscrito submetido em 03/09/2014 e aceito para publicação em 10/03/2015

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor, apresentada no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Lages-SC. Executada com recursos da CAPES.

²Eng. Agr., Aluno de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Lages-SC, Av. Luís de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages-SC.

³Professor do Departamento de Solos e Recursos Naturais do Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Av. Luís de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages-SC. E-mail: luciano.gatiboni@udesc.br (Autor para correspondência)

⁴Eng^a. Florestal., Aluna de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Lages-SC, Av. Luís de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages-SC. E-mail: barbaramafra@hotmail.com

uma característica relevante no estudo de solos afetados por sais, uma vez que o sódio aumenta a dispersão das argilas e influencia negativamente a estrutura do solo. A salinidade e a sodicidade podem ter origem na gênese do solo ou por meio do manejo inadequado da irrigação (incluindo a utilização indevida de água salina).

Várias pesquisas foram realizadas para avaliar o efeito da irrigação com água salina sobre a microbiota e/ou a atividade enzimática do solo. Algumas mostraram claramente a influência negativa da salinidade e da sodicidade (BELLIGNO et al., 2008; EGAMBERDIEVA et al., 2010; KAUR et al., 2008; YAN e MARSCHNER, 2012), enquanto outras constataram que esse efeito pode ser ocultado pelo cultivo de plantas em condições naturais. Por exemplo, Silva et al. (2008) verificaram que a irrigação com rejeito de dessalinização aumentou os valores de condutividade elétrica e de PST em solo da Caatinga cultivado com erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). Entretanto, o crescimento da comunidade microbiana e a atividade enzimática apresentaram comportamento variável, sendo que a influência negativa da salinidade e da sodicidade não ficou clara. Os autores justificaram que o cultivo de erva-sal favoreceu a qualidade biológica e bioquímica do solo, principalmente na região da rizosfera. Pereira et al. (2004) obtiveram resultados similares em condições muito próximas (espécie vegetal, região, tipos de solo e de rejeito salino).

Recentemente, foi demonstrado que o aporte de carbono lábil melhora a capacidade dos microrganismos em tolerar a salinidade e a sodicidade do solo (MAVI e MARSCHNER, 2013). Logo, propõe-se a hipótese de que a aplicação de insumos que contenham material orgânico aumenta a tolerância da microbiota do solo ao estresse salino/sódico. Assim, objetivou-se avaliar a influência em curto prazo da aplicação de fertilizante organomineral ou mineral e irrigação com água salina sobre a comunidade microbiana do solo e a atividade enzimática, além de monitorar alguns atributos químicos do solo.

Material e métodos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, organizado em esquema fatorial 4 x 2, quatro salinidades crescentes da água de irrigação e dois tipos de fertilizante, com quatro repetições. As salinidades foram: S1 = 0,1 dS m⁻¹; S2 = 1,8 dS m⁻¹; S3 = 3,6 dS m⁻¹; e S4 = 7,2 dS m⁻¹. Os tipos de fertilizante foram: mineral (composto por nitrato de amônio, superfosfato triplo e cloreto de potássio) e organomineral industrializado (composto por nitrato de amônio, cloreto de potássio, diamônio fosfato, superfosfato triplo e cama de aviário; possuindo 8% de carbono orgânico, capacidade de troca de cátions de 80 cmol_c kg⁻¹ e formulação comercial NPK 6-14-8; a cama de aviário é granulada com os fertilizantes minerais para substituir o uso de material inerte, completando a formulação comercial).

As recomendações de fertilização utilizadas foram preconizadas pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2004). A mesma dose de fósforo (1,54 mg cm⁻² de P₂O₅) foi fixada para os dois tipos de fertilizante, com base no conteúdo de fósforo disponível no solo extraído pela solução de Mehlich-1 e na expectativa de produtividade de grãos para a cultura do milho de 6.000 kg ha⁻¹. As quantidades dos fertilizantes foram calculadas conforme os seus teores de P₂O₅ total. Tendo-se como referência o fertilizante organomineral, fixaram-se as doses de nitrogênio (0,66 mg cm⁻² de N) e de potássio (0,88 mg cm⁻² de K₂O) para a fonte mineral.

O solo utilizado foi retirado da camada de 0-10 cm de profundidade de um Nitossolo Bruno (EMBRAPA, 2013) cultivado com milho em sistema plantio direto, localizado no município de Lages, Santa Catarina. A sua secagem foi realizada ao ar livre, seguida de peneiramento em malha de 2mm. A caracterização química e física do solo antes da instalação do experimento está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo antes da instalação do experimento.

Caracterização química									
pH	CE	P _{RTA}	P _{MI}	CMAP	Ca ²⁺	Mg ²⁺	(H+Al)	CTC pH 7	MO
(H ₂ O)	dS m ⁻¹	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----				g kg ⁻¹
5,1	0,17	29,10	2,2	1060	7,09	4,14	3,90	15,13	45,8
Caracterização física									
Ds	Dp	P _{total}	CC	Areia (2-0,05 mm)	Silte (0,05-0,002 mm)		Argila (<0,002 mm)		
g cm ⁻³	g cm ⁻³	%	g g ⁻¹	----- g kg ⁻¹ -----		-----			
0,80	2,65	69,81	0,42	303		286		411	

CE = condutividade elétrica; P_{RTA} = fósforo disponível extraído por resina trocadora de ânions; P_{MI} = fósforo disponível extraído pela solução de Mehlich-1; CMAP = capacidade máxima de adsorção de fósforo; (H+Al) = acidez potencial a pH 7; CTC = capacidade de troca de cátions a pH 7; MO = matéria orgânica; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partículas; P_{total} = porosidade total do solo; CC = umidade gravimétrica na capacidade de campo; as proporções de areia, silte e argila foram determinadas pela metodologia da pipeta.

O experimento foi realizado em julho de 2012 em uma sala fechada com as dimensões de 2,1 x 1,8 x 2,2 m (comprimento x largura x altura), localizada na Universidade do Estado de Santa Catarina, no município de Lages. A temperatura foi controlada com aquecedor elétrico, atingindo valor mínimo médio de 25 °C e máximo de 30 °C.

Cada unidade experimental foi constituída de uma coluna, formada por três secções de cano de PVC com 10 cm de diâmetro e 5 cm de altura. As secções foram justapostas e unidas por fita adesiva externamente

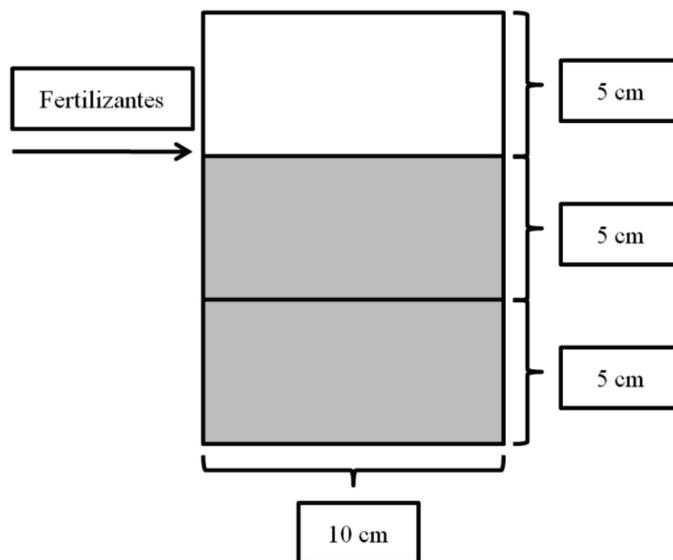


Figura 1. Representação de uma unidade experimental. A coloração cinza indica o preenchimento com solo, as chaves indicam as dimensões das secções e a seta indica a localização dos fertilizantes. Em cada coluna foram amostradas as camadas de 0-5 e 5-10 cm.

Depois da montagem, as colunas foram acondicionadas em ambiente protegido e mantidas suspensas em bandejas plásticas sobre estrados de madeira. O solo foi mantido com umidade próxima a 90% da capacidade de campo, por meio de pesagens diárias das colunas e reposição da umidade perdida com as águas não salinas e salinas, de acordo com os tratamentos. Não foi aplicada lâmina de lixiviação. As plantas daninhas emergidas foram retiradas todos os dias.

As águas salinas (S2, S3 e S4) foram preparadas artificialmente em laboratório, conforme descrito em Costa et al. (2013) e Morais et al. (2011), por meio da adição crescente na água S1 (água de abastecimento urbano), dos sais NaCl, NaHCO₃, CaCl₂.2H₂O, MgSO₄.7H₂O e KCl, mantendo a proporcionalidade de 7:2:1 para Na:Ca:Mg.

Aos 20 dias após a incubação, as colunas foram destruídas e o solo de cada secção foi amostrado para análise. Os atributos avaliados foram condutividade elétrica (CE), conteúdo de sódio e de potássio trocáveis, pH, carbono da comunidade microbiana e atividade das enzimas fosfatases ácidas e β-glucosidases.

O carbono da comunidade microbiana foi determinado pela metodologia de Vance et al. (1987). A atividade das enzimas fosfatases ácidas e β-glucosidases foi determinada conforme Tabatabai (1994). O conteúdo de sódio e de potássio trocáveis foi extraído com acetato de amônio a pH 7, conforme as metodologias de Camargo et al. (2009). A CE e o pH foram determinados

(Figura 1). No fundo da secção inferior foi colada uma tela de poliéster (malha de 500 μm), a fim de compor o fundo capaz de suportar o solo, mas que permitisse os fluxos de água ascendente e descendente. As colunas foram preenchidas totalmente com solo nas duas secções inferiores e, na sequência, os fertilizantes (previamente moídos e peneirados em malha de 1 mm) foram distribuídos na superfície do solo (Figura 1). Em cada unidade experimental foram utilizados aproximadamente 756 g de solo e foram amostradas as camadas de 0-5 e 5-10 cm (Figura 1).

pelas metodologias de Camargo et al. (2009).

Para a interpretação dos dados foi realizada análise de variância (teste F) com a utilização do software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2011). Quando necessário, o teste de regressão foi aplicado para o fator salinidades crescentes da água de irrigação, enquanto o teste de Tukey foi aplicado para o fator tipos de fertilizante, a 5% de probabilidade de erro. Cada camada foi considerada isoladamente. Na escolha dos modelos mais adequados entre aqueles com significância estatística, utilizou-se o princípio da parcimônia, pelo qual é preferível o ajuste de menor grau.

Resultados e discussão

Em curto prazo (20 dias após a incubação do solo), nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, a irrigação com águas de salinidade crescente aumentou linearmente os atributos químicos avaliados, com exceção do conteúdo de potássio trocável (Tabela 2; Figura 2). Na camada de 0-5 cm, houve efeito da interação entre salinidades crescentes da água de irrigação e tipos de fertilizante para CE, conteúdo de sódio trocável e pH (Figura 2). Essas variáveis apresentaram valores médios superiores com aplicação de fertilizante organomineral (CE=1,28 dSm⁻¹; Na⁺=70 mgkg⁻¹; pH=5,73) em relação ao mineral (CE=1,13 dSm⁻¹; Na⁺=59 mgkg⁻¹; pH=5,25).

O acréscimo da CE em função da irrigação com água salina é um efeito bastante conhecido (BELLIGNO et

Tabela 2. Equações ajustadas para condutividade elétrica do solo (CE), conteúdo de sódio trocável (Na⁺) e pH, em função dos tratamentos (combinação entre quatro salinidades crescentes da água de irrigação [S1 = 0,1 dS m⁻¹, S2 = 1,8 dS m⁻¹, S3 = 3,6 dS m⁻¹ e S4 = 7,2 dS m⁻¹] e dois tipos de fertilizante [organomineral e mineral]), na camada de 5-10 cm, aos 20 dias após a incubação do solo.

Média dos fertilizantes organomineral e mineral	Equações	R ² (%)
CE (dS m ⁻¹)	$y = 0,079639^{**}x + 0,306808^{**}$	99,24
Na ⁺ (mg kg ⁻¹)	$y = 11,805857^{**}x + 1,657966^{**}$	99,87
pH	$y = 0,094591^{**}x + 5,019985^{**}$	85,83

al., 2008; COSTA et al., 2013; EGAMBERDIEVA et al., 2010; KAUR et al., 2008; MAVI e MARSCHNER, 2013; MORAIS et al., 2011; PEREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2008; YAN e MARSCHNER, 2012). O aumento linear do conteúdo de sódio trocável ocorreu pelo predomínio dos sais NaCl e NaHCO₃ nas águas salinas utilizadas. O acréscimo do pH está relacionado aos teores de carbonato e de bicarbonato presentes na água de irrigação, conforme observado também por Costa et al. (2013) e Morais et al. (2011).

A presença de material orgânico no fertilizante organomineral interferiu na dinâmica dos atributos CE, conteúdo de sódio trocável e pH, todavia apenas nas adjacências dos grânulos (camada de 0-5 cm). Os valores foram superiores em relação ao fertilizante mineral (Figura 2). Acredita-se que as cargas negativas contidas no fertilizante organomineral (80 cmol_cdm⁻³) elevaram a adsorção eletrostática do sódio trocável nas adjacências dos grânulos (camada de 0-5 cm), aumentando o seu conteúdo em relação ao fertilizante mineral. O comportamento diferenciado da CE foi determinado pela menor lixiviação do sódio trocável, o qual se acumulou na camada superficial. O acréscimo do pH está relacionado à presença de cama de aviário, a qual possui carbonatos e bicarbonatos na sua composição, oriundos da alimentação das aves, conforme observado também por Montalvo Grijalva et al. (2010) e Morais (2013).

Na camada de 0-5 cm, o conteúdo de potássio trocável foi superior com aplicação de fertilizante organomineral (49 mg kg⁻¹) em relação ao mineral (43 mg kg⁻¹), porém ocorreu o inverso na camada de 5-10 cm (mineral = 39 mg kg⁻¹ e organomineral = 36 mg kg⁻¹). Acredita-se que parte do potássio aplicado via fertilizante organomineral ficou adsorvida eletrostaticamente nas cargas negativas oriundas do material orgânico, o que aumentou o conteúdo do nutriente na camada superficial (adjacências dos grânulos) em relação à subjacente. Com aplicação de fertilizante mineral a quantidade de potássio foi mais elevada em profundidade em razão da maior distribuição no solo por meio de lixiviação. É provável que esse comportamento tenha magnitude inexpressiva em condições naturais, pois os valores observados de potássio trocável estão enquadrados na faixa de teores classificados como baixos (CQFS-RS/SC, 2004), considerando-se que o solo utilizado apresenta capacidade de troca de cátions de 15,13 cmol_cdm⁻³ (Tabela 1).

Em curto prazo (20 dias após a incubação do solo), nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, a irrigação com águas de salinidade crescente reduziu linearmente o carbono da comunidade microbiana e a atividade das enzimas fosfatases ácidas e β-glucosidases. Não houve efeito do fator tipos de fertilizante, nem da interação entre salinidades crescentes da água de irrigação e tipos de fertilizante (Tabela 3).

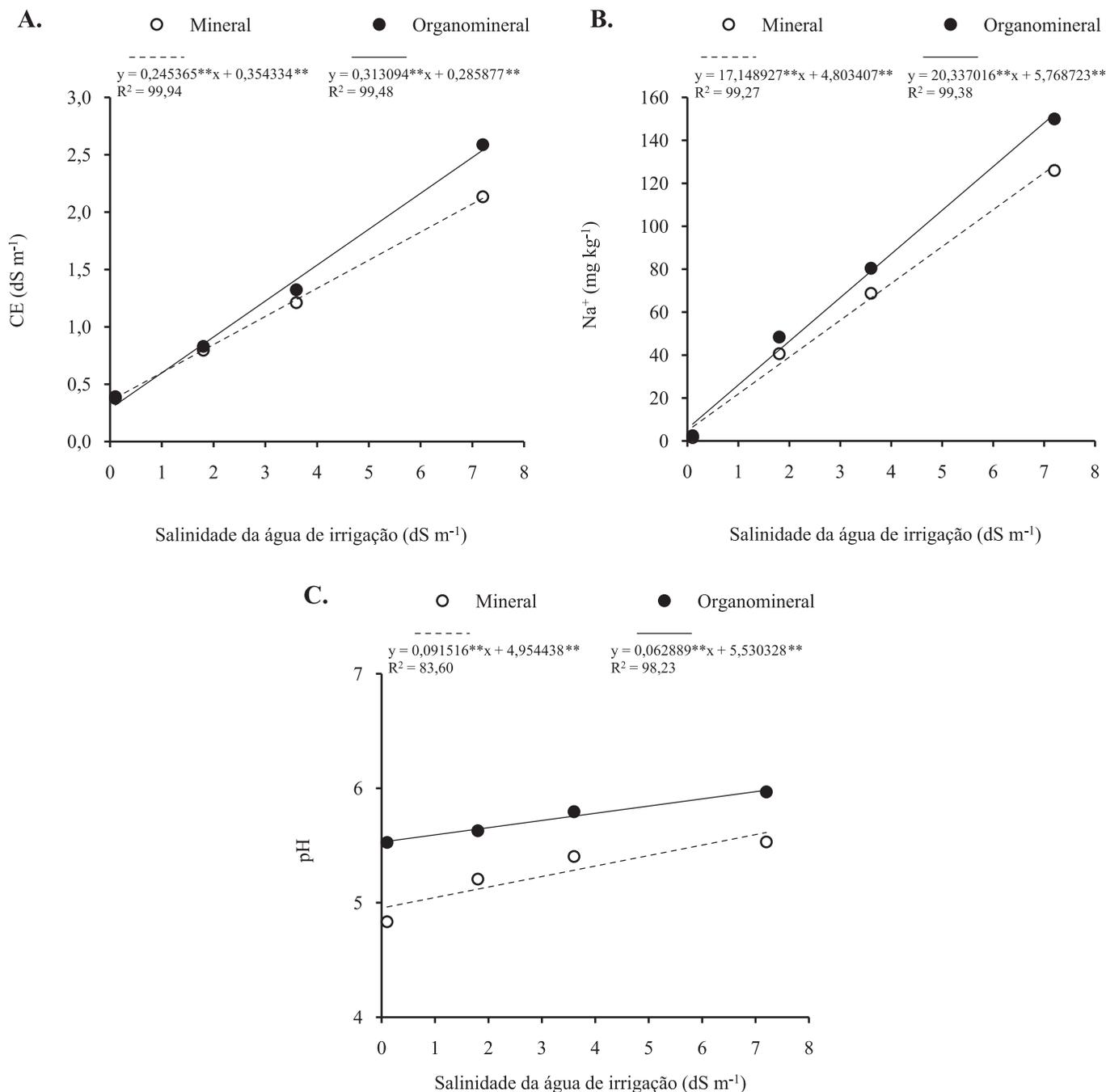


Figura 2. Condutividade elétrica do solo (A), conteúdo de sódio trocável (B) e pH (C), em função dos tratamentos (combinação entre quatro salinidades crescentes da água de irrigação [S1 = 0,1 dS m⁻¹, S2 = 1,8 dS m⁻¹, S3 = 3,6 dS m⁻¹ e S4 = 7,2 dS m⁻¹] e dois tipos de fertilizante [organomineral e mineral]), na camada de 0-5 cm, aos 20 dias após a incubação do solo.

O carbono da comunidade microbiana e a atividade enzimática do solo foram indicadores sensíveis do aumento da salinidade e da sodicidade, mesmo em curto prazo. Esses resultados são corroborados pelos estudos de Bellignoet al. (2008), Egamberdieva et al. (2010), Kaur et al. (2008) e Yan & Marschner (2012). Eventualmente, esse efeito pode ser ocultado pelo cultivo de plantas em condições naturais (PEREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2008).

A irrigação com águas de salinidade crescente afetou negativamente os microrganismos em razão dos sais solúveis adicionados, os quais reduzem o potencial hídrico do solo e causam efeitos tóxicos pelo excesso de íons como sódio e cloreto (BELLIGNO et al., 2008;

EGAMBERDIEVA et al., 2010; KAUR et al., 2008; MAVI e MARSCHNER, 2013; PEREIRA et al., 2004; SILVA et al., 2008; YAN e MARSCHNER, 2012). Quanto à redução da atividade enzimática, pode ser resultante de fatores diretos (insolubilização das enzimas em virtude do aumento da força iônica do meio, fenômeno conhecido por *salting-out*) e indiretos (redução do crescimento e da atividade microbiana, comprometendo a síntese e a liberação das enzimas), conforme observaram Frankenberger e Bingham (1982).

Esperava-se que a presença de material orgânico no fertilizante organomineral estimulasse a microbiota do solo e aumentasse a sua capacidade em tolerar a salinidade e a sodicidade do solo (MAVI e

Tabela 3. Equações ajustadas para carbono da comunidade microbiana (CCM) e atividade das enzimas fosfatases ácidas (FA) e β -glucosidases (BG), em função dos tratamentos (combinação entre quatro salinidades crescentes da água de irrigação [S1 = 0,1 dS m⁻¹, S2 = 1,8 dS m⁻¹, S3 = 3,6 dS m⁻¹ e S4 = 7,2 dS m⁻¹] e dois tipos de fertilizante [organomineral e mineral]), nas camadas de 0-5 e 5-10 cm, aos 20 dias após a incubação do solo.

Média dos fertilizantes organomineral e mineral	Equações	R ² (%)
CBM (μ C g ⁻¹ solo), 0-5 cm	$y = -10,992866^{**}x + 307,949224^{**}$	76,15
CBM (μ C g ⁻¹ solo), 5-10 cm	$y = -21,907814^{**}x + 392,761996^{**}$	95,64
FA (mg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹), 0-5 cm	$y = -18,643473^{**}x + 616,014455^{**}$	93,98
FA (mg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹), 5-10 cm	$y = -7,938096^{**}x + 437,453456^{**}$	87,51
BG (mg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹), 0-5 cm	$y = -5,824937^{**}x + 282,813372^{**}$	96,15
BG (mg p-nitrofenol g ⁻¹ solo h ⁻¹), 5-10 cm	$y = -2,794117^{**}x + 214,998554^{**}$	95,43

MARSCHNER, 2013), pelo menos nas adjacências dos grânulos. No entanto, essa hipótese não se confirmou, provavelmente em função da qualidade e da quantidade do material orgânico presente no fertilizante organomineral. Também não houve influência dos tipos de fertilizante sobre a atividade enzimática.

Conclusão

Em curto prazo, a irrigação com águas de salinidade crescente aumentou a condutividade elétrica, o conteúdo de sódio trocável e o pH do solo, principalmente nas adjacências dos grânulos com aplicação de fertilizante organomineral em relação ao mineral. O carbono da comunidade microbiana e a atividade enzimática do solo foram influenciados negativamente pelo estresse salino/sódico. A presença de material orgânico no fertilizante organomineral não aumentou a capacidade da microbiota do solo em tolerar a salinidade e a sodicidade.

Referências

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Soil microbial biomass: the eco-physiological approach. **Soil Biology and Biochemistry**, v.42, n.12, p.2039-2043, 2010.

BELLIGNO, A.; RUSSO, M.; SARDO, V.; WU, J.Y. Salinity influence on soil microbial population metabolism and enzymatic activities in lysimeter-grown *Olea europaea* and *Nicotianaglauca*. In: ABDELLY, C.; ÖZTÜRK, M.; ASHRAF, M.; GRIGNON, C. (Ed) **Biosaline Agriculture and High Salinity Tolerance**. Basel: Birkhäuser Verlag, 2008. p.131-139.

BOECHAT, C.L.; SANTOS, J.A.G.; ACCIOLY, A.M.A.; BOMFIM, M.R.; SANTOS, A.C. Industrial and urban organic wastes increase soil microbial activity and biomass. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.5, p.1629-1636, 2012.

BÜNEMANN, E.K. et al. Rapid microbial phosphorus immobilization dominates gross phosphorus fluxes in a grassland soil with low inorganic phosphorus availability. **Soil Biology and Biochemistry**, v.51, n.8, p.84-95, 2012.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. **Métodos de análise química e**

mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77p. (Boletim técnico, 106, edição revista e atualizada).

COSTA, M.E.; MORAIS, F.A.; SOUZA, W.C.M.; GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F.H.T. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. **Revista Ciência Agrônoma**, v.44, n.1, p.34-43, 2013.

CQFS-RS/SC (Comissão de Química e Fertilidade do Solo - Núcleo Regional Sul). **Manual de recomendação de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: SBCS, 2004. 400p.

EGAMBERDIEVA, D.; RENELLA, G.; WIRTH, S.; ISLAM, R. Secondary salinity effects on soil microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, v.46, n.5, p.445-449, 2010.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev.ampl. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013. 353p.

FENG, W.; ZOU, X.; SCHAEFER, D. Above- and belowground carbon inputs affect seasonal variations of soil microbial biomass in a subtropical monsoon forest of southwest China. **Soil Biology and Biochemistry**, v.41, n.5, p.978-983, 2009.

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

FRANKENBERGER, W.T.; BINGHAM, F.T. Influence of salinity on soil enzyme activities. **Soil Science Society of America Journal**, v.46, n.6, p.1173-1177, 1982.

KAUR, J.; CHOUDHARY, O.P.; SINGH, B. Microbial biomass carbon and some soil properties as influenced by long-term sodic-water irrigation, gypsum, and organic amendments. **Soil Research**, v.46, n.2, p.141-151, 2008.

MAVI, M.S.; MARSCHNER, P. Salinity affects the response of soil microbial activity and biomass to addition of carbon and nitrogen. **Soil Research**, v.51, n.1, p.68-75, 2013.

MONTALVO GRIJALVA, D.F.; CROZIER, C.R.; SMYTH, T.J.; HARDY, D.H. Nitrogen, phosphorus, and liming effects of poultry layer manures in coastal plain and piedmont soils. **Agronomy Journal**, v.102, p.1329-1339, 2010.

MORAIS, F.A. **Disponibilidade e imobilização microbiana de fósforo no solo com aplicação de fertilizantes minerais e organomineral**. Lages: UDESC, 2013. 56p. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) - Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina.

MORAIS, F.A.; GURGEL, M.T.; OLIVEIRA, F.H.T.; MOTA, A.F. Influência da irrigação com água salina na cultura do girassol. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.327-336, 2011.

PEREIRA, S.V.; MARTINEZ, C.R.; PORTO, E.R.; OLIVEIRA, B.R.B.; MAIA, L.C. Atividade microbiana em solo do Semi-árido sob cultivo de *Atriplex nummularia*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.8, p.757-762, 2004.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.

SILVA, C.M.M.S.; VIEIRA, R.F.; OLIVEIRA, P.R. Salinidade, sodicidade e propriedades microbiológicas de argissolo cultivado com erva-sal e irrigado com rejeito salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.10, p.1389-1396, 2008.

TABATABAI, M.A. Soilenzymes. In: WEAVER, R.W.; ANGLE, J.R.; BOTTOMLEY, P.S. (Ed) **Methods of soil analysis**. Part 2: microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA, 1994. p.775-833.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, n.6, p.703-707, 1987.

YAN, N.; MARSCHNER, P. Response of microbial activity and biomass to increasing salinity depends on the final salinity, not the original salinity. **Soil Biology and Biochemistry**, v.53, n.10, p.50-55, 2012.