



Crescimento e produção de manjeriço em sistema hidropônico NFT sob salinidade

Maria A. A. Bione¹, Vital P. da S. Paz², Franceli da Silva³, Rogerio F. Ribas⁴ & Tales M. Soares⁵

¹ NEAS/CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: gugabione@gmail.com (Autor correspondente)

² NEAS/CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: vitalpaz@ufrb.edu.br

³ CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: franceli.silva@gmail.com

⁴ CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: ecofisiologia@gmail.com

⁵ NEAS/CCAAB/UFRB. Cruz das Almas, BA. E-mail: talesmiller@gmail.com

Palavras-chave:

Ocimum basilicum L.
cultivo sem solo
salinidade da água

RESUMO

No semiárido brasileiro a falta de água de boa qualidade tem justificado o desenvolvimento de pesquisas científicas no aproveitamento de águas salobras. No presente trabalho avaliaram-se os efeitos de águas salobras em relação ao crescimento e à produção de plantas de manjeriço em hidroponia, de outubro a novembro de 2012. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de salinidade da água (1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m⁻¹) obtidos pela adição de NaCl à água doce local, de um tratamento controle com essa água doce (0,29 dS m⁻¹) e de um rejeito de osmose reversa (8,39 dS m⁻¹) de um município do semiárido. Foram usadas 36 parcelas experimentais aleatorizadas em seis blocos. Os dados foram analisados mediante análise de variância e de regressão. Houve redução linear da produção de massa de matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA), com o aumento da salinidade, de 7,86 e 6,76% por acréscimo unitário na condutividade elétrica da água (dS m⁻¹), respectivamente; não ocorreu diferença entre águas isomóticas de NaCl e rejeito de dessalinização em referência à produção de MFPA. A altura de planta e a taxa de crescimento não indicaram a influência da salinidade no manjeriço. As águas salobras não produziram sintomas depreciativos nas plantas.

Key words:

Ocimum basilicum L.
soilless cultivation
water salinity

Growth and production of basil in NFT hydroponic system under salinity

ABSTRACT

The scarcity of good quality water in the Brazilian semiarid region has justified the growth of scientific researches on the use of brackish water. In the present study the effects of brackish water on growth and production of basil plants were evaluated in hydroponic system during October-November 2012. The treatments consisted of four levels of salinity (1.45, 3.80; 6.08 and 8.48 dS m⁻¹) obtained by adding NaCl to the local fresh water, a control prepared with the fresh water (EC=0.29 dS m⁻¹) and a reverse osmosis reject (EC=8.39 dS m⁻¹) of a municipality in the semiarid region. Thirty six plots were randomized into six blocks. Data were analysed by analysis of variance and regression. There was a linear reduction in the production of fresh and dry matter of shoots (FMS and DMS) with increase in salinity, corresponding to respectively, 7.86 and 6.76% with per unit increase in electrical conductivity (dS m⁻¹); there was no difference between NaCl and isosmotic water of desalination reject in reference to the production of FMS. The plant height and growth rate did not indicate the influence of salinity on basil. The brackish waters produced no damage symptoms in plants.

INTRODUÇÃO

É crescente o número de pesquisas que tratam da viabilidade técnica da hidroponia como sistema de produção condizente com o uso de águas salobras (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010; Alves et al., 2011; Dantas, 2012; Maciel et al., 2012). Como discutido por Soares et al. (2010), o aproveitamento de águas salobras é buscado como forma de mitigar o problema da escassez de água de boa qualidade para irrigação, situação característica da região semiárida do Brasil, na qual a falta de água superficial pode ser parcialmente superada pela exploração de águas subterrâneas, que apresentam, por

razões hidrogeológicas, elevados teores de sais. Assim, estudos relacionados ao aproveitamento dessas águas como insumo para hidroponia podem resultar em grande impacto social.

A maioria dos estudos conduzidos em hidroponia com águas salobras no Brasil tem focado em hortaliças folhosas como rúcula, agrião e sobretudo alface, o que é compreensível já que no país essas culturas são majoritárias no cultivo hidropônico (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Soares et al., 2010; Alves et al., 2011). Por outro lado, outras culturas são estratégicas para a diversificação do cultivo hidropônico como manjeriço, hortelã, espinafre, entre outras, para atender a um número cada vez maior de consumidores interessados.

Diferente de outras culturas mais estudadas, não se tem, para o manjeriço, compêndios de informações consolidadas sobre sua resposta e tolerância à salinidade. Por outro lado, são muitos os trabalhos difusos que tratam dessa cultura em condições salinas, apresentando características tais como tolerância à salinidade na germinação, eficiência na compartimentalização de sódio nas células foliares (inclusoras de sódio), influência positiva sobre a produção e qualidade de óleo essencial, apesar da redução da produção de material fresco (Ramin, 2006; Attia et al., 2009; Bernstein et al., 2010).

A cultura do manjeriço tem múltiplos usos, servindo para fins culinários, medicinais, ornamentais e para a extração de óleo essencial, sendo valorizada nas indústrias alimentícias, para aromatização de alimentos e bebidas, de perfumaria e de fármacos, apresentando, ainda, capacidade inseticida, acaricida, bactericida, biorremediadora em solos afetados por pesticidas, além de atuar com grande potencial de prevenir carcinogênese na atividade antioxidante, no tratamento contra acnes e como fonte de fibra na alimentação, através das sementes (Mathews et al., 1993; Umerie et al., 1998; Bertolucci et al., 2008; Costa et al., 2009; Matiz et al., 2011; Ramírez-Sandoval et al., 2011; Thirugnanasampandan & Jayakumar, 2011; Santos et al., 2012).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar a viabilidade técnica da produção hidropônica do manjeriço em sistema hidropônico NFT considerando-se diferentes níveis de salinidade da solução nutritiva, preparadas em águas salinizadas por NaCl, a partir de uma água de boa qualidade. Além disso, sob a hipótese de que o rejeito salino deve proporcionar maior produção decorrente da presença de outros íons na sua composição, comparou-se duas soluções isomóticas, sendo uma oriunda de água salinizada e outra de água salobra obtida em poço.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no Recôncavo Baiano, no período de cinco de outubro a vinte e três de novembro de 2012, na cidade de Cruz das Almas - BA. Conforme Almeida (1999), o clima local é tropical quente úmido, tipo Aw a Am na classificação de Köppen, com médias anuais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa de 1.224 mm, 24,5 °C e 80%, respectivamente. As temperaturas do ar na altura das plantas e da solução nutritiva foram monitoradas a cada 15 min com o auxílio de sensores de termopar (fios de cobre-constantan) e registradas em datalogger CR 1000.

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação (12°40'19" de latitude Sul, 39°06'23" de longitude Oeste e altitude média de 220 m) do tipo geminada em dois arcos, instalada no sentido leste-oeste com 14 m de largura por 32 m de comprimento, pé-direito de 4 m, ficando com altura máxima de 5,5 m. O ambiente é protegido por tela tipo clarite nas laterais, por um filme plástico (anti UV, 150 nm) instalado no teto e também por uma manta termorrefletora (aluminet 50%) instalada internamente à altura do pé-direito.

A estrutura experimental empregada consistiu de 72 unidades hidropônicas que, individualmente, representam um sistema NFT independente, conforme descrição apresentada por Soares et al. (2009) e adotada em outros trabalhos (Paulus et al., 2010; Santos et al., 2010; Alves et al., 2011; Maciel et al., 2012). Neste caso específico, a parcela experimental foi composta por duas unidades hidropônicas, sustentadas sobre a mesma trave, e os perfis foram instalados a uma altura de 1,0 m da superfície do solo com inclinação de 4%. Em cada perfil foram cultivadas oito plantas de manjeriço, sendo a estrutura experimental composta por 36 parcelas com 16 plantas úteis cada.

Os tratamentos consistiram de água doce, águas salobras produzidas artificialmente com NaCl e rejeito da dessalinização de uma água subterrânea salobra. Os tratamentos foram aleatorizados nas 36 parcelas em seis blocos utilizando-se uma repetição por bloco. Foram avaliados quatro níveis de salinidade da água, produzidos por NaCl (com 99,45 a 99,9% de pureza). Os valores observados de CEa foram de 1,45; 3,80; 6,08 e 8,48 dS m⁻¹, os quais proporcionaram soluções nutritivas com CE inicial de 3,42; 5,66; 7,89 e 10,22 dS m⁻¹, respectivamente. A água doce (Testemunha - T1) com salinidade de 0,29 dS m⁻¹ proporcionou solução nutritiva com CE de 2,31 dS m⁻¹ (Tabela 1). As águas salobras artificiais constituíram tratamentos quantitativos.

A água salobra de origem subterrânea (T6) foi preparada pela mistura de água doce e rejeito da dessalinização obtido de um dessalinizador por osmose reversa instalado em um poço tubular profundo do município de Santa Bárbara (11° 59' 00" de latitude Sul, 38° 59' 00" de longitude Oeste, 293 m), localizado no Semiárido Baiano. A mistura foi produzida visando atingir a mesma CESol obtida com o tratamento mais salino produzido com NaCl, qual seja, 10 dS m⁻¹ (Tabela 1), permitindo o contraste das duas águas em termos do efeito integrado de suas constituições químicas em relação ao tratamento controle.

As mudas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) utilizadas no experimento foram propagadas por estaquia em células de espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm) a partir de plantas matrizes do projeto ERVAS (Programa Ervanários do Recôncavo de Valorização da Agroecologia Familiar e da Saúde) da UFRB. Em seguida foram mantidas em berçário NFT durante 22 dias até o transplântio para a estrutura definitiva.

As plantas foram cultivadas no espaçamento de 0,30 por 0,5 m. A solução nutritiva utilizada tanto para a fase do berçário quanto para a fase experimental de cultivo foi a mesma e

Tabela 1. Condutividade elétrica da água (CEa) e da solução nutritiva (CESol) e pH (pHSol) para tratamentos produzidos artificialmente com NaCl (T1 a T5) e com rejeito da dessalinização (T6)

Treatamento	CEa (dS m ⁻¹)	CEsol	pHSol
T1	0,29	2,31	5,50
T2	1,45	3,42	5,11
T3	3,80	5,66	5,90
T4	6,08	7,89	5,13
T5	8,48	10,22	6,02
T6	8,40	10,00	6,29

baseada na formulação de Furlani (1998), a qual é indicada para hortaliças folhosas. Com o auxílio de um temporizador digital foi adotada, durante todo o experimento, uma programação de irrigações de 5 min a cada 15 min, no período das 06 às 19 h; à noite, o turno de rega foi de 2 h.

Antes do preparo da solução nutritiva corrigiu-se o pH da água salobra de origem subterrânea, obtida no município de Santa Bárbara - BA. O pH da solução nutritiva foi monitorado regularmente (a cada três dias) e seu controle foi efetuado sempre que necessário, com hidróxido de potássio ou ácido fosfórico visando manter a solução nutritiva na faixa de 5,5 a 6,5 de pH. A condutividade elétrica da solução (CESol) em cada unidade hidropônica também foi monitorada regularmente a cada três dias com um condutivímetro de bancada, porém não foi feita reposição dos nutrientes consumidos; até os 10 DAT a reposição das perdas por evapotranspiração foi feita com solução nutritiva; posteriormente, foi conduzida com as mesmas águas (doce ou salobras) características dos tratamentos.

Foram avaliados, neste estudo, três tipos de variáveis: de crescimento, de produção e morfofisiológicas. As variáveis de crescimento foram baseadas no monitoramento do crescimento das plantas, com medidas da altura de planta (da região do colo até a ponta da folha mais alta) ao longo do ciclo (aos 3, 13, 23, 33 e 49 DAT) e com determinação de suas taxas de crescimento relativo. As variáveis de produção foram realizadas ao final do ciclo (49 DAT) analisando-se massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), produtividade relativa por tratamento em relação à testemunha (PR) e massa seca de raízes (MSR). A MSR foi aqui incluída como variável de produção considerando que a hidroponia permite a recuperação de raízes do manjeriço, que têm valor comercial para produção do ácido rosmarínico (Kiferle et al. 2011). A relação entre as massas de matéria seca da raiz e da parte aérea (rR/PA) e o teor de água da parte aérea (U) foram as variáveis morfofisiológicas também avaliadas.

Cada planta foi colhida na região do colo, pesada em balança semianalítica (precisão de 0,01 g) e levada em saco de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 45 °C, por aproximadamente 14 dias, até atingir peso constante. As raízes foram retiradas do perfil hidropônico e deixadas na própria casa de vegetação para pré-secagem; posteriormente, foram ensacadas e levadas à estufa de ventilação forçada a 45 °C até alcançar massa constante. Obteve-se o peso individual do sistema radicular de cada planta pela divisão do peso total de raízes de cada perfil hidropônico pelo número de plantas.

Os dados foram avaliados mediante análise de variância e análise de regressão para os níveis crescentes de salinidade (produzidas pela adição de NaCl). Empregou-se o teste de média (Tukey a 0,05 de significância) para os tratamentos qualitativos: rejeito da dessalinização (T6) e água salobra de maior salinidade (T5). Para as variáveis cuja resposta à salinidade da água foi definida por uma equação de primeiro grau, estimou-se a redução linear relativa com base na razão entre os coeficientes angular e linear da função ajustada. Os dados das variáveis

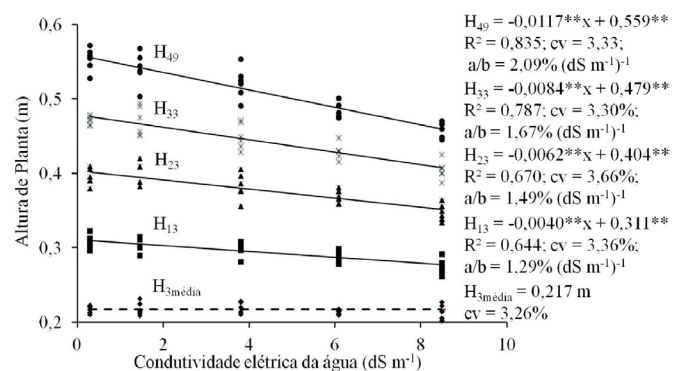
de interesse foram tabulados e previamente processados no Microsoft Excel 2007, sendo a análise estatística executada no programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de manjeriço foram colhidas no início da floração, aos 49 DAT, com altura entre 0,46 e 0,55 m (Figura 1). Blank et al. (2012) cultivaram diferentes genótipos de *Ocimum* em solo em dois períodos de 180 dias e obtiveram altura de plantas variando de 0,46 a 0,80 m. Silva (2012), em experimento com manjeriço de mesma matriz genética que a do presente experimento porém cultivado com substrato em vasos de 5 L, registrou altura de planta de manjeriço de até 0,50 m mas aos 60 DAT. Esses últimos dados, obtidos para o mesmo genótipo, podem demonstrar maior precocidade do manjeriço na hidroponia em relação ao seu porte. Também em hidroponia, mas com diferente variedade de manjeriço, Carrasco et al. (2007) obtiveram, no Chile, altura de plantas entre 0,34 e 0,39 m submetidas a diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva, por concentração de sais fertilizantes.

No presente experimento, como dentro do esperado, ocorreu uma redução de 0,0117 m de altura de planta por unidade de CE da água (dS m⁻¹), aos 49 DAT (Figura 1). Bernstein et al. (2010) afirmaram, após desenvolverem pesquisa hidropônica em Israel sobre o estresse salino em plantas de manjeriço cv. Perrie, que o desenvolvimento morfológico das plantas foi limitado pela salinidade da água, encontrando-se, aos 25 DAT, uma redução que pode ser estimada em 0,0138 m de altura de planta por aumento unitário (dS m⁻¹) na condutividade elétrica da água.

A altura de planta aos 3 DAT não apresentou diferença média significativa com o incremento da salinidade da água, com média de 0,217 m e coeficiente de variação de 3,26% (Figura 1). A redução percentual de altura do manjeriço em função da CEa foi detectada só a partir da avaliação aos 13 DAT. As alturas de plantas analisadas aos 13, 23, 33 e 49 DAT reduziram linearmente em função do aumento da salinidade da água, apresentando reduções de 1,29; 1,49; 1,67 e 2,09% por



**significativo a 0,01 de probabilidade; CV - coeficiente de variação; R² - coeficiente de determinação; a/b - redução ou incremento linear na altura em função de cada aumento unitário na variável independente

Figura 1. Altura das plantas de manjeriço (H) aos 3, 13, 23, 33 e 49 dias após o transplantio em função da condutividade elétrica das águas produzidas com NaCl

acréscimo unitário de salinidade em dS m^{-1} , e coeficiente de variação em torno de 3,50%.

Quanto aos tratamentos qualitativos (Tabela 2), os tratamentos com NaCl (T5) e com rejeito de dessalinização (T6) não apresentaram diferenças significativas na altura de planta nem nas taxas de crescimento relativo pelo teste de média a 0,05 de probabilidade. Atribui-se ao crescimento lateral, em detrimento da altura, a não detecção de diferenças de médias significativas nas taxas de crescimento relativo da altura. Portanto, a taxa de crescimento relativo da altura de plantas não foi um parâmetro muito sensível para detectar os efeitos da salinidade na cultura do manjeriço hidropônico a partir do instante em que o genótipo estudado passou a mobilizar energia para seus ramos laterais.

No presente experimento o maior valor médio da massa de matéria fresca da parte aérea (MFPA) aos 49 DAT foi cerca de 230 g por planta, obtido com desvio padrão de 18 g, sendo relacionado ao tratamento com SN convencional em condição não salina (T1) (Tabela 2). Silva (2012) obteve, trabalhando com a mesma variedade de manjeriço no mesmo município deste trabalho, máxima MFPA de aproximadamente 155 g planta⁻¹ aos 90 DAT. Esses resultados exemplificam como as plantas do tratamento testemunha (T1) produziram acima do previsto para o mesmo genótipo.

As massas de matéria fresca e seca da parte aérea do manjeriço foram linearmente reduzidas com o aumento da salinidade das águas salobras produzidas com NaCl, registrando-se, para cada aumento unitário na salinidade dessas águas (dS m^{-1}) reduções de 7,86% (Figura 2A).

Em condições de salinidade da água e sistema hidropônico de produção equivalentes às do presente experimento, Santos et al. (2010) encontraram, cultivando alface com uso exclusivo

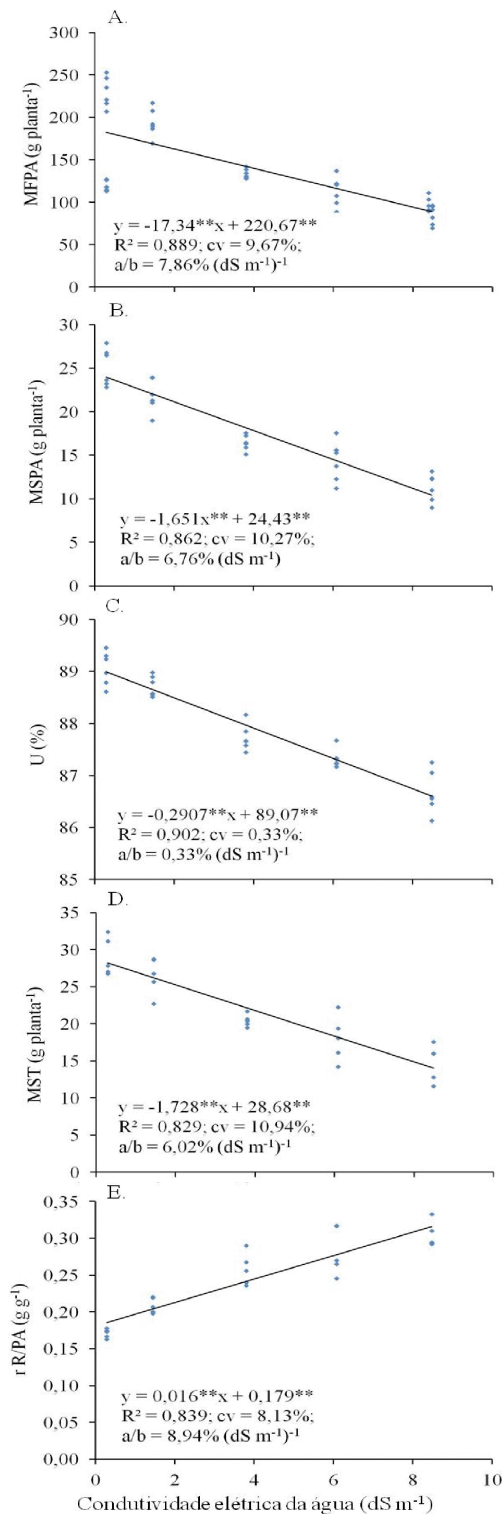
de águas salobras, reduções em torno de 16,50 e 14,5% por aumento unitária da salinidade da água (dS m^{-1}) para MFPA (Figura 2A) e MSPA (Figura 2B), respectivamente. Paulus et al. (2010) obtiveram, também, em hidroponia NFT com águas salobras, reduções de massas de matéria fresca e seca da parte aérea da alface de 14,11 e 7,91% por incremento unitário da salinidade da água (em dS m^{-1}), respectivamente. Também para a cultura da alface, Alves et al. (2011) obtiveram reduções na MFPA de 7% para cada acréscimo unitário na salinidade da água (em dS m^{-1}); para as culturas da rúcula e do agrião, Alves (2011) obteve reduções de 10,72 e 7,95%, respectivamente; para a cultura do agrião e da couve-chinesa, Dantas (2012) reportou perda de 10,97 e 13,86%, respectivamente. Portanto, a redução relativa obtida para manjeriço no presente experimento está no patamar dos menores valores obtidos em experimentos com a mesma metodologia; este resultado é ainda mais importante já que no caso desta cultura e em razão da menor precocidade de seu ciclo, o período de exposição às águas salobras foi maior que nas demais culturas, o que representa maior nível de aporte de sais no meio de cultivo.

Heidari (2012) constatou, trabalhando com três níveis de salinidade da água (0,0; 3,0 e 6,0 dS m^{-1} , promovidos por NaCl) em solução nutritiva, redução de 17,8% na produção de massa de matéria fresca de manjeriço ao utilizar o maior nível de salinidade em relação à condição não salina. No presente trabalho tem-se uma estimativa de 47% de perda de MFPA ao se estimar o uso de uma água com 6 dS m^{-1} , portanto, uma redução quase 2,5 vezes maior que a encontrada por Heidari (2012). A explicação para isto reside no fato de que este autor submeteu plantas à salinidade por apenas 20 dias; além disto, ele promoveu a troca da solução semanalmente garantindo nível constante de íons nutrientes e, ao mesmo tempo, não permitindo

Tabela 2. Resultado da análise de variância e do teste de média (Tukey a 0,05) aplicado às variáveis altura e taxas de crescimento absoluto e relativo das alturas de planta de manjeriço

Variável	CV (%)	d.m.s.	Pr > Fc para Bloco	Teste de média		
				T1	T5	T6
H ₃ DAT	3,62	0,012	0,2498 ^{ns}	0,218 a	0,211 a	0,219 a
H ₁₃ DAT	2,93	0,013	0,2508 ^{ns}	0,308 a	0,276 b	0,283 b
H ₂₃ DAT	2,32	0,013	0,1780 ^{ns}	0,396 a	0,348 b	0,357 b
H ₃₃ DAT	1,88	0,013	0,3280 ^{ns}	0,472 a	0,405 b	0,416 b
H ₄₉ DAT	2,80	0,022	0,6010 ^{ns}	0,554 a	0,460 b	0,463 b
TCR 3-13 DAT	10,09	0,005	0,8000 ^{ns}	0,035 a	0,027 b	0,026 b
TCR 13-23 DAT	9,03	0,003	0,5591 ^{ns}	0,025 a	0,023 a	0,023 a
TCR 23-33 DAT	13,00	0,003	0,3987 ^{ns}	0,018 a	0,015 a	0,015 a
TCR 33-49 DAT	22,45	0,003	0,6209 ^{ns}	0,010 a	0,008 ab	0,007 b
TCR 3-49 DAT	5,42	0,002	0,1512 ^{ns}	0,020 a	0,017 b	0,017 b
MFPA (g)	6,74	14,622	0,0257*	229,830 a	84,680 b	96,710 b
MSPA (g)	6,20	1,614	0,0073**	25,140 a	11,290 b	12,830 b
U (%)	0,41	0,1452	0,7688 ^{ns}	89,060 a	86,670 b	86,720 b
MSR (g)	9,96	0,682	0,0651 ^{ns}	4,240 a	3,470 b	3,640 ab
MST (g)	6,03	2,564	0,0060**	29,060 a	14,820 b	16,470 b
rR/PA (g g ⁻¹)	6,71	0,031	0,9323 ^{ns}	0,170 b	0,300 a	0,280 a
PR _{MFPA} (%)	5,94	5,712	0,1255 ^{ns}	100,000 a	36,940 b	42,070 b
PR _{MSPA} (%)	5,86	6,120	0,2784 ^{ns}	100,000 a	44,910 b	51,080 b

Médias seguidas por mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; C.V. - coeficiente de variação; d.m.s. - diferença mínima significativa; pr > Fc - probabilidade correspondente a um F maior que F calculado; T1 - tratamento de água doce; T5 - tratamento de água salobra produzida com NaCl; T6 - água de rejeito de dessalinização diluído; Hi DAT - altura das plantas de manjeriço aos i dias após o transplantio; TCR - taxa de crescimento relativo; MFPA - massa da matéria fresca da parte aérea; MSPA - massa de matéria seca da parte aérea; U - teor de água da parte aérea; MSR - massa de matéria seca da raiz; MST - massa de matéria seca da planta; rR/PA - razão entre a MFPA e a MSPA; PR_{MFPA} - produtividade relativa da MFPA; PR_{MSPA} - produtividade relativa da MSPA; ns - não significativo pelo teste Tukey a 0,05 de probabilidade; * - significativo pelo teste Tukey a 0,05 de probabilidade; ** - significativo pelo teste Tukey a 0,01 de probabilidade



**significativo a 0,01 de probabilidade; CV - coeficiente de variação; R² - coeficiente de determinação; rxy - coeficiente de correlação linear; a/b - redução ou incremento linear na variável y em função de cada aumento unitário em x

Figura 2. Produção de massa de matéria fresca (MFPA) (A) e seca (MSPA) (B) da parte aérea, teor de água na parte aérea (C), produção de massa de matéria seca das raízes (MSR) (D) e de toda a planta (MST) (E) e relação entre as massas de matéria seca das raízes e parte aérea (rR/PA) (F.) do manjericão, em função da condutividade elétrica das águas (CEa) produzidas com NaCl

o acúmulo proporcional de íons tóxicos. No presente trabalho, a CESol para uma água de 6,08 dS m⁻¹ (T4) atingiu 11,92 dS m⁻¹ aos 49 DAT, uma condição mais agravada da concentração de sais no meio de cultivo.

O teor de água da parte aérea apresentou redução de 0,33% por dS m⁻¹ na salinidade da água e alto coeficiente de determinação ($R^2 = 0,902$) (Figura 2C) além de baixo coeficiente de variação (0,33%). Tal redução, significativa, apesar de baixa em relação às outras variáveis, tem grande impacto na textura das folhas. Este efeito sobre a umidade da parte aérea foi registrado em outros trabalhos com hortaliças folhosas hidropônicas submetidas à salinidade da água (Santos et al., 2010; Soares et al., 2010) e relacionada ao aspecto coriáceo das folhas. Constatou-se, também, uma diferença significativa no teor de água da parte aérea entre os tratamentos qualitativos: a testemunha (T1) apresentou maior umidade que os demais tratamentos mas não houve diferença entre os tratamentos isosmóticos T5 (NaCl) e T6 (água subterrânea salobra). Bernstein et al. (2010) observaram, trabalhando com manjericão hidropônico, que o teor de água de caule e folhas foi pouco influenciado até uma concentração de 75 mM de NaCl (CEa ≈ 7,5 dS m⁻¹) porém com redução de 1,13% desse ponto até 130 mM de NaCl (CEa ≈ 13 dS m⁻¹). Por outro lado, Attia et al. (2009) não detectaram efeito da salinidade sobre o teor de água da parte aérea de três variedades de manjericão submetidas à salinidade. Ressalta-se, porém, que esses últimos autores compararam a hidratação dos tecidos entre apenas dois níveis de salinidade, 25 e 50 mM de NaCl (CEa ≈ 2,5 e 5,0 dS m⁻¹) além de não contrastá-los com as suas testemunhas.

A massa seca da raiz (MSR) apresentou redução de 2,30% por aumento unitário da salinidade em dS m⁻¹, sendo a equação $y = -0,103x + 4,479$ e R^2 equivalente a 0,302. A redução relativa do acúmulo de massa de matéria seca pela planta (MST) qual seja, 6,02% (dS m⁻¹)⁻¹ (Figura 2D) foi mais relacionada com o efeito negativo dos sais sobre a parte aérea (6,76%) do que mesmo sobre o sistema radicular. Este maior impacto da salinidade sobre a parte aérea na cultura do manjericão foi reportado por Carrasco et al. (2007). Em função disto, a relação R/PA, entre as massas de matéria das raízes e da parte aérea, aumentou significativamente com o incremento da salinidade (8,94% por dS m⁻¹) (Figura 2E) revelando que a salinidade promoveu alteração expressiva na partição da massa seca da planta. Maciel et al. (2012) encontraram resultados similares para razão raiz/parte aérea no cultivo de girassol em hidroponia NFT submetido à salinidade da água, com incremento de 12,26% por aumento unitário da salinidade da água (em dS m⁻¹) e também atribuíram este aumento principalmente à redução da massa de matéria na parte aérea; já Bernstein et al. (2010) não demonstraram alteração considerável na relação raiz/parte aérea do manjericão hidropônico, em função da salinidade.

A partir das reduções da produção relativa da massa de matéria fresca da parte aérea (PR) (com base na condição não-salina) o manjericão pôde ser classificado utilizando-se o critério apresentado por Fageria et al. (2010) como tolerante ao manejo da água de 1,45 dS m⁻¹. Para as águas de 3,80 e 6,08 dS m⁻¹ a cultura foi classificada como moderadamente sensível; para a água de 8,48 dS m⁻¹, com redução superior a 60%, a cultura foi sensível à salinidade.

Em relação aos tratamentos qualitativos, as massas de matéria fresca e seca, umidade na parte aérea, produtividades relativas e rendimentos das massas de matéria fresca e seca da parte aérea de manjerição produzidas com rejeito de dessalinização (T6) foram menores que as obtidas com a testemunha (T1). Ao se comparar essas mesmas variáveis somadas à massa de matéria seca da raiz e à relação raiz/parte aérea, entre plantas produzidas com rejeito (T6) e com NaCl com CE correspondente (T5) também não foram registradas diferenças significativas. Portanto, dentro deste contraste com tratamentos equivalentes (T5 x T6) não houve diferença entre as variáveis sendo o efeito das composições químicas específicas de cada água menos importante que o efeito osmótico. Sonneveld (2004) relata que esse tipo de resposta é encontrado em condições de cultivo sem solo quando se trabalha com águas salobras.

Apesar de haver uma redução nas massas de matéria fresca e seca da parte aérea com o aumento da salinidade, as plantas de manjerição não apresentaram sintomas deletérios que pudessem comprometer a comercialização. Conclui-se, de acordo com os resultados obtidos, que foi tecnicamente viável produzir manjerição no sistema hidropônico.

CONCLUSÕES

1. A altura média das plantas e sua taxa média de crescimento relativo não foram parâmetros sensíveis ao efeito do incremento da salinidade da água para o manjerição hidropônico.
2. A salinidade da água reduziu a hidratação da parte aérea do manjerição, seu crescimento em altura final e o acúmulo de massas de matéria fresca e seca na parte aérea.
3. A redução relativa da massa de matéria fresca do manjerição se manteve dentro do esperado, quando comparado com outros trabalhos.
4. O uso de água salobra de rejeito de dessalinização sobre a produção do manjerição foi equivalente ao uso de água salobra de mesma condutividade elétrica da água produzida artificialmente com NaCl.
5. O uso de águas salinizadas com NaCl não produziu sintomas deletérios que pudessem comprometer a comercialização das plantas de manjerição.

AGRADECIMENTOS

À FAPESB, ao CNPq e ao INCTSal, pelo apoio financeiro à execução dos projetos; à CAPES, pela concessão de Bolsa de Mestrado; à CERB, pela concessão de dados e informações e à empresa Plasnova, pelo fornecimento de produtos que auxiliaram nesta pesquisa.

LITERATURA CITADA

- Almeida, O. A. Informações meteorológicas do CNP: Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas: Embrapa CNPMF. 1999. 35p. Documentos, 34
- Alves, M. S. Estratégias de usos de águas salobras no cultivo de hortaliças folhosas em sistema hidropônico NFT. Cruz das Almas: UFRB, 2011. 100p. Tese Doutorado
- Alves, M. S.; Soares, T. M.; Silva, L. T.; Fernandes, J. P.; Oliveira, M. L. A.; Paz, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.491-498, 2011.
- Attia, H.; Karray, N.; Ellili, A.; Msilini, N.; Lachaâl, M. Sodium transport in basil. Acta Physiologiae Plantarum, v.31, p.1045-1051, 2009.
- Bernstein, N.; Kravchik, M.; Dudai, N. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alterations of morphological development. Annals of Applied Biology, v.156, p.167-177, 2010.
- Bertolucci, S. K. V.; Lameira, O. A.; Pinto, J. E. B. P. Guia das plantas medicinais. In: Lameira, O. A.; Pinto, J. E. B. P. (ed.). Plantas medicinais: do cultivo, manipulação e uso à recomendação popular. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008. Cap.7. p.159-244.
- Blank, A. F.; Rosa, Y. R. S.; Carvalho Filho, J. S.; Santos, C. A.; Arrigoni-Blank, M. F.; Niculau, E. S.; Alves, P. B. A diallel study of yield components and essential oil constituents in basil. Industrial Crops and Products, v.38, p.93-98, 2012.
- Carrasco, G.; Ramírez, P.; Vogel, H. Efecto de la conductivade eléctrica de la solución nutritiva sobre el rendimiento y contenido de aceite esencial en albahaca cultivada en NFT. Idesia, v.25, p.59-62, 2007.
- Costa, C. M. G. R.; Santos, M. S.; Barros, H. M. M.; Agra, P. F. M.; Farias, M. A. A. Efeito inibitório do óleo essencial de manjerição sobre o crescimento in vitro de *Erwinia carotovora*. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.3, p.35-38, 2009.
- Dantas, R. M. L. Hidroponia utilizando águas salobras nos cultivos de agrião e couve chinesa. Recife: UFRPE, 2012. 85p. Dissertação Mestrado
- Fageria, N. K.; Soares Filho, W. S.; Gheyi, H. R. Melhoramento genético vegetal e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. In: Gheyi, H. R.; Dias, N. da S.; Lacerda, C. F. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010. cap 13, p.205-216.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. Ciência e Agrotecnologia, v.35, p.1039-1042, 2011.
- Furlani, P. R. Instruções para cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: IAC, 1998. 30p. Boletim, 168
- Heidari, M. Effects of salinity stress on growth, chlorophyll content and osmotic components of two basil (*Ocimum basilicum* L.) genotypes. African Journal of Biotechnology, v.11, p.379-384, 2012.
- Kiferle, C.; Lucchesini, M.; Mensuali-Sodi, A.; Maggini, R.; Raffaelli, A.; Pardossi, A. Rosmarinic acid content in basil plants grown in vitro and in hydroponics. Central European Journal of Biology, v.6, p. 946-957, 2011.
- Maciel, M. P.; Soares, T. M.; Gheyi, H. R.; Rezende, E. P. L.; Oliveira, G. X. S. Produção de girassol ornamental com uso de águas salobras em sistema hidropônico NFT. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.165-172, 2012.

- Mathews, S.; Singhal, R. S.; Kulkarni, P. R. *Ocimum basilicum*: A new non-conventional source of fibre. *Food Chemistry*, v.47, p.399-401, 1993.
- Matiz, G.; Osorio, M. R.; Camacho, F.; Atencia, M.; Herazo, J. Diseño y evaluación *in vivo* de fórmulas para acné basadas em aceites esenciales de naranja (*Citrus sinensis*) albahaca (*Ocimum basilicum* L.) y ácido acético. *Biomédica*, v.32, p.125-133, 2012.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Frizzzone, J. A.; Soares, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, v.28, p.29-35, 2010.
- Ramin, A. A. Effects of salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, v.1, p.81-90, 2006.
- Ramírez-Sandoval, M.; Melchor-Partida, G. N.; Muñiz-Hernández, S.; Girón-Pérez, M. I.; Rojas-García, A. E.; Medina-Díaz, I. M.; Robledo-Marengo, M. I.; Velázquez-Fernández. Phytoremediatory effect and growth of two species of *Ocimum* in endosulfan polluted soil. *Journal of Hazardous Materials*, v.192, p.388-392, 2011.
- Santos, A. N.; Soares, T. M.; Silva, E. F. F.; Silva, D. J. R.; Montenegro, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.961-969, 2010.
- Santos, F. C. C.; Vogel, F. S. F.; Monteiro, S. G. Essential basil oil effect (*Ocimum basilicum* L.) on cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* in *in vitro* experiments. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, p.1133-1140, 2012.
- Silva, C. M., F. Avaliação de diferentes substratos na produção de biomassa e teor de óleo essencial de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). Cruz das Almas: UFRB, 2012. 65p. Dissertação Mestrado
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Jorge, C. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.705-714, 2010.
- Soares, T. M.; Duarte, S. N.; Silva, E. F. F.; Melo, R. F.; Jorge, C. A.; Oliveira, A. S. Experimental structure for evaluation of saline water use in lettuce hydroponic production. *Irriga*, v.14, p.102-114, 2009.
- Sonneveld, C. La nutrición mineral y salinidad en los cultivos sin suelo: Su manejo. In: Gavilán, M.U. (coord.). *Tratado de cultivo sin suelo*. Madrid: Mundi Prensa, 2004. cap.8, p.305-367.
- Thirugnanasampandan, R.; Jayakumar, R. Protection of cadmium chloride induced DNA damage by Lamiaceae plants. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. v.1. 2011. p.391-394.
- Umerie, S. C.; Anaso, H. U.; Anyasoro, L. J. C. Insecticidal potentials of *Ocimum basilicum* leaf-extract. *Bioresource Technology*, v.64, p.237-239, 1998.