

CARACTERÍSTICAS DA LIXIVIAÇÃO DE NITRATO E DO NÍVEL DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE DRENAGEM EM EXPERIMENTO COM SORGO SACARINO (*Sorghum bicolor* L. Moench) IRRIGADO COM SOLUÇÃO SINTÉTICA SIMILAR AOS EFLUENTES DAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO DE PETROLINA-PE

KELLISON LIMA CAVALCANTE¹, MAGNUS DALL'IGNA DEON², HÉLIDA KARLA PHILIPPINI DA SILVA³

¹ Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental (UNIVASF/Juazeiro-BA) – Técnico Administrativo do IF Sertão-PE, Petrolina-PE, (87) 2101-4300, kellison.cavalcante@ifsertao-pe.edu.br

² Doutor em Agronomia, Embrapa Semiárido, magnus.deon@embrapa.br

³ Doutora em Oceanografia, Instituto Senai de Tecnologias, helidaphilippini@gmail.com

Apresentado no
XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: Este trabalho objetivou avaliar as características da lixiviação de nitrato e do nível da condutividade elétrica da água de drenagem de experimento com sorgo sacarino irrigado com solução sintética similar aos efluentes das estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE. Os tratamentos foram constituídos de 4 níveis de condutividade elétrica (CE) e 4 concentrações de N produzidos pela alteração em 50, 100, 150 e 200% da solução que simulou a composição média dos efluentes. Com os coletores acoplados nos vasos foi possível aferir os teores de nitrato e os níveis da condutividade elétrica nos tratamentos da cultura, a partir de medidores portáteis para uso em campo específico para cada medição. Observou-se aumento na disposição de íons de nitrato e do nível da condutividade elétrica em todos os tratamentos com a utilização de concentrações similares as águas residuárias do município. Nos tratamentos com teores de N de 150 e 200%, as concentrações de NO_3^- ficaram acima de 800 mg.L^{-1} e os níveis de CE próximo de 9 dS.m^{-1} , merecendo atenção especial no manejo agrícola da água e do solo. Com o trabalho é possível ressaltar a importância do monitoramento da translocação de íons e de sais no solo, para a prevenção de possíveis impactos ambientais danosos ao solo e ao lençol freático.

PALAVRAS-CHAVE: efluente, drenagem, impactos ambientais.

CHARACTERISTICS OF NITRATE LEACHING AND ELECTRICAL CONDUCTIVITY LEVEL DRAINAGE WATER IN EXPERIMENT WITH SORGHUM SACCHARINE (*Sorghum bicolor* L. Moench) IRRIGATION SOLUTION WITH SYNTHETIC SIMILAR TO WASTEWATER OF SEWAGE TREATMENT PLANTS OF PETROLINA-PE

ABSTRACT: This study evaluated the nitrate leaching characteristics and the electrical conductivity level of experiment water drain with irrigated sorghum with similar synthetic solution to effluents from sewage treatment plants Petrolina. The treatments consisted of four electrical conductivity (EC) and 4 N concentrations produced by the change in 50, 100, 150 and 200% of the solution that simulated the average composition of the effluent. With the collectors coupled in the vessels was possible to measure the nitrate levels and the levels of electrical conductivity in the treatments of culture, from portable meters for use in the specified field for each measurement. There was an increase in the provision of nitrate ions and the electrical conductivity level in all treatments with the use of similar concentrations wastewater in the city. In the treatments with N levels of 150 and 200%, the NO_3^- concentrations were above 800 mg.L^{-1} and CE levels close to 9 dS.m^{-1} , should be considered at agricultural water management and ground. With the work can emphasize the importance of monitoring the translocation of ions and salts in the soil, to prevent possible harmful environmental impacts to soil and groundwater.

KEYWORDS: effluent, drainage, environmental impacts.

INTRODUÇÃO: Como instrumento efetivo na gestão dos recursos hídricos, Nobre et al. (2010) destacam que o uso de água residuária na produção agrícola visa promover a sustentabilidade da agricultura irrigada, economizando águas superficiais não poluídas, mantendo a qualidade ambiental e servindo como fonte nutritiva às plantas. Conforme Morais (2005), a falta de informações sobre a qualidade da água a ser utilizada na agricultura pode propiciar efeitos deletérios nas propriedades físico-químicas do solo e da água superficial, bem como no rendimento das culturas. De acordo com Rodrigues (2007), fatores climáticos, condições edáficas e os métodos de irrigação podem propiciar o acúmulo de sais dissolvidos na água e determinados íons que se acumulam no perfil do solo ou são carregados para as águas subterrâneas.

O acúmulo de sais relacionados aos altos níveis de CE da água lixiviada pode acarretar a salinização de solos, tornando-se um problema às questões ambientais. Dentre os íons lixiviados, o nitrato ocorre com maior frequência, sendo que não é adsorvido pelos componentes das frações do solo, razão pela qual, de acordo com Correa (2006) se desloca facilmente na solução do solo, podendo ser lixiviado aos mananciais subterrâneos. Nesse contexto, avaliou-se o potencial da lixiviação de nitrato e do nível da condutividade elétrica da água de drenagem de experimento com sorgo sacarino irrigado com efluente sintético similar aos efluentes das estações de tratamento de esgoto doméstico de Petrolina-PE.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi desenvolvida em ambiente protegido de casa de vegetação na Embrapa Semiárido, no município de Petrolina-PE (Latitude 09° 23' 55" Sul e Longitude 40° 30' 03" Oeste) com sorgo sacarino irrigado (*Sorghum bicolor* L. Moench) com efluente sintético baseado na composição média dos Efluentes das Estações de Tratamento de Esgoto (EETE). As plantas foram dispostas em vasos sobre bancadas, contendo solo coletado no horizonte superficial de um Argissolo Amarelo, textura argilosa, proveniente do Campo Experimental de Bebedouro. O experimento foi arranjado em esquema fatorial (4 x 4) + 1, constituindo 16 tratamentos e 1 testemunha, com 3 repetições. Distribuídos em 4 níveis de salinidade (CE – dS.m⁻¹) e 4 concentrações de nitrogênio produzidos pela alteração do efluente sintético e uma testemunha (T) com água de abastecimento. Foram utilizadas as Condutividades Elétricas (CE) da solução iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes e concentrações de nitrogênio iguais a 50, 100, 150 e 200% da encontrada nos efluentes. Os efluentes sintéticos utilizados na irrigação do experimento foram calculados com o objetivo de obter-se CE de 0,42; 0,83; 1,25 e 1,66 dS.m⁻¹ e RAS de 3,18; 4,49; 5,49 e 6,35 mmol.L⁻¹ para os tratamentos S1, S2, S3 e S4, respectivamente, NTK de 55,42; 110,84; 166,26 e 221,68 mg.L⁻¹ para os tratamentos N1, N2, N3 e N4, respectivamente, e DQO de 79,74 mg.L⁻¹.

Na avaliação da água de drenagem, a aferição das medidas compreendeu o início do turno de rega seguinte, quando já havia drenado material da irrigação anterior, funcionando como controle da disponibilidade hídrica, no período compreendido da semeadura à maturação fisiológica e o ponto de colheita em todos os tratamentos da pesquisa. A CE da solução de drenagem foi aferida com um condutímetro portátil (*TDScan 4*), para estimativa dos sais removidos do solo pela drenagem. O NO₃⁻ drenado foi medido com um medidor digital portátil específico para este íon (*Horiba Twin NO₃⁻ B-343*), que consiste de um eletrodo seletivo e de referência combinados, montados em um cartão plástico com visor LCD, que através de soluções preparadas em laboratório é determinado o teor de nitrato presente em amostras.

Os aparelhos utilizados constituem alternativas para testes de teores de CE e NO₃⁻ no campo. Os testes estatísticos foram realizados através do *software* estatístico SPSS for Windows Evaluation Edition – 14.0 (SPSS. INC., 2005), considerando a probabilidade de erro (p) menor ou igual (≤) a 5 %.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: De acordo com Cantarella et al. (2007), nos solos de regiões tropicais, a predominância de cargas negativas e a baixa interação química do NO₃⁻ com os minerais do solo fazem com que este íon esteja sujeito à lixiviação para camadas mais profundas, podendo atingir o lençol freático com potencial de se tornar um contaminante do ambiente. Observa-se o teor elevado dos níveis de NO₃⁻ na água drenada, com uma dinâmica crescente ao longo do experimento, conforme Tabela 1. Nos tratamentos irrigados com teores de N de 50 e 100% das médias dos efluentes (N1 e N2), as concentrações de NO₃⁻ ficaram próximos de 400 mg.L⁻¹ ao longo do experimento, aumentando, porém, a medida que aumentava os níveis da salinidade nos tratamentos. No entanto, nos tratamentos de 150 e 200% (N3 e N4), as concentrações de NO₃⁻ ficaram acima dos 800 mg.L⁻¹, com pico de 2.450 mg.L⁻¹ quando a salinidade estava a 100% (S2).

Tabela 1 – Acompanhamento dos teores de nitrato (mg.L^{-1}) lixiviado durante o experimento

TRATA- MENTOS	ÉPOCA DE COLETA					Desvio Padrão (\pm)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (\pm)	TESTE F
	13/09	20/09	27/09	04/10	11/10				
Testemunha	410,00b	413,33b	433,33ab	443,33a	453,33a	15,20	3,53	14,90	11,12*
S1N1	313,33c	316,67c	336,67b	360,00a	366,67a	19,73	5,83	19,34	19,54**
S1N2	450,00b	456,67b	463,33b	473,33ab	480,00a	9,60	2,07	9,41	41,52*
S1N3	1050,00c	1083,33c	1166,67b	1233,33a	1250,00a	72,00	6,22	70,56	25,64**
S1N4	1083,33d	1116,67c	1166,67b	1200,00a	1216,67a	45,33	3,92	44,43	31,25**
S2N1	236,67c	240,00c	263,33b	280,00a	286,67a	18,40	7,04	18,03	10,49**
S2N2	673,33c	680,00c	703,33b	710,00a	710,00a	14,93	2,15	14,63	15,93**
S2N3	946,67b	950,00b	973,33a	923,33c	983,33a	18,40	1,93	18,03	12,75**
S2N4	2116,67c	2166,67c	2266,67b	2450,00a	2416,67a	120,00	5,26	117,60	54,87**
S3N1	296,67b	303,33b	303,33b	316,67a	313,33a	6,67	2,17	6,53	27,38*
S3N2	416,67b	426,67b	440,00ab	456,67a	456,67a	14,13	3,22	13,85	32,54**
S3N3	806,67c	816,67bc	830,00b	846,67a	846,67a	14,13	1,70	13,85	24,31**
S3N4	1350,00b	1450,00b	1500,00a	1566,67a	1566,67a	69,33	4,66	67,95	29,58*
S4N1	366,67c	376,67c	393,33b	410,00a	410,00a	15,73	4,02	15,42	21,71**
S4N2	383,33b	390,00b	403,33a	406,67a	410,00a	9,60	2,41	9,41	35,89*
S4N3	773,33b	783,33b	803,33a	810,00a	810,00a	14,13	1,78	13,85	27,68*
S4N4	933,33c	1000,00b	1050,00b	1150,00a	1166,67a	78,67	7,42	77,09	28,46**

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

*, **: significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

De acordo com Rodrigues (2007) fatores climáticos como os de Petrolina-PE e condições edáficas contribuem para que os sais dissolvidos na água de irrigação sejam carregados para as águas subterrâneas, causando potenciais impactos. Dessa forma, a Tabela 2 destaca os níveis de CE encontrada na água de drenagem do experimento.

Tabela 2 – Acompanhamento dos níveis da condutividade elétrica (mS.cm^{-1})

TRATA- MENTOS	ÉPOCA DE COLETA					Desvio Padrão (\pm)	Coeficiente de Variação (%)	Intervalo de Confiança (\pm)	TESTE F
	13/09	20/09	27/09	04/10	11/10				
Testemunha	0,80b	0,83b	0,93ab	1,03a	1,07a	0,09	10,00	0,091	4,21*
S1N1	3,73a	3,77a	3,97a	4,03a	4,07a	0,13	3,34	0,128	0,67 ^{ns}
S1N2	3,77b	3,83b	3,97a	4,00a	4,07a	0,10	2,58	0,099	8,54**
S1N3	3,93b	3,97b	4,10a	4,13a	4,13a	0,08	2,04	0,081	9,17**
S1N4	4,00b	4,03b	4,13a	4,17a	4,17a	0,07	1,63	0,065	10,48**
S2N1	6,13c	6,17c	6,33b	6,40a	6,43a	0,11	1,82	0,112	7,89**
S2N2	6,20b	6,23b	6,40a	6,47a	6,47a	0,11	1,72	0,107	13,45**
S2N3	6,13c	6,17c	6,27b	6,37b	6,47a	0,11	1,74	0,107	8,32**
S2N4	6,30c	6,33c	6,73b	7,03a	7,00a	0,29	4,35	0,285	11,25**
S3N1	6,97b	7,03b	7,23a	7,30a	7,27a	0,13	1,79	0,125	14,26**
S3N2	7,10a	7,17a	7,23a	7,30a	7,23a	0,06	0,81	0,057	1,12 ^{ns}
S3N3	7,27b	7,33b	7,63ab	8,00a	8,03a	0,29	3,80	0,285	4,35*
S3N4	7,43b	7,47b	7,73ab	8,00a	8,03a	0,23	2,93	0,222	4,28*
S4N1	8,47b	8,50b	8,77ab	9,03a	9,00a	0,22	2,47	0,212	4,36*
S4N2	8,37b	8,40b	8,63ab	8,80a	8,83a	0,18	2,08	0,175	4,41*
S4N3	8,40b	8,43b	8,77ab	9,10a	9,10a	0,27	3,14	0,269	4,77*
S4N4	8,53b	8,57b	8,83ab	9,07a	9,10a	0,22	2,45	0,212	4,83*

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

ns, *, **: não significativo e significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

O desvio padrão (DP), como medida de dispersão pode ser considerado baixo, com menor variabilidade nos dados da distribuição da frequência dos tratamentos, assim como observado no

intervalo de confiança (IC). A dinâmica da CE da água de drenagem foi crescente à medida que a salinidade dos tratamentos aumentava, não havendo variabilidade quando diferiam os teores de N.

O monitoramento da variação espacial e temporal do nível da condutividade elétrica da solução (CE) em áreas fertirrigadas com águas residuais possibilita, de acordo com Santana et al. (2007), estimar a perda de água por percolação profunda, a evapotranspiração da cultura, determinar as regiões de extração de nutrientes pelas plantas, as possíveis perdas de nutrientes por lixiviação e possíveis riscos de salinização dos solos.

É possível observar que, mesmo aplicando soluções de irrigação com condutividade elétrica menor que 2 dS.m^{-1} , como a especificação de cada tratamento, a água drenada e lixiviada pode chegar a níveis próximo de 9 dS.m^{-1} , merecendo atenção especial no seu manejo, como melhor drenagem agrícola do solo, segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009). Assim, de acordo com Freitas et al. (2007), quando se aplica água salina no solo, sem um manejo adequado que conduza à lixiviação destes sais, podem ocorrer problemas na permeabilidade do solo, dispersando a fração argila e diminuindo a taxa de infiltração, o que pode impedir o desenvolvimento radicular da planta.

CONCLUSÕES: O conhecimento das características da lixiviação de NO_3^- e do nível da CE da água de drenagem do experimento se fez necessário devido aos tratamentos com N e sais, com o intuito de minimizar aspectos negativos que o uso de efluentes promove no solo e nos cursos d'água. Os impactos provocados pela irrigação com efluentes ricos em N e sais tornaram-se uma preocupação crescente, pois estes podem ser lixiviados no solo desde a zona radicular até atingirem lençóis freáticos. Assim, estudos direcionados para o monitoramento de áreas fertirrigadas são de fundamental importância para a tomada de medidas que minimizem problemas relativos a impactos ambientais, como contaminação de águas mais profundas e salinização do solo. Assim, como nesse estudo foi observado aumento na disposição de íons de nitrato e do nível da condutividade elétrica em todos os tratamentos com a utilização de concentrações similares as águas residuárias do município, é possível o monitoramento da translocação de íons e de sais no solo, de forma temporal e espacial, para a prevenção de possíveis impactos ambientais danosos ao solo e ao lençol freático, bem como nos resultados da produção e produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS

- CANTARELLA, H. Nitrogênio. IN: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H. BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa-MG, v.1, p. 375-470, 2007.
- CORREA, R. S. Risk of nitrate leaching from two soils amended with biosolids. **Water Resources**, v.33, n.4, p.453-462, 2006.
- FREITAS, E. V. S.; FERNANDES, J. G.; CAMPOS, M. C. C.; SANTOS FREIRE, M. B. G. Alterações nos atributos físicos e químicos de dois solos submetidos à irrigação com água salina. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Paraíba, v.7, n.1, p.21-28, 2007.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2009. 355 p.
- MORAIS, E. Qualidade da água para irrigação em amostras analíticas do banco de dados do Departamento de Solos e Geologia da Escola Superior de Agricultura de Mossoró, Mossoró – RN. **Caatinga**, v.11, n.1/2, p.75-83, 2005.
- NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARE, F. A. L.; ANDRADE, L. O.; NASCIMENTO, E. C. S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 14, p. 747-754, 2010.
- RODRIGUES, J. O. Modelos da concentração iônica em águas subterrâneas no Distrito de Irrigação Baixo Acaraú, **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.4, p.360-365, 2007.
- SANTANA, G. S.; COELHO, E. F.; SILVA, T. S. M.; RAMOS, M. M. Relação entre nitrato na solução do solo, umidade e condutividade elétrica aparente do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 2, p. 142-157, 2007.
- SPSS. INC., 14.0 for Windows Evaluation Version [Computer program]; SPSS. Inc., 2005.