



CRESCIMENTO, PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA DO MANJERICÃO SOB ESTRESSE SALINO

L. S. Alves¹, V. P. da S. Paz², H. R. Gheyi², A. J. P. da Silva²; F. E. R. Oliveira³,
M. A. G. Barbosa⁴

RESUMO: Em áreas irrigadas, particularmente em regiões áridas e semiáridas, as plantas geralmente sofrem o efeito tanto do estresse hídrico, quanto da salinidade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento e a eficiência do uso da água de manjericão (*Ocimum basilicum* L.) cultivado em condições de estresse salino. O trabalho foi realizado em casa de vegetação sob delineamento experimental inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos com 4 repetições, sendo avaliados 5 níveis de salinidade da água de irrigação: 0,01 dS m⁻¹ - controle; 1,2; 2,3; 3,4; 4,5 dS m⁻¹. As variáveis altura da parte aérea, diâmetro do caule, massa fresca e seca tiveram decréscimos respectivamente, de 4,06, 5,45, 11,5 e 11,60%, por acréscimo unitário de salinidade de água. Para as variáveis relacionadas ao sistema radicular (comprimento, massa fresca e seca) observou-se decréscimos de 6,04, 12,60 e 15,50%, respectivamente, em função de acréscimos unitários de salinidade de água. O consumo hídrico pelas plantas em maior nível de salinidade de água foi reduzido em 51% em relação ao controle e a eficiência do uso da água teve um decréscimo de 6,03% por incremento unitário da condutividade elétrica da água. Em geral, o aumento da salinidade acarretou reduções para todas as variáveis estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: consumo hídrico, planta medicinal, salinidade.

GROWTH, PRODUCTION AND WATER USE EFFICIENCY OF BASIL UNDER SALINE STRESS

¹Doutoranda em Engenharia Agrícola (Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos) na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas-BA. E-mail: lusuzart85@yahoo.com.br;

² Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (Agricultura Irrigada e Recursos Hídricos), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas-BA. E-mail: vitalpaz@ufrb.edu.br; hans@pq.cnpq.br; alissonagr@gmail.com

³Mestre em Solos e Qualidade de Ecossistemas pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas-BA. E-mail: ederigt@yahoo.com.br

⁴ Doutor em Ciências Agrárias (Agricultura Irrigada e Sustentabilidade de Sistemas Hidroagrícolas) pela Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, Cruz das Almas-BA. E-mail: murilloanderson@hotmail.com

ABSTRACT: In irrigated areas, particularly in arid and semiarid regions, plants usually suffer from both the effects of water stress and salinity. The objective of this study was to evaluate the development and water use efficiency of basil (*Ocimum basilicum* L.), grown in different conditions of salt stress. The study was conducted in a greenhouse in a completely randomized design, consisting of 5 treatments and 4 replications, with 5 salinity levels of irrigation water: 0.01 - control; 1.2; 2.3; 3.4; 4.5 dS m⁻¹. The variables shoot height, stem diameter, fresh and dry weight decreased in 4.06, 5.45, 11.5 and 11.60%, respectively, with unit increase in water salinity. The variables related to the root system (root length, fresh and dry weight) decreased by 6.04, 12.60 and 15.50%, respectively, with unit increase in electrical conductivity of the water. Water consumption by plants in high salinity treatment was reduced by 51% compared to control and water use efficiency decreased 6.03% with unit increase in salinity of irrigation water. In general, the increase in salinity caused reductions for all the studied variables.

KEYWORDS: water consumption, medicinal plant, salinity.

INTRODUÇÃO

A salinização é um dos fenômenos crescentes em todo o mundo, principalmente em regiões áridas e semiáridas, decorrente de condições climáticas e da agricultura irrigada (SAIRAM et al., 2004). No Nordeste brasileiro, as águas utilizadas na irrigação apresentam, na maioria das vezes, concentração de sais na faixa de 1 a 30 mmolc L⁻¹ correspondendo à faixa de condutividade elétrica de 0,1 a 3,0 dS m⁻¹ (HOLANDA & AMORIM, 1997). Apesar da disponibilidade hídrica subterrânea em muitos locais do semiárido, a alta concentração de sais da água restringe o uso para cultivos convencionais, sendo comuns poços subterrâneos em desuso.

Estudos com cultivo de plantas medicinais sob irrigação com água salina são mais limitados na literatura. O manjericão (*Ocimum basilicum* L.), pertencente à família Lamiaceae, tem se destacado pelo seu uso na medicina tradicional e/ou popular (BERTOLUCCI et al., 2008).

De acordo com Blank et al. (2004), o cultivo do manjericão é estratégico pela grande diversidade de aplicação dessa espécie para fins culinários, ornamentais e extração de óleo. Assim, visualiza-se esta cultura como uma alternativa geradora de emprego e renda para pequenos produtores rurais, encontrando no Nordeste Brasileiro condições propícias para o seu desenvolvimento.

A principal hipótese investigada é que as plantas de manjeriço respondem diferentemente à salinidade da água, com consequências no crescimento e desenvolvimento da espécie; com isso objetivou-se estudar o crescimento, produção de biomassa e a eficiência do uso da água pela cultura de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), irrigadas com águas salobras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de janeiro a março de 2013, na área experimental do Núcleo de Engenharia de Água e Solo da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizada no município de Cruz das Almas – BA.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, constando de 5 tratamentos, com 4 repetições. Foi utilizada água de chuva, por possuir baixa condutividade elétrica (CEa), aproximadamente igual a $0,016 \text{ dS m}^{-1}$, correspondendo ao tratamento T1 (testemunha), os demais tratamentos, T2, T3, T4 e T5, foram obtidos pela adição de NaCl comum (sem iodo) à água de chuva, até atingir os níveis de CEa desejados; 1,2 – T2; 2,3 – T3; 3,4 – T4; $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ – T5, medidos por meio de um condutivímetro. O material de solo foi seco ao ar, destorroado, homogeneizado e posteriormente retirado uma amostra para análise química (Tabela 1) conforme metodologias recomendadas pela EMBRAPA (1997).

As mudas de manjeriço foram adquiridas de matrizes hidropônicas, propagadas por estaquia em células de espuma fenólica durante sete dias, e após o enraizamento foram encaminhadas para um berçário em sistema hidropônico permanecendo por um período de 20 dias, até atingir o momento de transplante e transplantadas para recipientes, com volume de $0,1 \text{ m}^3$ (100 L), preenchidos com solo, sendo cultivadas 5 plantas por recipiente. Os recipientes dispunham de um sistema de drenagem em sua base para permitir o fluxo do lixiviado. Os recipientes foram preenchidos com brita na parte inferior (0,05m do recipiente), recoberta com manta geotêxtil (bidim), com o objetivo de permitir o escoamento da água, impedindo a mistura do solo e da camada drenante. Por fim, acomodaram-se seis camadas de solo, cada uma com 5 cm de altura, totalizando 30 cm de altura e 108,00 kg de solo.

Antes do plantio, após o solo ser acomodado nos recipientes, iniciou-se o processo de saturação dos mesmos, já com águas de respectivos tratamentos, procedendo-se em etapas até que ocorresse o início da drenagem do lixiviado em cada recipiente; a drenagem ocorreu livremente por 48 horas. O processo de saturação foi realizado com os recipientes cobertos com plástico para evitar a evaporação.

Com base nas características químicas do solo, realizou-se uma adubação, utilizando húmus de minhoca (1 kg por recipiente), a partir da quarta camada do vaso (15 cm). A quantidade do adubo utilizado foi com base em recomendações para plantas medicinais segundo Trani et al. (2007). O manejo da irrigação foi realizado com base no monitoramento do potencial da água no solo medido por meio de tensiômetros, instalados a 0,20 m de profundidade, em três recipientes de cada tratamento. Sendo os mesmos conectados com transdutores de pressão do tipo MPX 5100 (Motorola) para monitoramento continuado das variações de potencial da água no solo ao longo do tempo. Os dados de potencial da água no solo foram armazenados em um datalogger CR1000, Campbell Scientific.

Os valores de umidade foram obtidos a partir dos respectivos valores de potencial matricial, utilizando-se a curva de retenção de água no solo.

A frequência de irrigação foi diária, aplicando-se ao solo o volume de água necessário para retornar a umidade do solo à capacidade de campo. O volume lixiviado foi coletado através do sistema de drenagem existente na base dos recipientes.

As variáveis de crescimento e produção do manjeriço foram avaliadas aos 55 dias após o transplântio (DAT), determinando-se: a altura das plantas, o diâmetro do caule, comprimento da raiz, massa de matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz. A massa seca foi determinada mediante secagem em estufa com fluxo de ar forçado a 45°C, por 10 dias, até atingirem peso constante.

O consumo hídrico diário foi calculado mediante dados do volume de água aplicado e drenado, conforme a Eq. 2:

$$CH = V(ap) - V(dr) \quad (2)$$

Em que:

CH - Consumo hídrico, L dia⁻¹

V(ap) - Volume aplicado, L

V(dr) - Volume drenado, L

A eficiência do uso da água (EUA) foi obtida a partir da razão entre a produção de massa de matéria seca da parte aérea e o consumo hídrico acumulado do 1 aos 55 dias após o transplântio.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, sendo analisados por meio da análise de regressão, com significância de 0,05 da probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que a salinidade da água de irrigação apresentou efeito significativo para todas as variáveis avaliadas (Tabela 2).

A altura da parte aérea e o diâmetro do caule foram reduzidos à medida que se aumentou o nível salino da água de irrigação, sendo verificado um decréscimo de 4,06% e 5,45% por acréscimo unitário da salinidade da água, conforme demonstrado nas Figuras 1A e B, respectivamente. Flowers (2004) destaca que em condições de estresse salino, as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, tendo como consequência uma redução da taxa fotossintética, sendo esta uma das principais causas na diminuição do crescimento das espécies nestas condições.

Semelhante ao comportamento verificado com as variáveis altura e diâmetro, a massa fresca e seca da parte aérea também foram reduzidas linearmente com o aumento da salinidade da água de irrigação, com decréscimos por incremento unitário da salinidade da água de irrigação de 11,5% e 11,6%, conforme demonstrado na Figura 1C e D, respectivamente. De acordo com Wahid (2004), plantas que se desenvolvem sob estresses ambientais, tendem a apresentarem modificações morfológicas, como redução na massa seca das folhas e, conseqüentemente, da parte aérea.

No que diz respeito ao sistema radicular do manjeriço, o decréscimo por aumento unitário da salinidade da água de irrigação foi em média de 6,04%, 12,63% e 15,50%, respectivamente, para o comprimento, massa fresca e seca das raízes (Figuras 2A, B e C). Observa-se que a maior redução, em função da salinidade da água de irrigação, ocorreu na massa seca e fresca das raízes, indicando que o sistema radicular foi mais sensível a salinidade que a parte aérea, altura e diâmetro.

Jamil et al. (2004) relatam que o desenvolvimento da raiz e da parte aérea são as características mais importantes para avaliação das plantas sob estresse salino, uma vez que as raízes estão em contato direto com o meio salino, diante disso, essas características fornecem informações importantes sobre a resposta das plantas às condições de estresse.

O acúmulo de sais no solo pela irrigação com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, provocou reduções em todas as variáveis analisadas à medida em que a concentração de NaCl foi acrescida, acarretando em uma provável redução dos processos fotossintéticos e metabólicos da espécie.

Analisando-se o consumo hídrico médio diário da cultura do manjeriço (Figura 3), verifica-se que o total de água aplicado nas plantas submetidas ao tratamento controle (T1) foi maior que as plantas dos demais tratamentos, em todos os períodos de desenvolvimento

avaliados. As diferenças entre o tratamento 1 e os demais, foram maiores a partir dos 27-37 dias após o transplântio.

Nota-se que no período inicial, entre 1 e 26 DAT as plantas dos diferentes tratamentos apresentaram um consumo hídrico baixo, variando de 1,60 L dia⁻¹ para plantas sem estresse salino (T1) e 1,35 L dia⁻¹ para plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹ (T5), representando uma redução de aproximadamente 15% do volume de água consumido com o aumento da salinidade. Dos 27 DAT até os 37 DAT esta diferença passa para 33%, e dos 38 DAT até 48 DAT, para 51%, o que representa uma variação de 4,2 L dia⁻¹ (T1) a 2,0 L dia⁻¹ (T5). Entre os 49 e 55 DAT, o consumo foi de 4,4 L dia⁻¹ para plantas sem estresse salino (T1) e 2,85 L dia⁻¹ para plantas irrigadas com água de condutividade elétrica de 4,5 dS m⁻¹ (T5), representando uma redução de aproximadamente 35% do volume de água consumido com o aumento da salinidade (Figura 4). De acordo com Richards (1974), o efeito osmótico da salinidade reduz a disponibilidade de água para a planta, contribuindo com o estresse hídrico, com redução progressiva da superfície transpiratória. O que fica comprovado nesse experimento, que o estresse salino induz a um estresse hídrico devido a redução do potencial osmótico.

O consumo hídrico total das plantas apresentou uma tendência significativa e negativa em relação ao aumento dos níveis de salinidade da água ($p < 0,01$). Para cada aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação (dS m⁻¹) existiu uma redução de 8,09% no consumo hídrico total do manjeriço (Figura 4).

Os resultados encontrados neste trabalho corroboram com Silva et al. (2013), que observaram com a cultura de beterraba submetido a um solo salinizado, a redução no consumo hídrico pelas plantas.

A eficiência do uso da água do manjeriço foi determinada a partir da razão entre a massa seca da cultura e o total de água aplicado até os 55 dias após o plantio. Mesmo com a redução no consumo hídrico da cultura causada pelo aumento da salinidade da água de irrigação, houve decréscimo linear na eficiência do uso da água devido ao aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 5). Esse decréscimo indica que o estresse salino induz ao menor consumo de água, em consequência da redução de crescimento vegetativo (RHOADES & LOVEDAY, 1990). Ocorreu uma redução na eficiência do uso da água de 6,03% por aumento unitário da salinidade da água de irrigação (dS m⁻¹).

CONCLUSÕES

O aumento da concentração salina na água de irrigação resultou em diminuição na altura e diâmetro do caule do manjeriço.

A salinidade reduziu linearmente o acúmulo de massas de matéria fresca e seca da parte aérea de *Ocimum basilicum* L., bem como do comprimento, massa fresca e seca da raiz, sendo os efeitos mais drásticos foram observados na massa seca de raízes.

O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação reduz o consumo hídrico diário da planta e diminui a eficiência do uso da água.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) e a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo, p.212, 1997.

FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, n.396, p.307-319, 2004.

HOLANDA, J. P.; AMORIM, J. R. A. QUALIDADE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO. IN: GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. M. (ed.) Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: UFPB-SBEA, 1997. p. 137-169.

JAMIL, M.; RHA, E. S. The effect of salinity (NaCl) on the germination and seedling of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) and cabbage (*Brassica oleracea capitata* L.). *Korean Journal of Plant Resources*, v.7, p.226-232, 2004.

RHOADES, J. D.; LOVEDAY, J. Salinity in irrigated agriculture. In: STEWART, D. R.; NIELSEN, D. R. (ed.) Irrigation of agricultural crops. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p.1089-1142, 1990. *Agronomy*, 30.

SAIRAM, R. K.; TYAGI, A. Physiology and molecular biology of salinity stress tolerance in plants. *Current Science*, v.86, n.3, p.407-421, 2004.

SILVA, A. O.; KLAIR, A. E.; SILVA, E. F. DE F.; TANAKA, A. A.; JUNIOR, J. F. S. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.11, p.1143-1151, 2013.

SOUSA, A. E. C.; GHEYI, H. R.; CORREIA, K. G.; SOARES, F. A. L.; NOBRE, R. G. Crescimento e consumo hídrico de pinhão manso sob estresse salino e doses de fósforo. Revista Ciência Agronômica, v.42, n.2, p.310-318, 2011.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. Hortaliça e plantas medicinais: manual prático. Campinas: Instituto Agronômico, 2007, p.72 (Série Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, 1999).

WAHID, A. Analysis of toxic and osmotic effects of sodium chloride on leaf growth and economic yield of sugarcane. Botanical Bulletin of Academia Sinica, v.45, n.2, p.133-141, 2004.

Tabela 1. Características química do solo

pH	M.O.	P	K	Ca+Mg	Al	Na	H+Al	SB	CTC
	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³-cmolc dm ⁻³ -----						
6,50	15,52	16,00	0,12	1,30	0,10	0,10	3,25	1,54	4,79

Tabela 2. Resumo do teste F para altura (ALT), diâmetro do caule (DC), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento da raiz (CR), massa fresca de raízes (MFR) e massa seca da raízes (MSR) de plantas de manjeriço irrigadas com água salobras de diferentes condutividade elétricas aos 55 dias após transplantio.

Variável	Pr>Fc	CV(%)
ALT	0,000**	6,25
DC	0,000**	13,08
MFPA	0,000**	25,10
MSPA	0,000**	29,98
CR	0,050*	14,91
MFR	0,025*	33,54
MSR	0,003**	37,07

C.V. = coeficiente de variação; Pr>Fc = Indicativo de significância do teste F; ** e *significativo pelo teste F a 0,01 e 0,05 de probabilidade

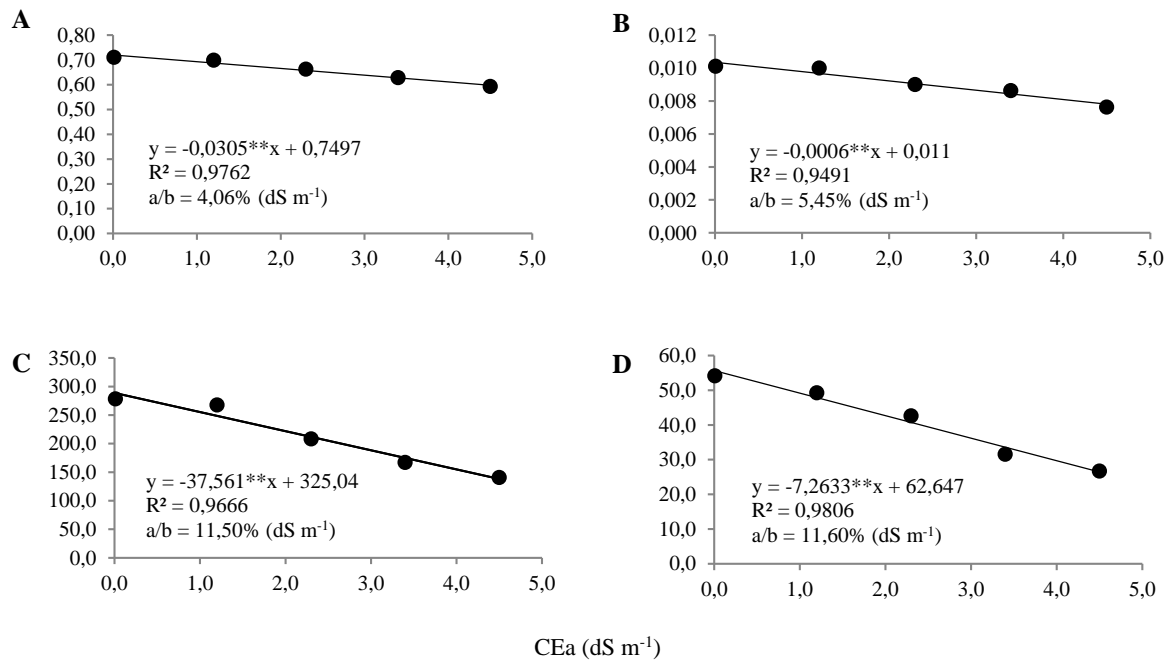


Figura 1. Altura da parte aérea (A), diâmetro do caule (B), matéria fresca (C) e matéria seca da parte aérea (D), de manjerição em função da salinidade de água de irrigação (CEa).

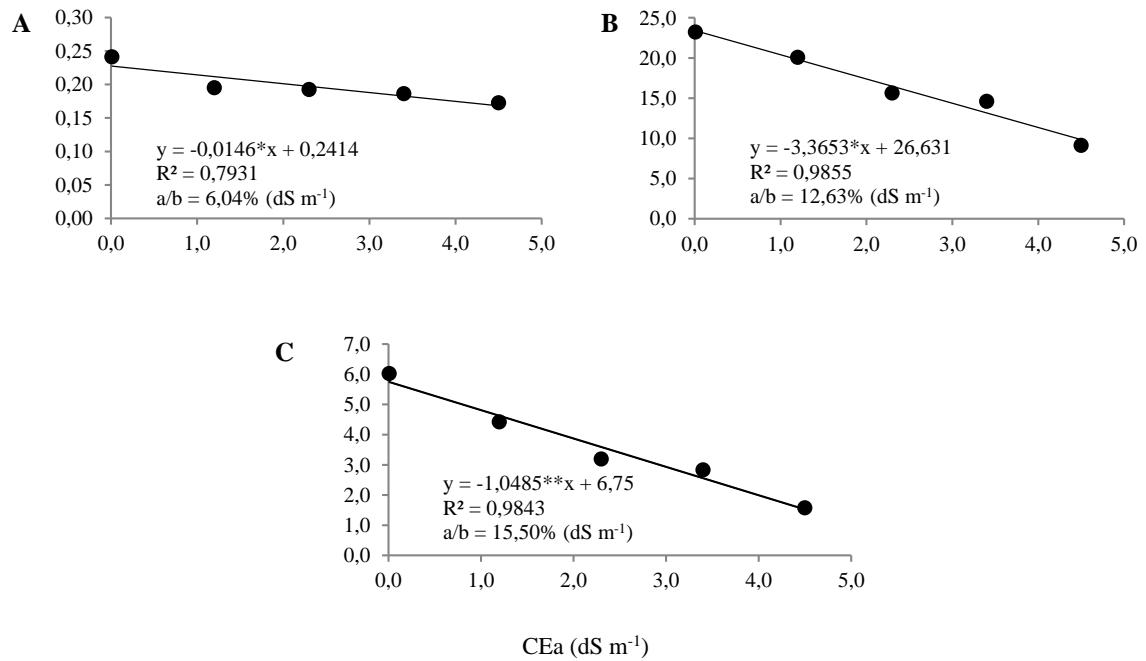


Figura 2. Comprimento de raízes (A), massa fresca (B) e massa seca de raízes (C), de manjerição em função da salinidade de água de irrigação (CEa) aos 55 dias após o transplante.

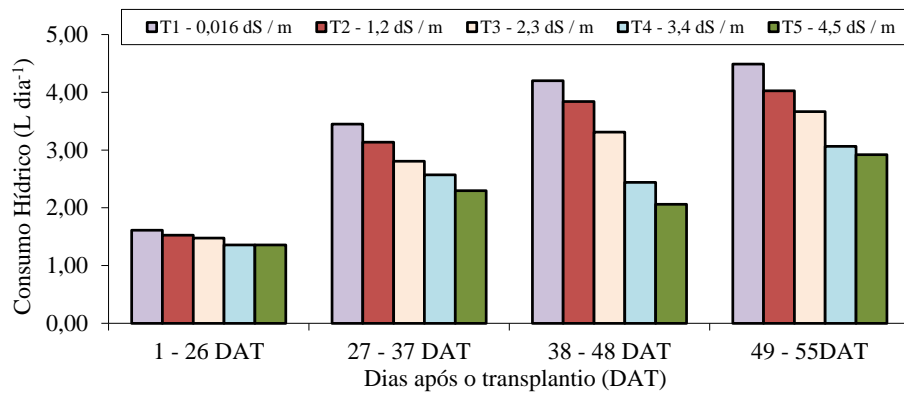


Figura 3. Consumo hídrico médio diário de plantas de manjericão sob condições de estresse salino durante 55 dias após o transplantio (DAT).

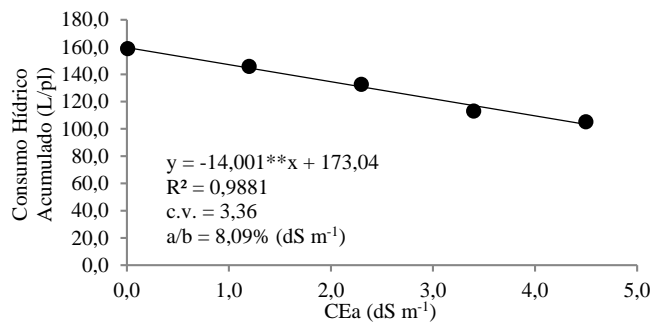


Figura 4. Consumo médio hídrico acumulado de plantas de manjericão em função dos níveis de salinidade da água de irrigação (CEa), durante 55 dias após o transplantio (DAT).

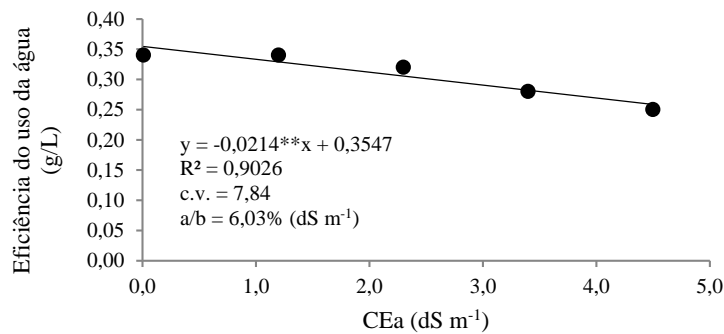


Figura 5. Eficiência do uso da água de plantas de manjericão em função da salinidade de água de irrigação (CEa) aos 55 dias após o transplantio.