



# Uso de *Atriplex nummularia* na extração de sais de solos irrigados com efluentes salinos

Celicina M. da S. B. Azevedo<sup>1</sup>, Giany P. Pedrosa<sup>2</sup>, José F. de Medeiros<sup>3</sup> & Glauber H. de S. Nunes<sup>2</sup>

<sup>1</sup> DCAn/Universidade Federal Rural do Semi-Árido. UFERSA; km 47, BR 110. CEP 59625-900, Mossoró, RN. Fone: (84) 3315-1742. E-mail: [celicina@ufersa.edu.br](mailto:celicina@ufersa.edu.br)

<sup>2</sup> DCV/Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Fone: (84) 3314-2072. E-mail: [giany.pedrosa@gmail.com](mailto:giany.pedrosa@gmail.com); [glauber@ufersa.edu.br](mailto:glauber@ufersa.edu.br)

<sup>3</sup> DCA/Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Fone: (84) 3315-1741. E-mail: [jfmedeir@ufersa.edu.br](mailto:jfmedeir@ufersa.edu.br)

Protocolo 141

**Resumo:** A descarga de efluentes provenientes do rejeito de dessalinizadores e do cultivo de camarões com águas de poços salinizados tem causado impactos ambientais, dentre eles a salinização do solo, tornando-o improdutivo. Visando à solução de tais problemas, estudos têm sido realizados para o aproveitamento do rejeito na aquicultura e, subsequentemente, na irrigação de plantas halófilas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso do rejeito de dessalinizador, associado ao cultivo de camarões, na irrigação de *Atriplex nummularia*, e seu efeito na redução dos teores de sais no solo, em um sistema integrado de agricultura com aquicultura. Esta espécie foi eficiente na retirada de sais do solo, sendo uma alternativa para evitar os efeitos da salinização causada por efluentes salinos. Na presença de esterco no solo, entretanto, *A. nummularia* não foi eficiente na redução dos teores de Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup>, não sendo, pois, recomendável o uso deste adubo, quando a recuperação de solos salinos for prioridade.

**Palavras-chave:** rejeito de dessalinizadores, efluente de aquicultura, halófitas

## Use of *Atriplex nummularia* for salt extract from soil irrigated with saline effluent

**Abstract:** Effluent discharge from desalting brackish water and inland shrimp farms has created environmental problems in due to soil salinization. Thus, studies have been accomplished seeking the use of this desalting wastewater for aquaculture and subsequently irrigation of halophytes. The objective of this study was to evaluate the use of desalting wastewater, associated to shrimp cultivation to irrigate the halophyte *Atriplex nummularia* and the effect of this plant on salt extraction from soil. This specie was efficient in removing salt from the soil, being an alternative to avoid the effects of salinization. In the presence of manure in the soil, however, *A. nummularia* was not efficient in reducing the levels of Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup>. Therefore; use of manure is not recommended when the purpose of the cultivation is to reclaim saline soils.

**Key words:** saline wastewater; aquiculture effluent, halophyte

## INTRODUÇÃO

No semi-árido do Nordeste brasileiro, a escassez e a irregularidade de chuvas provocam o desabastecimento dos reservatórios, resultando em falta de água. Na região de Mossoró, a principal fonte de água para a agricultura é subterrânea, com a captação sendo feita do calcário Jandaíra, através de poços rasos com baixo custo de obtenção, porém apresentando concentrações de sais relativamente elevadas (Lisboa et al., 2000).

Esta água salobra é muito aproveitada na zona rural de Mossoró para o consumo humano, após dessalinizada através

de equipamentos que retiram o excesso de sais da água, dividindo-a em água potável e rejeito. Um outro uso desta água salobra, bastante difundido na região, é para o cultivo do camarão branco do pacífico (*Litopenaeus vannamei*), uma atividade que vem crescendo muito no semi-árido nordestino, e que tem contribuído para aumentar a produção do Rio Grande do Norte, hoje o maior produtor do Brasil (Rocha & Rodrigues, 2003).

A descarga do rejeito de dessalinizadores e de efluentes, provenientes das fazendas de camarões, tem gerado problemas ambientais de salinização do solo, tornando-o improdutivo. Poucos estudos têm sido realizados visando ao reaproveitamento do rejeito de dessalinizadores, de forma a atenuar os problemas

ambientais decorrentes da sua descarga no solo e na água (Porto et al., 2001; Carneiro et al., 2001).

Portanto, torna-se necessário um estudo controlado para determinar a viabilidade da utilização desse rejeito e de efluentes de cultivo de camarão para a produção de plantas halófilas, o que pode ser uma alternativa para o semi-árido nordestino, melhorando a renda dos pequenos produtores e atenuando o impacto ambiental da descarga desses efluentes.

Neste trabalho, objetivou-se avaliar o uso do rejeito de dessalinizador, associado ao cultivo de camarões, na irrigação de *Atriplex nummularia*, e o seu efeito na redução dos teores de sais no solo, em um sistema integrado da agricultura com a aqüicultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado durante o período de 07/12/2004 a 15/02/2005, na horta do Departamento de Ciências Vegetais, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFRSA, no município de Mossoró, RN.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos, em esquema fatorial 2x2x2, formando oito tratamentos com cinco repetições. Os tratamentos (Tabela 1) resultaram da combinação de três fatores: origem da água de irrigação; uso da água de irrigação e substrato utilizado para o plantio. Foram conduzidos dois experimentos simultâneos; o experimento 1, em 40 vasos sem plantas, e o experimento 2, em 40 vasos contendo uma planta de *A. nummularia*, cada um.

Tabela 1. Esquematização dos tratamentos utilizados nos dois experimentos\*

Substrato	Origem da água de irrigação			
	Rejeito de dessalinizador		Água salobra de poço	
	Uso da água de irrigação		Uso da água de irrigação	
	Sem camarão	Com camarão	Sem camarão	Com camarão
Sem esterco	T1	T3	T5	T7
Com esterco	T2	T4	T6	T8

\* Um experimento com planta e outro sem planta

A água usada para irrigação teve duas origens: uma de rejeito de dessalinizador, com salinidade de 4 g.L<sup>-1</sup> e, a outra, de água salobra de poço, com salinidade de 3 g.L<sup>-1</sup>. As águas a serem utilizadas, sem cultivo de camarões, eram estocadas próximo ao local do experimento, em duas caixas d'água de PVC, com capacidade de 500 L. As águas com uso no cultivo de camarões eram provenientes de 12 caixas d'água de PVC de 500 L, das quais seis caixas continham rejeito de dessalinizador e seis, água salobra de poço. Em cada caixa foram estocadas 400 pós-larvas de camarão branco da espécie *Litopenaeus vannamei*, com peso médio de 0,0012 g. Os camarões eram alimentados duas vezes ao dia, numa proporção de 10% de seu peso médio, com ração comercial com 40% de proteína bruta. Essas caixas usadas para o cultivo, estavam em condições ambientais semelhantes àquelas contendo água sem cultivo de camarões.

As mudas de *A. nummularia* foram obtidas através de estaquia e irrigadas, diariamente, com água de um poço artesanal com salinidade de 5 g.L<sup>-1</sup>. Aos 90 dias da estaquia, as mudas foram transplantadas para os vasos, em casa de vegetação, perfurados no fundo e providos de uma mangueira para coleta do excesso de água aplicada na irrigação. O preenchimento dos vasos foi feito do seguinte modo: uma camada de brita no fundo, um pedaço de tecido tipo voal sobre a brita, e sobre o voal os substratos, de acordo com os tratamentos estabelecidos. Esses cuidados foram tomados para evitar o entupimento do orifício inferior. Antes do início do experimento, os vasos foram irrigados até atingirem a capacidade de campo.

Diariamente, as mudas eram irrigadas com o auxílio de um becker, recebendo cada vaso um mesmo volume de água. A condutividade elétrica (CE) da água usada para irrigação também era medida diariamente. Uma vez por semana, a água drenada era coletada para mensurar o volume e a condutividade elétrica. Cada vaso foi considerado como sendo um lisímetro de drenagem. Semanalmente, realizava-se uma aplicação de água para proporcionar lixiviação e drenagem dos vasos, determinando-se o balanço hídrico para o período e se estimando a evapotranspiração de cada vaso (Pereira et al., 2004).

A colheita foi realizada 70 dias após o início do experimento, retirando-se as plantas dos vasos, separando-as do solo, por meio de lavagem. Após a coleta, foram retiradas amostras de solo de todos os vasos, com e sem plantas, e enviadas ao Laboratório de Irrigação do Departamento de Ciências Ambientais da UFRSA, onde se preparou terra firme secada ao ar. As análises foram feitas para as seguintes variáveis do solo: CE e concentrações de Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, no estrato de saturação.

A CE foi medida com um condutivímetro digital de precisão superior a 1% FS, com compensação de temperatura. O sódio (Na<sup>+</sup>) e o potássio (K<sup>+</sup>) foram determinados em fotômetro de chama, e o cloreto (Cl<sup>-</sup>) por titulação com AgNO<sub>3</sub> (EMBRAPA, 1997).

As análises de variância para as características avaliadas foram efetuadas através do software SISVAR versão 3.01 (Ferreira, 2000), onde se procedeu análise conjunta dos experimentos, e para comparação das médias dos tratamentos utilizou-se do teste t (LDS), ao nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Volume da água evapotranspirada nos vasos

Foi significativa a interação tripla entre os fatores: tipo de experimento (sem e com cultivo de *Atriplex nummularia*); origem da água de irrigação (rejeito de dessalinizador e água salobra de poço) e uso da água de irrigação (sem e com cultivo de camarões), não havendo efeito significativo do uso da matéria orgânica. Nos vasos sem plantas, irrigados com água salobra de poço, sem cultivo de camarões, a evapotranspiração foi menor e tendeu a ser máxima onde se utilizou água do poço sem cultivo de camarão e com plantas (Tabela 2). De uma forma geral, os vasos do experimento com planta consumiram mais água, independentemente de sua origem; os vasos do experimento com planta, irrigados com efluente de cultivo de camarões, consumiram menos água, enquanto no experimento sem planta o uso não influenciou na evaporação de água nos vasos. O tipo

Tabela 2. Volume médio de água evapotranspirada nos vasos, nos dois experimentos, em função das origens e dos usos da água de irrigação

Tipos de experimento	Origem da Água de Irrigação			
	Rejeito de Dessalinizador		Água Salobra de Poço	
	Sem Camarão	Com Camarão	Sem Camarão	Com Camarão
Sem Planta	1552 Aaα	1509 Aaα	1464 Bbβ	1508 Aaα
Com Planta	1672 Baβ	1608 Abα	1744 Aaα	1611 Abα

Letras iguais, maiúsculas nas colunas, minúsculas nas linhas e gregas entre colunas alternadas, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t (LSD)

de experimento e o uso da água de irrigação influenciaram na quantidade de água evapotranspirada nos vasos; aqueles que continham planta e os que foram irrigados com água sem cultivo de camarões, consumiram mais água.

Os maiores valores de evapotranspiração para os vasos cultivados estão relacionados à transpiração das plantas, embora sob condições de maior salinidade (água com camarão) não se verificou diferenças significativas, o que pode ser explicado pela diminuição da transpiração das plantas promovida pela redução do potencial osmótico da solução do solo.

#### Parâmetros avaliados no solo

Valores mais baixos de sódio no solo foram observados em vasos sem esterco bovino no substrato, contendo plantas irrigadas com água sem cultivo de camarões, (Tabela 3). Para a origem e o uso da água de irrigação, observou-se que a irrigação com água salobra de poço resultou em solo mais pobre em íons  $\text{Na}^+$ , e a irrigação com cultivo de camarões provocou elevação nos teores de sódio do solo. Quanto ao experimento, nos vasos com planta os teores de sódio foram mais baixos que nos vasos sem planta, enquanto com relação ao substrato utilizado os vasos com esterco apresentaram teores de sódio mais alto, que pode está relacionado.

Tabela 3. Teores médios de sódio no extrato do solo, após a colheita nos dois tipos de experimento, para os tipos de substrato e usos da água de irrigação

Tipos de Experimento	Substrato			
	Sem Esterco		Com Esterco	
	Sem Camarão	Com Camarão	Sem Camarão	Com Camarão
Sem Planta	36,8 Aaα	34,2 Baβ	39,0 Abα	48,0 Aaα
Com Planta	21,2 Bbβ	31,8 Aaα	32,8 Aaα	35,4 Aaα

Letras iguais, maiúsculas nas colunas, minúsculas nas linhas e gregas entre colunas alternadas, não diferem entre si à nível de 5% de probabilidade pelo teste t (LSD).

Valores mais baixos de potássio no solo foram observados em vasos sem esterco bovino no substrato, contendo plantas irrigadas com água salobra de poço sem o uso para o cultivo de camarões (Tabela 4). Na interação entre a origem da água de irrigação e o substrato utilizado, os teores mais baixos de potássio foram observados nos vasos irrigados com água salobra de poço em substrato contendo esterco (Tabela 5). Quanto à interação entre uso da água de irrigação e substrato, os menores valores de potássio foram encontrados em solos

Tabela 4. Teores médios de potássio no extrato do solo, após a colheita Interação para as duas origens e usos da água de irrigação.

Origem da Água de Irrigação	Uso da Água de Irrigação	
	Sem Camarão	Com Camarão
Rejeito de Dessalinizador	55,40 Aa	50,50 Aa
Água Salobra de Poço	42,95 Bb	58,15 Aa

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si à nível de 5% de probabilidade pelo teste t (LSD)

Tabela 5. Teores médios de potássio no extrato do solo, após a colheita, nos dois experimentos, para as duas origens e uso da água de irrigação e os dois tipos de substrato.

Origem da Água de Irrigação	Substrato	
	Sem Esterco	Com Esterco
Rejeito de Dessalinizador	58,95 Ba	46,95 Ab
Água Salobra de Poço	64,10 Aa	37,00 Bb
Uso da Água de Irrigação		
Sem Camarão	53,80 Ba	44,55 Ab
Com Camarão	69,25 Aa	39,40 Ab
Experimento		
Vasos sem Planta	73,25 Aa	46,25 Ab
Vasos com Planta	49,80 Ba	37,70 Ab

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si à nível de 5% de probabilidade pelo teste t (LSD)

contendo esterco bovino como substrato, irrigados com águas com ou sem cultivo de camarões (Tabela 5); já na interação entre experimento e substrato, os vasos do experimento em que a planta *Atriplex nummularia* estava presente, tinham teores mais baixos de potássio que nos vasos sem planta e a presença do esterco também favoreceu a diminuição de íons  $\text{K}^+$  no solo (Tabela 5).

O experimento, o substrato, a origem e o uso da água de irrigação influenciaram nos teores de cloreto do solo, observando-se os valores mais baixos em vasos com planta, em vasos irrigados com água salobra de poço, nos irrigados sem cultivo de camarões e naqueles em vasos sem esterco.

O cultivo de *Atriplex nummularia* resultou em CE do solo mais baixa tornando-o, portanto, menos salino que nos vasos em que esta planta não foi cultivada. A irrigação com água que não proveio do cultivo de camarões e o substrato sem esterco, resultaram também em mais baixa CE do solo. Os menores valores de condutividade elétrica do solo foram observados na interação entre água salobra de poço e seu uso sem o cultivo de camarões (Tabela 6).

Tabela 6. Teores médios de condutividade elétrica no extrato do solo, após a colheita, para as duas origens e usos da água de irrigação.

Origem da Água de Irrigação	Uso da Água de Irrigação	
	Sem Camarão	Com Camarão
Rejeito de Dessalinizador	19,1 Aa	21,3 Aa
Água Salobra de Poço	14,9 Bb	22,2 Aa

Letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si à nível de 5% de probabilidade pelo teste t (LSD)

### Desempenho de *Atriplex nummularia* na retirada de sais do solo

Os vasos do experimento com *Atriplex nummularia* retiveram mais água e, conseqüentemente, apresentaram menores índices de sódio, potássio, cloreto e condutividade elétrica, comprovando o efeito desta halófito na retirada de sais do solo.

O processo de acumulação dos sais por *A. nummularia* é realizado através de numerosas e pequenas vesículas especiais, localizadas principalmente na superfície das folhas (Niu et al., 1993). Essas vesículas são formadas por células vacuoladas ricas em sais, que regulam as concentrações eletrolíticas, acumulando o excesso de NaCl (Sharma, 1982). O efeito de *A. nummularia* na redução de sais do solo também foi observado por Pereira et al. (2004), indicando que esta halófito é uma das alternativas para o manejo integrado em solos salinos, uma vez que a salinização do solo é um indicador de degradação ambiental no semi-árido, ameaçando a sustentabilidade da agricultura irrigada na região.

De acordo com Ramos et al. (2004), as espécies halófilas são capazes de evitar a toxicidade dos íons e manter a absorção de água com altas concentrações salinas. Os dois mecanismos gerais de adaptação celular à salinidade, são: o acúmulo de osmo-protetores, como glicina-betaína ou prolina, e o controle de movimentos iônicos, sendo ambos importantes no crescimento de plantas em terras áridas ou semi-áridas. Além dos íons K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, outros solutos osmoticamente ativos estão presentes na planta e é possível que esses solutos orgânicos funcionem como osmo-protetores.

Quanto à origem da água de irrigação, verificou-se que o solo irrigado com rejeito de dessalinizador apresentou teores mais elevados de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> que quando irrigado com água salobra de poço, possivelmente em consequência do rejeito, que continha mais sais; portanto, a retirada de sais por *A. nummularia* embora significativa, não foi suficiente para reduzir os níveis de sais no solo na mesma proporção dos sais acrescentados pelas águas de irrigação, já que a capacidade de retirada de sais do solo pelas halófilas, é cerca de apenas 10% do sal aplicado pela irrigação com água salobra (Miyamoto et al., 1996).

A redução dos teores de K<sup>+</sup> e Na<sup>+</sup> em solos cultivados com *A. nummularia*, com relação aos solos sem planta, só foi significativa na ausência de esterco. O uso de esterco bovino elevou os teores de Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> e a CE do solo, por ter a matéria orgânica sais em sua constituição (Ayers & Westcot, 1999), além do que, a adição de matéria orgânica no solo aumenta a capacidade de retenção da água e de cátions (Epstein & Bloom, 2006).

Na presença do esterco, o nível de K<sup>+</sup> no solo foi mais baixo, o que pode ser explicado pelo fato dos íons Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> estarem competindo por um mesmo sítio. Quanto mais alta a porcentagem de sódio entre os cátions trocáveis, menor é a porcentagem dos sítios de troca pelo cálcio, magnésio e potássio; e a relação Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup> em meios salinos é tipicamente alta, significando que as halófilas conseguem absorver quantidades de K<sup>+</sup> mesmo na presença de excesso de Na<sup>+</sup> (Epstein & Bloom, 2006).

O uso da água de irrigação proveniente do cultivo de camarões resultou em solo com teores mais elevados de Na<sup>+</sup> e

Cl<sup>-</sup>, e com maior nível de CE, devido ao fato de que a evaporação nos tanques contendo camarões ocorria de modo mais rápido; ressalta-se que a água desses tanques só era renovada a cada seis dias, enquanto a água que não estava submetida ao uso do cultivo de camarões era renovada diariamente.

### CONCLUSÕES

1. A irrigação de *Atriplex nummularia* com o uso de efluentes de cultivo de camarões em águas salobras pode ser uma alternativa para evitar os efeitos da salinização do solo provocados pelas descargas desses efluentes.

2. A halófila *Atriplex nummularia*, cultivada em solos irrigados com águas salinas, foi eficiente na retirada de sais do solo; todavia, na presença do esterco bovino não se observou redução nos teores de sódio e potássio do solo.

### AGRADECIMENTOS

Os Autores agradecem a Marcelo Vinícius do Carmo e Sá pela montagem do sistema de cultivo de camarões. Esta pesquisa foi financiada pelo Banco do Nordeste do Brasil.

### LITERATURA CITADA

- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. A qualidade da água na agricultura. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p.
- Carneiro, M. C.; Tomiyoshi, C.; Lourenço, C. E. L.; Guedes Filho, R.; Melo Junior, H. N. Desempenho do camarão marinho *Litopenaeus vannamei* cultivado com rejeito de dessalinizador no Curimataú paraibano. In: Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, XII, 2001, Foz do Iguaçu, Anais... Congresso Brasileiro de Engenharia de Pesca, 2001.
- EMBRAPA - Manual de métodos de análise de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p.
- Epstein, E.; Bloom, A. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2 ed., Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.
- Ferreira, D. F. Sistema SISVAR para análise estatísticas: manual de orientação. Lavras. Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37 p.
- Lisboa, R. A.; Medeiros, J. F.; Oliveira, M.; Levens, S. L. A.; Silva Júnior, M. J.; Alves, L. P.; Nogueira, F. C. Características hidrodinâmicas dos poços do aquífero do calcário Jandaíra situados na região de maior concentração de áreas irrigadas da Chapada do Apodi. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 5, 2000, Natal. Anais... Natal: ABRH, 2000, v. 1, p.16-22.
- Miyamoto, S.; Glenn, E. P.; Olsen, M. W. Growth, water use and salt uptake of four halophytes irrigated with highly saline water. Journal of Arid Environments, Londres, v. 32, n. 2, p.141-159, 1996.
- Niu, X.; Narasimhan, M. L.; Salzman, R. A.; Bressan, R. A.; Hasegawa, P. M. NaCl regulation of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase gene expression in a glycophyte and a halophyte. Plant Physiology, Rock ville, v.103 p. 713-718, 1993.

- 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, Brasília, v.39, n.8, p.757-762. 2004.
- Porto, E. R.; Amorim, M. C. C. de; Silva Júnior, L. G. de A. Uso do rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.5, n.1, p.111-114, 2001.
- Ramos, J.; López, M. J.; Benlloch, M. Effect of NaCl and KCl salts on the growth and solute accumulation of the halophyte *Atriplex nummularia*. Plant and Soil, Córdoba, v.259, n.1, p.163-168, 2004.
- Rocha, I. P.; Rodrigues, I. A. Carcinicultura brasileira em 2002. Revista da ABCC, Recife, v.5, n.1, p.30-49, 2003.
- Sharma, M. L. Aspects of salinity and water relations of Australian Chenopodes. In: Sen, D. N.; Rajpurohit, K. S. (ed.) Contributions to the ecology of halophytes. Hague: W. Junk, 1982. cap.4, p.155-175. Tasks for Vegetation Science, 2.