



EFEITO DE FRAÇÕES DE LIXIVIAÇÃO NA UMIDADE E CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE UM SOLO CULTIVADO COM SORGO FORRAGEIRO

**Miguel Julio Machado Guimarães⁽¹⁾; Welson Lima Simões⁽²⁾; Moisés Alves de Souza⁽³⁾;
Janderson Medrado da Silva⁽³⁾; Jair Andrade Lima⁽³⁾; José Ezequiel dos Santos⁽³⁾; Lilia
Gomes Willadino⁽⁴⁾**

⁽¹⁾ Departamento de Tecnologia Rural, Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos - Recife/PE; E-mail: mjmguimaraes@hotmail.com; ⁽²⁾ Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina – PE; ⁽³⁾ Bolsista Embrapa Semiárido/UPE, Petrolina – PE; ⁽⁴⁾ Professora, Departamento de Biologia - UFRPE, Recife – PE.

RESUMO

Objetivou-se com este estudo avaliar os efeitos da utilização de frações de lixiviação na umidade e condutividade elétrica de um solo cultivado com sorgo forrageiro. O experimento foi implantado na Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE, no qual foram aplicadas quatro frações de lixiviação com efluente salino da piscicultura em um Argissolo vermelho amarelo cultivado com sorgo forrageiro. Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro blocos, aplicando-se quatro frações de lixiviação (FL): 0; 5; 10 e 15%. Para acompanhamento da umidade no perfil do solo foram instalados tubos de acesso para sonda PR2. Na ocasião da colheita foram coletadas amostras de solo simples nas camadas de 0-5, 5-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade. A condutividade elétrica foi medida através do extrato de saturação da pasta de cada camada. Os resultados obtidos mostraram que o aumento das frações de lixiviação proporcionou maiores valores de umidade no solo, bem como menores valores de condutividade elétrica. Maiores valores de condutividade elétrica foram registrados nas camadas superficiais do solo, chegando a 11,6 dS m⁻¹ quando irrigado com 0% de lixiviação.

Palavras-chave: Salinidade, manejo da irrigação, argissolo

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma das tecnologias aplicadas na agricultura que mais tem contribuído para o aumento na produção de alimentos. Em regiões áridas e semiáridas, onde há grande limitação dos recursos hídricos, a implantação de políticas de gestão de água contempla ações necessárias para mitigar a problemática da água. Tais ações devem buscar o aumento da disponibilidade pelo aumento da eficiência do uso, controle da demanda e minimização do desperdício, principalmente no que se refere à irrigação (CIRILO, 2011).

Promovendo o uso múltiplo das águas, a integração agricultura-aquicultura é uma estratégia sustentável de utilização dos recursos hídricos. Os sistemas integrados possuem grande importância no uso eficiente das águas, e são a chave para melhorar a segurança alimentar e a

redução da pobreza nas zonas rurais (FAO, 2007). Face a esta realidade, o sistema integrado que utiliza o efluente salino da piscicultura na irrigação de culturas forrageiras vem se apresentando como alternativa viável para a produção agrícola em regiões com limitações hídricas.

No entanto, a qualidade destas águas apresenta restrições à agricultura irrigada e pode resultar em obstáculo ao desenvolvimento das culturas, além de acelerar a degradação do solo.

O sorgo forrageiro possui grande potencial produtivo quando cultivado com águas de qualidade inferior, sendo considerado moderadamente tolerante à salinidade, podendo ser cultivado com águas com condutividade elétrica inferior a 4 dS m⁻¹ sem que haja redução significativa na produção (DIAS & BLANCO, 2010).

Uma das principais consequências do manejo inadequado da irrigação é a salinização e alcalinização dos solos. A irrigação com águas salinas acarretar no aumento da concentração de sais nos solos, no entanto, tais águas raramente contêm quantidades de sais suficientes para causar injúrias imediatas às plantas, salva exceção nos casos onde ocorre o contato foliar (RHOADES, 1992). Sem a adoção de técnicas adequadas de manejo de água e solo, a concentração de sais no solo tende a aumentar e pode haver evolução da salinidade.

Nos diferentes métodos de irrigação (localizada, aspersão e superfície) a água move-se no solo de maneira particular a cada método, ocasionando assim diferentes formas de acúmulo de sais no solo, pois o movimento de sais no solo é governado pelo movimento da água (ASSIS JUNIOR, 2006). Com a irrigação com águas salinas há o acúmulo de sais na rizosfera devido a evapotranspiração das culturas, na qual a água é transferida do solo para a planta e a atmosfera, deixando os sais na superfície e em todo o perfil do solo. Com quantidades excessivas de sais solúveis acumuladas na zona radicular, as plantas têm dificuldade de extrair água da solução do solo resultando na redução do crescimento, produtividade e qualidade das plantas (ANDRADE & CRUCIANI, 1998).

Tal salinidade pode ser controlada pela adição de uma lâmina de água superior à que as plantas necessitam. Esse total adicional de água de irrigação é definido como necessidade de lixiviação (do inglês: Leaching Fraction – LF), o mesmo é uma necessidade extra de água para expressar a lixiviação como uma fração da porcentagem

de água aplicada que penetra no solo. Para Richards (1954) é a fração de água de irrigação que deve penetrar abaixo da zona radicular para manter a salinidade em um nível específico.

Sendo assim, objetivou-se avaliar os efeitos da utilização de frações de lixiviação na umidade e condutividade elétrica de um solo cultivado com sorgo forrageiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no Campo Experimental Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina - PE, na região do Submédio São Francisco (latitude 9° 8' 8,9'' S, longitude 40° 18' 33,6'' O, altitude 373 m), no período de fevereiro a julho de 2013. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006) textura média, apresentando relevo plano. O clima da região é classificado como semiárido, do tipo BSw_h' segundo a classificação climática de Köppen. As chuvas se concentram nos meses de novembro a abril, com precipitação média anual em torno de 500 mm irregularmente distribuída.

Foi adotado o delineamento experimental em blocos ao acaso, com quatro blocos, aplicando-se quatro frações de lixiviação (FL): 0; 5; 10 e 15% com uso de efluente salino da piscicultura.

Cada unidade experimental foi formada por quinze fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m, perfazendo uma área de 15 fileiras x 5 m x 0,50 m = 37,5 m².

A irrigação era realizada diariamente por gotejamento superficial através de tubo gotejador com emissores com vazão de 1,6 L h⁻¹, diâmetro nominal (DN) de 16mm, espaçados entre si a 0,30 m.

O sistema era ligado a dois tanques de piscicultura com capacidade para 5 m³ de água, contento tilápia preta a uma densidade populacional de 40 peixes por metro cúbico. No manejo dos tanques, 50% da água era trocada diariamente e bombeada para um terceiro tanque de armazenamento, a qual era utilizada na irrigação. Os tanques eram abastecidos com água salina proveniente de um poço artesiano a 900 m da área experimental. A condutividade elétrica média da água utilizada na irrigação foi de 2,5 dS m⁻¹.

A lâmina de água aplicada por irrigação foi calculada de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETo*Kc), medida no período entre duas irrigações, de acordo com a eficiência de aplicação de água do sistema e as frações de lixiviação testadas, conforme a Eq. 1.

$$Li = \frac{ETo * Kc - P}{Ef} * 1 + FL \quad (1)$$

Em que:

Li – Lâmina de irrigação, mm;

ETo – Evapotranspiração medida no período, mm;

Kc – Coeficiente de cultivo da cultura (FAO, 1998);

P – Precipitação medida no período, mm;

Ef – Eficiência do sistema de irrigação, 0,9;

FL – Fração de lixiviação necessária para a manutenção do equilíbrio salino no perfil de solo, decimal.

Para acompanhar a umidade no perfil do solo foram instalados tubos de acesso de policarbonato com aproximadamente 2,5 cm de diâmetro externo e pouco mais de um metro de comprimento. Para realização das leituras foi utilizada uma sondas de PR2 (Profile Probe PR2, Delta-T Devices Ltda), a qual se baseia no princípio da Reflectometria no Domínio da Frequência (FDR), previamente configurada para medira a umidade do solo nas profundidades de 10, 20, 30 40, 60 e 100 cm. As leituras de umidade foram realizadas semanalmente, cerca de duas horas após cada irrigação.

Na ocasião da colheita do sorgo foram coletadas amostras simples de solo nas camadas de 0-5, 5-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade. A condutividade elétrica foi medida através do extrato de saturação da pasta de cada camada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Umidade do solo

Pode-se observar que as frações de lixiviação 5, 10 e 15% proporcionaram umidades do solo acima da capacidade de campo (CC) nas camadas superficiais (Figura 1), promovendo assim a lixiviação dos sais presentes no perfil do solo, já que o solo retém água somente até atingir a CC, sendo drenada toda a água que estiver acima deste ponto (VEIHMEYER & HENDRICKSON, 1931).

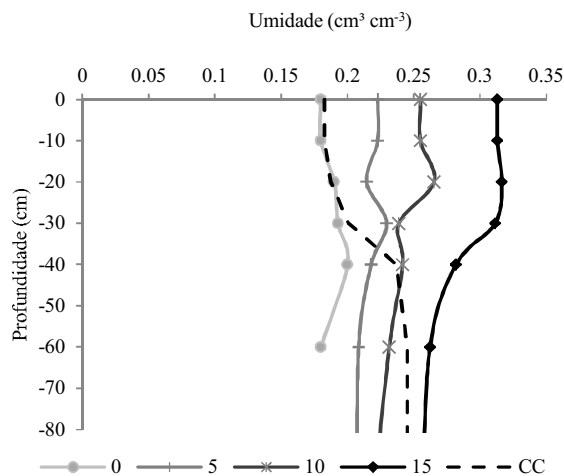


Figura 1. Distribuição da umidade no perfil de um solo cultivado com variedades de sorgo forrageiro irrigados com efluente salino da piscicultura submetido as frações de lixiviação de 0; 5; 10 e 15 %, sendo CC a umidade da capacidade de campo do mesmo.

As parcelas que foram submetidas a 5, 10 e 15% de lixiviação apresentaram cerca de 2; 5 e 11% de água a mais que a CC na camada de 0-40 do solo estudado, a qual apresenta grande importância para a cultura já que cerca de 80 % do sistema radicular efetivo do sorgo se

encontra na camada de 0-30cm de profundidade (MAGALHÃES, 2000).

Condutividade elétrica do solo

O aumento das frações de lixiviação proporcionou menores valores de condutividade elétrica no perfil do solo, promovendo uma melhor distribuição de sais no perfil (Figura 2), indicando ser uma alternativa para controlar o aumento gradativo de sais na zona radicular (AYERS & WESTCOT, 1999; SHARMA & RAO, 1998).

Pode-se observar que a maior concentração de sais foram observadas na camada de 0-5 com valores de 10,34 e 11,6 dS m⁻¹ para as frações de 5 e 0 % de lixiviação respectivamente (Figura 2), corroborando assim com Ferreira et al. (2006) que, ao avaliar os efeitos da lixiviação sobre um solo salinizado cultivado com beterraba, verificaram maiores registros de condutividade elétrica nas camadas superiores do solo.

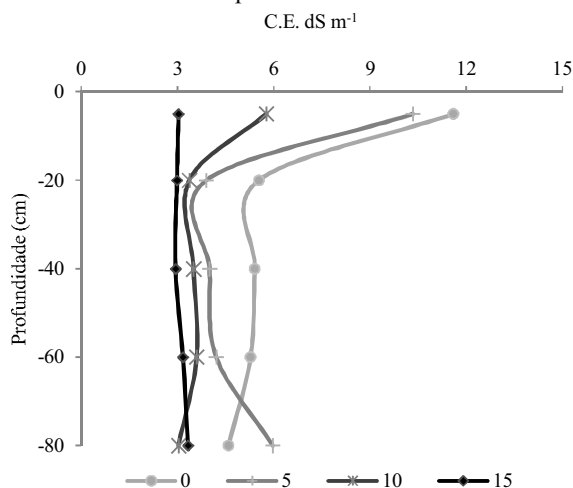


Figura 1. Condutividade elétrica (C.E.) média de um solo cultivado com variedades de sorgo forrageiro submetido a frações de lixiviação de 0; 5; 10 e 15 %.

Pode-se observar (Tabela 1 e Figura 2) que a aplicação das frações de 0, 5 e 10% de lixiviação promoveram um aumento da salinidade (C.E.) no perfil do solo quando comparadas com a salinidade no início do experimento. O tratamento com 15 % de lixiviação proporcionou uma melhor distribuição dos sais no solo, mantendo a condutividade elétrica do solo em torno de 3 dS m⁻¹ em todo o perfil estudado.

Considerando que cerca de 80 % do sistema radicular efetivo do sorgo encontra-se na camada de 0-30 cm de profundidade (MAGALHÃES, 2000), pode-se observar que as frações com 10 e 15% de lixiviação proporcionaram uma maior lixiviação dos sais nesta camada, obtendo valores de condutividade inferiores a 4 dS m⁻¹, sendo este valor adotado como limite para o cultivo do sorgo sem que haja redução significativa na produção (DIAS & BLANCO, 2010).

O manejo da irrigação com a utilização de frações de lixiviação é recomendado por diversos autores para a utilização de águas com teores de sais elevados. Santiago et al. (2004) ao avaliar o manejo da irrigação em solo

cultivado com repolho concluíram que a utilização de coeficientes de lixiviação na irrigação da cultura promove a manutenção do equilíbrio salino no perfil do solo. Oliveira et al. (2005) ao avaliar o cultivo do feijoeiro submetido a frações de lixiviação observaram que o aumento da fração de lixiviação proporcionou uma diminuição da condutividade elétrica média do perfil do solo. Assis Junior et al. (2007) avaliando o efeito da salinidade na produtividade do feijão-de-corda verificaram que os efeitos da salinidade foram parcialmente revertidos com o aumento das frações de lixiviação.

CONCLUSÕES

As maiores frações de lixiviação proporcionaram uma melhor distribuição dos sais no perfil do solo.

A aplicação de uma lâmina de lixiviação de 15% manteve a condutividade do solo dentro dos limites para o cultivo do sorgo forrageiro.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, a Embrapa Semiárido, ao CNPq e a FACEPE (AMD-0144-5.00/12).

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, L. N. V.; CRUCIANI, D. E. Análise simulada na recuperação de solos afetados por sais e na resposta produtiva dos cultivos. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Santos. **Anais...** Santos: 1998.
- ASSIS JUNIOR, J. O. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo e em função da salinidade da água e da fração de lixiviação. 2006. 66f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem). Universidade Federal do Ceará: Departamento de Engenharia Agrícola. Fortaleza, 2006.
- ASSIS JUNIOR, J. O.; LACERDA, C. F.; SILVA, C. F.; SILVA, F. L. B.; BEZERRA, M. A.; GHEYI, H. R. Produtividade do feijão-de-corda e acúmulo de sais no solo em função da fração de lixiviação e da salinidade da água de Irrigação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.702-713, 2007.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p

CIRILO, J. A. Políticas de Água no Semiárido Brasileiro. In: GALVÃO, C.O.; CIRILO, J. A.; CABRAL, J.J.. (Org.). Recursos Hídricos para a Convivência com o Semiárido: avanços e desafios. Porto Alegre, RS: ABRH, 2011, v. , p. -.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. Efeitos dos sais no solo e na planta. In: HANS RAJ GHEYI, NILDO DA SILVA DIAS, CLAUDIVAN FEITOSA DE LACERDA (Editores). Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicados Fortaleza, INCT Sal, 2010. P. 129-140.

EMBRAPA: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. Water at a glance: The relationship between water, agriculture, food security and poverty. Rome: FAO Water Development and Management Unit, 2007. Disponível em <http://www.fao.org/nr/water/docs/waterataglance.pdf>. Acesso em 10 fev. 2013.

FERREIRA, Paulo A.; MOURA, R. F.; SANTOS, D. B.; FONTES, P. C. R.; MELO, R. F. Efeitos da lixiviação e salinidade da água sobre um solo salinizado cultivado com beterraba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.10, n.3, p.570-578, 2006.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas (MG): Embrapa, 2000, 46 p. (EMBRAPA – CNPMS: Circular Técnica, 3).

OLIVEIRA, F. G.; FERREIRA, P. A.; SANTOS, D. B.; GARCIA, G. O. Índice de estresse hídrico diário do feijoeiro irrigado com água salina. **Revista Brasileira. De**

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, Suplemento, p.6-10, 2005.

RHOADES, J.P.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use saline waters for crop production**. Roma: FAO, 1992. 133p.

RICHARDS, L.A. (ed.). **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington D. C.: U.S. Salinity Laboratory., 1954. 160p.

SANTIAGO, F. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L Avaliação de parâmetros hidráulicos e manejo da irrigação por microaspersão em área de assentamento. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.632-643, 2004.

SHARMA, D.P.; RAO, K.V.G.K. Strategy for long term use of saline drainage water for irrigation in semi-arid regions. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, n.4, v.48, p.287-95, 1998.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, H. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentages of soils. **Science**, v.68, p.75-94, 1949.

Tabela 1. Parâmetros químicos do solo estudado.

Camada (cm)	C.E dS cm ⁻¹	pH -	M.O. g kg ⁻¹	P mg dm ⁻³	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V %
0 - 10	4,96	5,5	7,7	15,65	0,65	0,80	2,8	1,50	0,00	2,1	5,8	7,8	73,4
10 - 20	1,99	5,7	5,7	14,25	0,55	0,65	1,9	1,30	0,00	2,7	4,4	7,1	61,8
20 - 45	2,91	7,4	6,3	3,60	2,05	1,50	1,8	1,40	0,00	3,7	6,8	10,4	64,7
45 - 80	6,52	7,3	2,8	1,78	0,22	2,90	3,0	2,40	0,00	3,4	8,5	11,9	71,7

Camada (cm)	Densidade (kg dm ⁻³)		Porosidade Total (%)	Granulometria (g kg ⁻¹)		
	Solo	Partícula		Areia	Silte	Argila
0 - 10	1,46	2,59	43,86	729,4	182,9	87,7
10 - 20	1,46	2,51	41,74	789,8	116,9	93,3
20 - 45	1,37	2,52	45,58	613,2	178,1	208,7
45 - 80	1,32	2,49	47,10	465,8	179,9	354,3