

REÚSO AGRÍCOLA DE EFLUENTE AQUÍCOLA DO SEMIÁRIDO POTIGUAR: INDICADORES DE QUALIDADE QUÍMICA DO SOLO

Alison Miguel Martins de Araújo¹; Rafael Oliveira Batista².

¹ Estudante de Engenharia Agrícola e Ambiental – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró–RN.
E-mail: alison.araujo@alunos.ufersa.edu.br.

² Professor de Engenharia Agrícola e Ambiental – Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

RESUMO

A escassez hídrica e o potencial poluidor dos efluentes aquícolas são problemas do semiárido brasileiro, que podem ser mitigados pelo reúso da água para fins de irrigação da palma forrageira, onde informações sobre os impactos do uso de diluições desses efluentes no solo são escassas. Neste sentido, objetivou-se com este estudo analisar as alterações de atributos químicos do solo cultivado com palma forrageira miúda e fertirrigado com diluições de efluente aquícola (EA) em água doce (AD). Para isso, foi montada uma área experimental de reúso da água na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró-RN. Sendo o experimento montado no delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos (D1 – 100% de AD-controle; D2 – 75% de AD + 25% de EA; D3 – 50% de AD + 50% de EA, D4 – 25% de EA + 75% de EA e D5 – 100% de EA) e cinco repetições, totalizando 25 parcelas experimentais. Aos 161 dias após do plantio dos cladódios foram obtidas amostras compostas de solo das 25 parcelas nas camadas de 0,0 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m, sendo estas secas, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm para posterior determinação dos atributos pH, condutividade elétrica, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} e Na^{+} , empregando-se a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

1. INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino se caracteriza como área estratégica para gestão sustentável, pois é uma região que apresenta problemas de escassez hídrica e de atividades potencialmente produtoras de degradação da qualidade da água. A aquicultura está dentre os diversos usos, destacando-se como uma atividade com potencial de minimizar a insegurança nutricional e alimentar. No entanto, práticas inadequadas podem ser prejudiciais, e uma gestão ineficiente da atividade compromete a sustentabilidade (CARDOSO; EL-DEIR; CUNHA, 2016).

A aquicultura continental no Brasil é essencialmente representada pela piscicultura, pois das 476.512 toneladas de pescado produzidas em 2013, a aquicultura continental foi responsável por 392.492 toneladas (82,36 %), e a aquicultura marinha, por 84.020 toneladas (17,63 %). Neste contexto, destaca-se a região Nordeste como a maior produtora, com 140.748 toneladas de pescado, sendo a tilápia (*Oreochromus niloticus*) a espécie mais cultivada (BRASIL, 2015).

A atividade da aquicultura tem potencial impactante negativo, podendo comprometer a qualidade da água e afetar a biodiversidade local, devido à liberação de nutrientes (nitrogênio e fósforo) provenientes da ração e dejetos dos peixes, associado ao uso de antibióticos e hormônios. Dentre os potenciais impactos negativos, a eutrofização é ainda mais agravante no semiárido brasileiro, face à baixa disponibilidade hídrica, afetando assim a qualidade de vida das pessoas que dependem desse recurso para seu consumo e sustento (GILBERT; BURFORD, 2017).

Diante dos problemas de escassez hídrica e do elevado potencial poluidor dos efluentes da aquicultura, o reúso da água para a produção da palma forrageira surge como alternativa viável para o semiárido brasileiro. No entanto, os efeitos do uso de diluições de efluentes da aquicultura no solo e informações sobre esses aspectos na literatura nacional e internacional são escassos, mas de grande importância para o semiárido brasileiro.

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é uma cactácea de origem mexicana que apresenta boas características de adaptação à região semiárida brasileira, devido ao seu processo fotossintético, que minimiza a perda excessiva de água por transpiração. Esta planta é rica em carboidrato não fibroso com valor superior às silagens de milho e sorgo, podendo ser fornecida aos ruminantes (bovinos, caprinos e ovinos) desde fresca triturada até sob pastejo. Trata-se de uma opção estratégica de produção de alimentos para ruminantes, em áreas com escassez e irregularidade de precipitações pluviométricas, pois apresenta potencial para manter o desempenho animal, mesmo nos períodos de estiagem prolongada (MARQUES et al., 2017)

A diluição da água residuária é recomendada para que se minimizem os possíveis impactos ambientais que a mesma passa a causar no longo prazo de aplicação. Um estudo

realizado em Mossoró-RN avaliou os efeitos da irrigação de algodão com diferentes diluições de esgoto doméstico em dois tipos de solo. Ao fim do experimento observaram que ambos os solos apresentaram considerável aumento no teor de sódio, que é altamente prejudicial à estruturação do solo, dispersando as argilas e reduzindo sua capacidade de infiltração (ANDRADE FILHO et al., 2013).

Portanto, objetivou-se com este estudo analisar as alterações de atributos químicos do solo cultivado com palma forrageira miúda e fertirrigado com diluições de efluente aquícola em água doce.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em área experimental (Figura 1) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró - RN (5°12'31,25" S e 37°19'08,78"O). Onde o clima é BSh (semiárido) e o solo classificado como ARGISSOLO Vermelho-Amarelo eutrófico. O efluente aquícola (EA), obtido pela mistura de efluente da piscicultura e carcinicultura, foi oriundo do Setor de Aquicultura da UFERSA Mossoró, enquanto a água de diluição foi água doce (AD) da rede de abastecimento público da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN).



Legenda: (1) reservatório para armazenamento do efluente da aquicultura; (2) reservatório para armazenamento da água de poço; (3) cabeçal de controle dotado de motobomba, manômetro e filtro de tela; (4) linha principal de 32 mm; (5) linha de derivação de 50 mm; (6) linhas laterais representando as fitas gotejadoras não autocompensantes.

Figura 1. Componentes da bancada experimental montada na área experimental da UFERSA. fonte: autor.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, tendo cinco tratamentos (D1 – 100% de AD-controle; D2 – 75% de AD + 25% de EA; D3 – 50% de AD + 50% de EA, D4 – 25% de EA + 75% de EA e D5 – 100% de EA) e cinco repetições. Foram utilizadas 25 parcelas

experimentais com dimensões individuais de 1,0 x 1,0 m espaçadas a cada 0,80 m. As irrigações ocorreram a cada 7 dias, intercalando irrigação somente com AD em uma semana e aplicações das diluições de EA em AD na outra semana. Para aplicação da AD foi montado um sistema de irrigação localizado com fita gotejadora, enquanto as aplicações das diluições de EA em AD foram feitas de forma manual com auxílio de provetas e regadores.

Nas parcelas utilizou-se um clone de palma forrageira, a Palma Miúda/IPA-100004, resistente à cochonilha-do-Carmim, pertencente à espécie *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick. Os cladódios foram doados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). Cada uma das 25 parcelas experimentais recebeu cinco cladódio no seu centro, espaçados de 0,20 cm entre si.

Aos 161 dias após do plantio da palma forrageira, foi realizada a coleta de amostras simples de solo nas 25 parcelas experimentais fertirrigadas com as cinco diluições de EA em AD nas camadas de 0,0 a 0,10 m e de 0,10 a 0,20 m. Para cada parcela foi obtida uma amostra composta obtida das misturas homogênea das amostras simples coletadas nas duas camadas. As 25 amostras compostas de solo foram secas, destorroadas e passadas em peneira de 2 mm. As análises foram realizadas nos laboratórios da UFERSA e compreenderam os atributos pH, condutividade elétrica, Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ e Na^+ , empregando-se a metodologia da EMBRAPA (TEIXEIRA et al., 2017).

Os dados do solo foram submetidos à análise de variância pelo programa computacional SISVAR (Sistemas para Análises de Variância), realizando teste de Tukey e contrastes ortogonais para comparação múltipla das médias. Os contrastes a serem utilizados foram os seguintes: 1) Diluição T5 versus as demais diluições (T1, T2, T3 e T4); 2) Diluição T4 versus as diluições T1, T2 e T3); 3) Diluição T3 versus as diluições T1 e T2) e 4) Diluição T2 versus diluição T1. A combinação dos contrastes com as médias das diluições foi expressa da seguinte forma:

$$C1 = 12 m1 + 12 m2 + 8 m3 + 10 m4 - 42 m5$$

$$C2 = 30 m1 + 30 m2 + 20 m3 - 80 m4$$

$$C3 = 6 m1 + 6 m2 - 12 m3$$

$$C4 = 6 m1 - 6 m2$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Notou-se, na Tabela 1, para o pH que o fator diluição (T) não foi significativo ($p < 0,05$), tendo valores de coeficiente de variação (CV) e média geral de 2,20 % e 7,47, respectivamente. Ao analisar o fator T, percebeu-se que não ocorreu diferença estatística ($p < 0,05$) entre as diluições T1 a T5. Entre os valores médios do pH nas diluições, houve variação de 7,39 a 7,57, apresentando, assim, uma classificação química de alcalinidade fraca, e classificação agrônômica muito alta, conforme Ribeiro et al. (1999). Analisando os contrastes

da característica pH, notou-se que não houve efeito significativo ($p < 0,05$) em nenhum dos contrastes testados.

Tabela 1. Resumo da anova, teste de média e contrastes ortogonais das características das características do solo cultivado com a palma forrageira e irrigado com diluições de efluente da aquicultura em água doce

Características químicas do solo						
Fontes de variação	pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
		(dS m ⁻¹)	cmol _c	dm ⁻³	mg dm ⁻³	
Diluição (T)	0,34 ^{ns}	0,33 ^{ns}	0,03 [*]	0,01 ^{**}	0,79 ^{ns}	0,13 ^{ns}
CV (%)	2,20	28,34	17,31	41,09	29,43	32,77
Média geral	7,47	0,038	2,42	0,33	102,76	17,30
Diluições	Comparação das médias (Teste Tukey)					
T1	7,39a	0,033a	2,56ab	0,084a	104,52a	13,86a
T2	7,41a	0,032a	2,58ab	0,15a	93,52a	15,02a
T3	7,57a	0,041a	2,78b	0,21a	113,10a	15,22a
T4	7,55a	0,045a	2,32ab	0,54b	108,70a	20,04a
T5	7,44a	0,038a	1,85a	0,67b	93,96a	22,36a
Erro-padrão	0,32	0,005	0,19	0,06	13,53	2,53
Probabilidade dos contrastes						
Contrastes	pH	CEes	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺
		(dS m ⁻¹)	cmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³	
C ₁ : T5 Vs (T1+T2+T3+T4)	0,77 ^{ns}	0,87 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,01 ^{**}	0,52 ^{ns}	0,04 [*]
C ₂ : T4 Vs (T1 + T2 + T3)	0,23 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,01 ^{**}	0,70 ^{ns}	0,09 ^{ns}
C ₃ : T3 Vs (T1 + T2)	0,08 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,80 ^{ns}
C ₄ : T2 Vs T1	0,76 ^{ns}	0,88 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,75 ^{ns}

Nota: CE – Condutividade elétrica do solo; T1 – Somente água de abastecimento (AA), T2 – 75% de AA e 25% de efluente da aquicultura (EA), T3 – 50% de AA e 50% de EA, T4 – 25% de AA e 75% de EA, e T5 – Somente EA; C1 = 12 m1 + 12 m2 + 8 m3 + 10 m4 – 42 m5; C2 = 30 m1 + 30 m2 + 20 m3 – 80 m4; C3 = 6 m1 + 6 m2 – 12 m3; C4 = 6 m1 – 6 m2. Médias seguidas de letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade * Significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^{ns} - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Constatou-se para a CE que o fator T não foi significativo ($p < 0,05$) e que os valores de CV e média geral foram de 28,34% e $0,038 \text{ dS m}^{-1}$, respectivamente. Quando o fator T é analisado, verifica-se que as médias das diluições T1 a T5 não diferem estatisticamente ($p < 0,05$). Comparando os contrastes da característica CE, averiguou-se que nenhum dos quatro contrastes testados foi significativo ($p < 0,05$).

Para a característica Ca^{2+} , o fator T foi significativo ($p < 0,05$), tendo, ainda, valores de CV e média geral de 17,31 % e $2,42 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Analisando o fator T, evidenciou-se que as diluições T3 e T5 diferem estatisticamente entre si ($p < 0,05$). Nas diluições os valores médios de Ca^{2+} variaram 1,85 a $2,78 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, tendo a classificação da fertilidade do solo variando de média a bom (RIBEIRO et al., 1999). Notou-se, também, que apenas o contraste C1 foi significativo ($p < 0,01$).

Na característica Mg^{2+} o fator T foi significativo ($p < 0,01$), além disso, os valores de CV e média geral foram de 41,09 % e $0,33 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, respectivamente. Ao analisar o fator T, notou-se que as diluições T1, T2 e T3 diferem estatisticamente ($p < 0,05$) das diluições T4 e T5, devido ao aporte de Mg^{2+} pelo efluente da aquicultura. Considerando as diluições, houve oscilação do Mg^{2+} de 0,084 a $0,67 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, tendo a classificação da fertilidade do solo oscilando de muito baixa a média (RIBEIRO et al., 1999). Deve-se ressaltar que os contrastes C1 e C2 foram significativos ($p < 0,01$) para o Mg^{2+} .

Verificou-se para a característica Na^+ que o fator T não foi significativo ($p < 0,05$), apresentando valores de CV e média geral de 29,43 % e $102,76 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Quando se analisa o fator T, constatou-se que não houve diferença estatística entre as médias das diluições T1 a T5. Ao analisar os contrastes ortogonais, notou-se que os contrastes testados não foram significativos ($p < 0,05$).

A característica K^+ apresentou fator T não significativo ($p < 0,05$), tendo valores de CV e média geral de 32,77 % e $17,30 \text{ mg dm}^{-3}$, respectivamente. Analisando o fator T, observou-se que não existe diferença estatística entre as médias das diluições T1 e T5. Os valores de K^+ nas diluições oscilaram de 13,86 a $22,36 \text{ mg dm}^{-3}$, onde a classificação quanto a fertilidade de solo variou de muito baixa a baixa (RIBEIRO et al., 1999). Em relação aos contrastes ortogonais, apenas o contraste C1 ($p < 0,05$) foi significativo.

4. CONCLUSÃO

As diluições de efluente da aquicultura em água doce causaram alterações significativas nos teores de cálcio, magnésio e potássio trocáveis no solo, no entanto os valores de pH, condutividade elétrica e sódio no solo não apresentaram alterações significativas. Por fim, a diluição 25% de efluente da aquicultura mais 75% de água doce minimizou as alterações nos atributos do solo..

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE FILHO, J.; SOUSA NETO, O.N. de; DIAS, N. da S.; NASCIMENTO, I.B. do; MEDEIROS, J.F. de; COSME, C.R. Atributos químicos de solo fertirrigado com água residuária no semiárido brasileiro. **Irriga**, v.18, n.4, p.661-674. 2013.
- BRASIL. **Plano de Desenvolvimento da Aquicultura Brasileira – 2015/2020**. Brasília: Ministério da Pesca e Aquicultura, 2015. 61p.
- CARDOSO, A. S.; EL-DEIR, S. G.; CUNHA, M. C. C. Bases da sustentabilidade para atividade de piscicultura no semiárido de Pernambuco. **Interações**, v. 17, n. 4, p. 645-653, 2016.
- GILBERT, P. M.; BURFORD, M. A. Globally changing nutrient loads and harmful algal blooms: recent advances, new paradigms, and continuing challenges. **Oceanography**, v.30, n.1, p. 58-69, 2017.
- MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; PIRES NETO, O. S. **Cadernos de Ciência Agrária**, v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; VENEGAS, V. H. A. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa-MG: CFSEMG, 1999. 359p.

