

UTILIZAÇÃO DE ÁGUA SALINA NA AGRICULTURA IRRIGADA COMO ALTERNATIVA PARA A PRODUÇÃO DE ALIMENTO

Rogério Rangel Rodrigues^{1}; Ana Paula Almeida Bertossi²; Eduardo Assis da Silva³; Jéferson Rezende de Almeida⁴; Giovanni de Oliveira Garcia⁵*

Resumo – Torna-se necessário desenvolver tecnologias que permitem o reaproveitamento de águas salinas diante da previsão de escassez de água no mundo. Para isso, foi conduzido um experimento em condições de ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), município de Alegre-ES. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso contendo uma planta. A cultivar de alface utilizada foi a Alface Americana, do tipo crespa, e os tratamentos foram quatro níveis de salinidade da água de irrigação, que foram: 0,08 (água da torneira); 0,5; 1,5 e 4,0 dS m⁻¹. Os resultados revelaram que a salinidade da água reduziu o crescimento e o consumo de água pelas plantas de forma linear decrescente. Os resultados podem indicar a possibilidade do uso da água salina como alternativa para produção de alimento para produtores que tem disponibilidade de água salina com restrição de água doce.

Palavras-Chave: Salinização, Água, Irrigação

SALINE WATER USE IN AGRICULTURE IRRIGATED AS ALTERNATIVE TO FOOD PRODUCTION

Abstract: It is necessary to develop technologies that allow the reuse of saline water on the prediction of water scarcity in the world. For this, an experiment was conducted in greenhouse conditions at the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Espírito Santo (CCA-UFES), municipality of Alegre-ES. The experimental design was completely randomized with four treatments and four replications and the experimental unit represented by a pot containing a plant. The cultivar used was lettuce Iceberg Lettuce, curly type, and treatments were four levels of salinity of irrigation water, which were: 0.08 (tap water), 0.5, 1.5 and 4.0 dS m⁻¹. The results showed that the salinity of reduced growth and consumption of water by plants linearly decreasing. The results may indicate the possibility of using saline water as an alternative to food production for producers who have availability of saline water with restricted freshwater.

Keywords: Salinization, Water, Irrigation

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES, e-mail: rogeriorr7@hotmail.com;

² Eng. Agrônoma, Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), Alegre, ES, e-mail: anapaulabertossi@yahoo.com.br;

³ Eng. Agrônomo, e-mail: eduardo_asilva@hotmail.com;

⁴ Biólogo, e-mail: rezendejeferson@hotmail.com;

⁵ Eng. Agrônomo, D.S., Prof. do Depto. de Engenharia Rural, CCAUFES, Alegre, ES, e-mail: giovanni.garcia@ufes.br.

* Autor Correspondente: responsável pela submissão.

INTRODUÇÃO

A problemática da escassez de água no mundo tem sido discutida a décadas, especialmente em países com grandes regiões semi-áridas como o Brasil. Diante desse quadro, a geração de tecnologias e pesquisa que permitam o uso de águas salinas na produção de alimentos tornam-se importantes para o cenário agrícola (PAULUS et al., 2010).

O manejo inadequado da água de irrigação aliado ao uso intensivo de fertilizantes têm contribuído para o aumento de áreas agricultáveis com problemas de salinidade. Esse fato é particularmente importante nas regiões áridas e semi-áridas, devido à escassez da precipitação pluvial e à alta demanda evaporativa, que dificultam a lixiviação dos sais localizados na camada arável do solo. Estima-se que no Brasil existam, aproximadamente, nove milhões de hectares com problemas de salinidade, a maior parte dessa área localizada nos perímetros irrigados do Nordeste (CARNEIRO et al., 2002).

A necessidade da utilização de água de qualidade inferior na agricultura vem aumentando, principalmente nos países subdesenvolvidos, sendo priorizado o uso intensivo dos recursos hídricos de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos, estando esta preocupação presente na expansão das áreas irrigadas, em geral (AYERS; WESTCOT, 1999).

O uso de águas salinas na agricultura irrigada é um desafio que vem sendo superado, com sucesso, em diversos países, graças à utilização de espécies tolerantes e à adoção de práticas adequadas de manejo da cultura, do solo e da água de irrigação (RHOADES et al. 2000). O estudo das condições de salinidade da água torna-se fundamental para entender seus possíveis impactos sobre as culturas irrigadas, uma vez que cada vegetal possui seu limite de tolerância, denominado salinidade limiar, acima do qual o seu rendimento é reduzido com o incremento da salinidade do solo.

A dessalinização de água é uma alternativa inovadora e eficaz de conversão de água salinizada em água potável de boa qualidade, já consolidada em diversos países do mundo (STRANTHMANN, 1994). Porém, um problema apontado no uso dessa tecnologia é a produção de resíduos, com elevada concentração salina (VIEIRA, 2002).

O grande problema do excesso de sais na água de irrigação é seu efeito sobre o solo e a cultura estabelecida nesse ambiente. Em condições salinas, a água disponível do solo é reduzida devido à contribuição do potencial osmótico provocado pelo acúmulo de sais no solo. Desta forma, todo processo morfofisiológico da planta é afetado, nessas condições ocorrem o fechamento dos estômatos, conseqüentemente redução da fotossíntese e diminuição da translocação de nutrientes das raízes para a parte aérea.

Portanto, objetivou-se com esse trabalho o estudo de níveis críticos de sais na água de irrigação, visando o uso dos recursos hídricos salinizados.

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi conduzido no período de maio a junho de 2012, em condições de ambiente protegido, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES) no município de Alegre-ES localizado sob coordenadas geográficas 20°45'45,44" de latitude Sul e

41°32' 11,89" de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 269 m. De acordo com a classificação de Köppen o clima da região é do tipo "Aw" com estação seca no inverno, a temperatura anual média é de 23,1 °C e a precipitação anual em torno de 1200 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e quatro repetições, sendo a unidade experimental representada por um vaso contendo uma planta. A cultivar de alface utilizada foi a Alface Americana, do tipo crespa, e os tratamentos foram quatro níveis de salinidade da água de irrigação, que foram: 0,08 (água da torneira); 0,5; 1,5 e 4,0 dS m⁻¹, de modo que os valores contemplassem classes de baixa a muito alta salinidade de acordo com a classificação do Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 1974). Os diferentes níveis salinos foram obtidos pela dissolução de cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de cálcio (CaCl₂) em água proveniente do sistema de abastecimento do campus do CCA-UFES.

O plantio foi realizado com mudas produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, sendo as sementes semeadas em substrato comercial. Quando as mudas apresentaram cerca de 3 a 4 folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de plástico com capacidade para 4 dm³.

O material de solo coletado foi peneirado em malha de 2 mm, sendo retirada uma subamostra para caracterização química e física (EMBRAPA, 1997).

Foram determinadas as características físico-hídricas do solo para a determinação da irrigação real necessária ao desenvolvimento da cultura (Tabela 1). A densidade do solo foi determinado pelo método da proveta, a umidade do solo na capacidade de campo à tensão de 0,01 MPa e a umidade do solo no ponto de murcha permanente à tensão de 1,5 MPa, com o auxílio do extrator de Richards, de acordo com EMBRAPA (1997).

Tabela 1: Característica físico-hídrica do solo utilizado no experimento

CC	PMP	Ds
----- % -----		g cm ⁻³
29,6	14,1	1,21

Para a realização das irrigações foi determinado o peso de cada parcela experimental na capacidade de campo, chamado neste trabalho de peso na capacidade de campo inicial (P_{cci}). Para a determinação do P_{cci} todos os vasos já com as mudas plantadas foram saturados com água e deixados em drenagem livre por 48 horas a fim de que o solo atingisse a capacidade de campo. Após a determinação do P_{cci} de cada parcela experimental foi calculado o peso crítico para irrigação de cada parcela experimental (P_{ci}), utilizando um fator de disponibilidade hídrica (f) de 0,3, valor este recomendado para verduras e legumes (MANTOVANI et al., 2009).

Após a determinação o P_{cci} de cada parcela experimental foi calculado a lâmina de irrigação (L_I) correspondente ao fator de disponibilidade hídrica utilizado. Para isso, foi determinada a água disponível do solo (AD), considerando os valores de umidade volumétrica na capacidade de campo (CC) e no ponto de murcha permanente (PMP), utilizando-se a equação 1 (CENTURION; ANDREOLI, 2000).

$$AD = CC - PMP \quad (1)$$

Em que:

- AD – água disponível em % em peso;
- CC – Capacidade de campo em % em peso; e
- PMP – Ponto de murcha permanente em % em peso.

A partir da água disponível, foi estabelecida a umidade do solo correspondente ao fator de disponibilidade hídrica (0,3), sendo utilizada no cálculo da lâmina de irrigação (L_I) necessária para elevar o teor de umidade do solo (U_a) à capacidade de campo, para isto utilizou-se a equação 2 (SOUSA et al., 2003).

$$L_I = \left(\frac{CC - U_a}{10} \right) * D_s * h \quad (2)$$

Em que:

- L_I – Lâmina de irrigação em mm;
- CC – umidade na capacidade de campo em % em peso;
- U_a – umidade atual do solo relativo ao f de 0,3, sendo igual a 30% da AD;
- D_s – Densidade do solo em $g\ cm^{-3}$; e
- h – altura de solo utilizado no vaso em cm.

Para transformar a lâmina de irrigação (L_I) em volume ($mL\ vaso^{-1}$), foi multiplicado a L_I pela área útil do vaso.

O solo de cada vaso foi coberto com plástico branco para minimizar a perda de água por evaporação, visando garantir que a água perdida em cada parcela experimental fosse apenas proveniente da transpiração das plantas. Ao final da tarde de cada dia todas as parcelas eram pesadas em uma balança eletrônica e a irrigação era feita toda vez que o P_{ci} fosse atingindo, voltando a umidade do solo para a umidade na capacidade de campo inicial (P_{cci}).

O turno de rega foi de três dias, sendo utilizada uma lâmina de lixiviação de 30% da água repostada em cada parcela, a fim de manter a condutividade elétrica do estrato de saturação do solo favorável ao desenvolvimento da cultura.

A colheita da alface foi realizada aos 35 dias após transplante e foram mensuradas as variáveis: matéria total fresca (MTF), matéria total seca (MTS) e o consumo total de água (CTA) em cada tratamento. Os valores de massa de matéria da planta fresca e seca foram determinados em balança com precisão de 0,001.

Os tratamentos foram estudados mediante análises de variância, aplicando-se regressão para o fator salinidade ao nível de 1% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do *software* estatístico SAEG (Sistema para Análises Estatísticas da Universidade Federal de Viçosa – UFV), versão 9.0 (EUCLYDES, 2004).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 está apresentado o resumo da análise de variância para a matéria total fresca da planta, para a matéria total seca e para o consumo total de água.

Tabela 2. Resumo da ANOVA e valores médios de matéria total fresca da planta (MTF), matéria total seca (MTS) e do consumo de total de água (CTA)

FV	GL	QM		
		MTF	MTS	CTA
TRAT	3	18708,46**	68,84**	4,91**
Resíduo	12	39,35	0,072	0,001
Total	15			
Média Geral		269,48	16,86	4,52
CV (%)		2,33	1,6	0,84

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

Observa-se na Tabela 2 que as três variáveis avaliadas foram significativas ao nível de 1% de probabilidade. Isso significa que há diferença estatística entre os tratamentos. Assim, as variáveis foram avaliadas por análise de regressão.

A matéria total fresca e a matéria total seca da planta foram avaliadas por análise de regressão, demonstrando resultado linear decrescente com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 1).

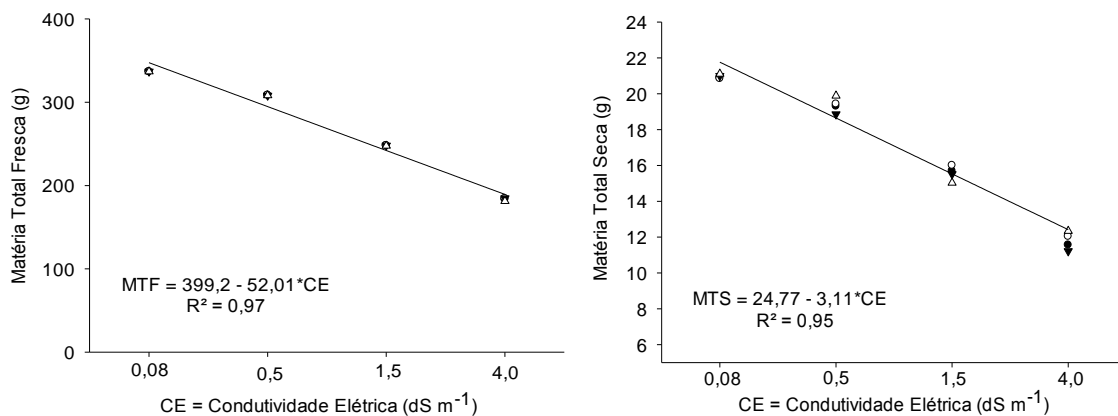


Figura 1: Análise de regressão para a matéria total fresca (MTF) e matéria total seca (MTS) da alfaca para diferentes condutividade elétrica na água de irrigação, sendo: 1 = 0,08 dS m⁻¹; 2 = 0,5 dS m⁻¹; 3 = 1,5 dS m⁻¹ e 4 = 4,0 dS m⁻¹.

O excesso de sais na água de irrigação diminui drasticamente o desenvolvimento de diversas culturas. Porém, existem limites críticos de níveis aceitáveis de condutividade elétrica da água para diferentes culturas. Assim, torna-se primordial o estudo da qualidade do recurso hídrico utilizado na irrigação, para, além incluir seu uso na agricultura irrigada, entender o comportamento da planta aos diferentes níveis de sais na água.

Existem áreas onde a salinidade da água é um processo natural do meio. Entendendo o efeito dos sais no solo e na planta, pode-se utilizar tais recursos hídricos, outrora marginais.

Resultados semelhantes foram encontrados por diversos autores, como: Paulus et al. (2010), avaliando alface hidropônica; Viana et al. (2001) com a cultivar de alface Elba e; Dias et al. (2005), avaliando o efeito da salinidade da água sobre a cultivar Americana, do tipo crespa.

Entender os diferentes níveis críticos de salinidade torna-se essencial para o uso de recursos hídricos que apresentam excesso de sais ou níveis toleráveis para determinada cultura. A tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, entre estádios de desenvolvimento, em cada fase a tolerância à salinidade é controlada por mais de um gene e altamente influenciada por fatores ambientais (MUNNS, 2005).

No entanto, os efeitos também são dependentes de outros fatores, como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipo de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Na Figura 2 é apresentado o comportamento do consumo total de água nos diferentes tratamentos.

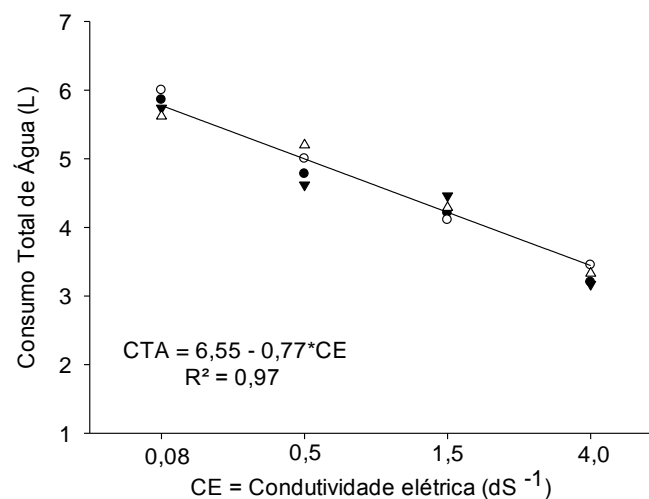


Figura 2: Análise de regressão para o consumo total de água (CTA) pela alface para diferentes condutividade elétrica na água de irrigação, sendo: 1 = 0,08 dS m⁻¹; 2 = 0,5 dS m⁻¹; 3 = 1,5 dS m⁻¹ e 4 = 4,0 dS m⁻¹.

A disponibilidade mundial de água doce para irrigação está diminuindo em razão da crescente competição com o desenvolvimento urbano e industrial, de forma que o uso de água de qualidade inferior para irrigação se torna um desafio. Para a utilização dessas águas de qualidade inferior na agricultura deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada, boa qualidade dos produtos e com mínimos riscos pelo efeito de salinização dos solos (MEDEIROS et al., 2007).

No Nordeste, a maior parte das águas utilizadas na irrigação contém teores relativamente elevados de sais, sendo frequentemente encontrados valores da ordem de 0,1 a 5,0 dS m⁻¹ (COSTA et al., 2004).

Portanto, estudos voltados à utilização de recursos hídricos portadores de consideráveis concentrações de sais é uma alternativa viável ao uso e reúso de tais recursos na agricultura irrigada.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), pela viabilização da pesquisa.

CONCLUSÕES

As variáveis avaliadas na alface apresentaram resposta linear decrescente em resposta ao incremento da salinidade na água de irrigação.

Recursos hídricos com nível de salinidade considerável, proveniente de causas naturais ou antrópicas, podem ser úteis na agricultura irrigada.

REFERÊNCIAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. (1999). A qualidade da água na agricultura. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 153p. (Estudos FAO. *Irrigação e Drenagem*, 29).
- CARNEIRO, P.T., FERNANDES, P.D., GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L. (2002). Germination and initial growth of precocious dwarf cashew genotypes under saline conditions. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, v.6, n.2, p.199-206.
- CENTURION, J. F.; ANDREOLI, I. (2000). Regime hídrico de alguns solos de Jaboticabal. *Revista Brasileira da Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, p. 701-709.
- COSTA, D. M. A.; HOLANDA, J. S.; FILHO, O. A. (2004). Caracterização de solos quanto a afetação por sais na Bacia do Rio Cabugi – Afonso Bezerra, RN. *Revista Holos*, v.20, p.112-125.
- DIAS, N. S.; DUARTE, S. N.; YOSHINAGA, R. T.; TELES Filho, J. F. (2005). Produção de alface sob diferentes níveis de salinidade do solo. *Irriga*, v.10, p.20-29.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. (1997). *Manual de métodos de análises de solo*. 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e do Abastecimento.
- EUCLYDES, R.F. (2004). *Sistema para análises estatísticas (SAEG 9.0)*. Viçosa: FUNARBE/UFV.
- MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. (2009). *Irrigação: princípios e métodos*. 2. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV, 355 p.

MEDEIROS, J. F. de; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. de. (2007). Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.248-255.

MUNNS, R. (2005). *Genes and salt tolerance: Bring them together*. *New Phytologist*, v.143, p.645-663, 2005.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. (2010). Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, 28:29-35.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. (2000). *Uso de águas salinas para produção agrícola*. Tradução de GHEYI, H. R.; SOUSA, J. R.; QUEIROZ, J. E. Campina Grande, UFPB, 117p. (Estudos FAO Irrigação e Drenagem, 48).

SOUSA, M. B. A.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, L. O.; BUFFON, V. B.; BONOMO, R. (2003). *Avaliação de irrigação em propriedades de café conilon no norte do Espírito Santo*. In: Irrigação do cafeeiro: informações técnicas e coletâneas de trabalhos. Viçosa: Associação dos Engenheiros Agrícolas de Minas Gerais, 260 p.

STRANTHMANN, H. (1994). Electrolytic membrane processes and their practical applications. *Environmental Oriented Electrochemistry*. Amsterdam: Elsevier, p. 505-523. (*Studies in Environmental Science*, 59).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. (2009). *Plant physiology*. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 719p.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA. (1974). *Guideline for Interpretation of Water Quality for Agriculture*. Davis: Committee of consultants, 13 p. Disponível em <<http://www.fao.org/docrep/003/t0234e/t0234e00.htm>>. Acesso em: 10 abr. 2013.

VIANA, S. B. A.; RODRIGUES, L. N.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. (2001). Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.5, p.60-66.

VIEIRA, V. P. (2002). Sustentabilidade do semi-árido brasileiro: desafios e perspectivas. *RBRH*, São Paulo, v.7, n.4, p.105-112.