

USO DE ÁGUAS SALOBRAS NO CULTIVO DA CHICÓRIA EM CONDIÇÕES HIDROPÔNICAS

LUCYLIA SUZART ALVES¹; MAIRTON GOMES DA SILVA²; HANS RAJ GHEYI²; VITAL PEDRO DA SILVA PAZ²; TALES MILER SOARES² E MARIA RAPHAELA SEVERO RAFAEL³

¹ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS, Av. Transnordestina, s/n, CEP: 44036-900, Feira de Santana-BA, Brasil. E-mail: lusuzart85@yahoo.com.br

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Núcleo de Engenharia de Água e Solo, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB, Rua Rui Barbosa, 710 - Campus Universitário, CEP: 44380-000, Cruz das Almas-BA, Brasil. E-mail: mairtong@hotmail.com, hans@agriambi.com.br, yvspaz@gmail.com, talesmiler@gmail.com

³ Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF, Av. Antonio Carlos Magalhães, 510 Country Club, CEP: 48.902-300, Juazeiro-BA, Brasil. E-mail: mariaph1201@gmail.com

1 RESUMO

A salinidade restringe a exploração da maioria das culturas, tornando a atividade agrícola economicamente inviável. Nesse contexto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o crescimento, produção e qualidade da chicória (*Cichorium endivia* L.) submetida a diferentes condutividades elétricas da água (CEa) em condições hidropônicas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados sob cinco níveis de CEa (0,34; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹). Avaliaram-se: altura de planta (AP), número de folhas (NF), massas de matéria fresca (MFPA) e seca da parte aérea (MSPA), produção relativa (PR), eficiência do uso da água (EUA) aos 20 e 25 dias após o transplante (DAT) e o consumo hídrico (CH) em diferentes períodos. As maiores reduções por acréscimo unitário de CEa foram observadas para MFPA, da ordem de 5,93 e 8,53% e também para MSPA, de 5,42 e 7,77%, aos 20 e 25 DAT, respectivamente. Aos 25 DAT, sob a maior salinidade (CEa 6,0 dS m⁻¹) as produções relativas de MFPA e MSPA foram de 52,59 e 58,10%. O uso de água com salinidade de até 6,0 dS m⁻¹ pode ser empregada no cultivo de chicória em hidroponia, mesmo com redução na produção, porém sem efeitos depreciativos na qualidade visual do produto.

Palavras-chave: *Cichorium endivia* L., cultivo sem solo, salinidade.

ALVES, L. S.; SILVA, M. G.; GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; SOARES, T. M.; RAFAEL, M. R. S.

GROWTH OF ENDIVE USING BRACKISH WATERS UNDER HYDROPONIC CONDITIONS

2 ABSTRACT

Salinity can restrict the exploitation of most crops, making agricultural activity economically unfeasible. In this context, the objective of this study was to evaluate the growth, production

and quality of endive (*Cichorium endivia* L.) submitted to different electrical conductivities of water under hydroponic conditions. The experiment was carried out in a randomized block design under five levels of electrical conductivity of waters - EC_w (0.34, 1.5, 3.0, 4.5 and 6.0 dS m⁻¹). Plant height (PH), number of leaves (NL), fresh weight (SFM) and dry weight of the shoot (SDM), relative production (RP), water use efficiency at 20 and 25 days after transplanting (DAT) and water consumption (WC) in different periods were evaluated. In general, the highest reductions per unit increase of around 5.93 and 8.53%, EC_w were observed for the SFM, and for the SDM, 5.42 and 7.77%, respectively at 20 and 25 DAT. At 25 DAT, under the highest salinity (EC_w 6.0 dS m⁻¹) the relative production of SFM and SDM were 52.59 and 58.10%. Water with salinity of up to 6.0 dS m⁻¹ can be used in the cultivation of endive in hydroponics, even with reductions in growth and production, but with no depreciating effects on the visual quality of the product.

Keywords: *Cichorium endivia* L., soilless cultivation, salinity.

3 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos têm sido crescente a busca por técnicas de cultivo mais eficientes para o uso da água, destacando-se a hidroponia. Essa técnica surge como uma alternativa para o aproveitamento de águas salobras recorrentes no Semiárido brasileiro (SOARES et al., 2010). Na hidroponia com recirculação da solução nutritiva a salinidade do efluente pode ser mais facilmente administrada, evitando-se a salinização de áreas adjacentes (SOARES et al., 2016). Diversas pesquisas comprovam viabilidade para o uso de águas salobras em condições hidropônicas (SOARES et al., 2010; LIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2015).

Tais pesquisas frequentemente têm sido conduzidas em hidroponia do tipo NFT (técnica do fluxo laminar de nutrientes), sistema hidropônico mais comumente utilizado no Brasil. É um sistema ativo que pressupõe bombeamento para recirculação da solução nutritiva; irriga-se usualmente em intervalos alternados de 15 min. Nesse contexto, a expansão da hidroponia no Semiárido pode ser limitada tanto pelo alto investimento para aquisição da estrutura, quanto pela

dependência de energia elétrica para manter a produção hidropônica.

Para mitigar tal dependência energética, no Nordeste brasileiro algumas pesquisas são promissoras, por utilizarem estruturas hidropônicas com os canais de cultivo (tubos de PVC de seção circular) em nível (SANTOS JÚNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2016; COVA et al., 2017), permanecendo uma lâmina de solução nutritiva nos canais. Nesse caso, a solução nutritiva constante permanentemente nos canais hidropônicos mantém as plantas sem restrição hídrica por um período prolongado até o próximo acionamento da eletrobomba, pressupondo-se recirculações menos frequentes.

Silva et al. (2016) alertam que não se pode ter intervalos muito amplos entre as recirculações, pois o limitante para raízes submersas na solução nutritiva passa a ser o oxigênio dissolvido (OD). A manutenção do OD na solução nutritiva torna-se ainda mais importante quando as temperaturas no ambiente de cultivo são elevadas, pois a concentração de OD é reduzida com o aumento da temperatura na solução nutritiva. Em trabalhos com o coentro utilizaram-se diferentes intervalos para recirculações da solução nutritiva; Santos Júnior et al. (2015) em hidroponia DFT (em tubos de PVC de 100 mm e com

lâmina de solução nutritiva de 40 mm) realizaram a recirculação manualmente apenas duas vezes por dia, já Silva et al. (2016) também em hidroponia DFT (em tubos de PVC de 75 mm e com lâmina de solução nutritiva de 45 mm) promoveram a recirculação da solução nutritiva por meio de eletrobombas a cada oito horas.

A chicória (*Cichorium endivia* L.) é uma hortaliça folhosa de elevada aptidão para hidroponia, mas que é pouco estudada em relação à salinidade, porém o mercado ainda é restrito, sobretudo no Nordeste brasileiro. Em geral, em sistemas hidropônicos (TZORTZAKIS, 2009; KOWALCZYK; GAJC-WOLSKA; RUTKOWSKA, 2010; TZORTZAKIS, 2010) e no cultivo convencional em solo (SHANNON et al., 2000) verificam-se poucos estudos com a cultura da chicória com o uso de águas salobras.

Diante dessa carência de informações, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o uso de águas salobras no sistema hidropônico DFT (em tubos de PVC de seção circular) quanto ao crescimento e a produção das plantas de chicória.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, de junho a agosto de 2016, na área experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia/UFRB, no município de Cruz das Almas, Bahia (12° 40' 19" de latitude Sul, 39° 06' 23" de longitude Oeste e altitude de 220 m).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com oito repetições, no total de 40 parcelas. Os tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,34; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), obtidos pela adição de cloreto de sódio (NaCl,

comercial e sem iodo) na água de abastecimento local (CEa 0,34 dS m⁻¹), sendo utilizadas no preparo da solução nutritiva e na reposição do volume consumido.

Utilizou-se o sistema hidropônico DFT adaptado em tubos de PVC de 75 mm (tipo irrigação, PN 40, de cor azul), com 6 m de comprimento, dispostos em nível, conforme descrito por Silva et al. (2016). Foram dispostos três canais por bancada de cultivo, mantendo-se espaçamento de 0,30 m entre os mesmos.

Nos canais de cultivo foram perfurados orifícios circulares de 0,05 m de diâmetro, sendo esses espaçados em 0,20 m. Em cada tubo foram acoplados tampões nas extremidades, de modo a manter uma lâmina média de solução nutritiva de 0,02 m. Para manter os níveis de solução nos tubos, na saída de um dos tampões (lado oposto ao da entrada da solução nutritiva no canal de cultivo) foi inserido um conector, e neste conector foi conectada uma mangueira para derivar o excesso de solução para o reservatório.

Cada parcela foi representada por um perfil hidropônico independente, composta por um reservatório de plástico (capacidade de 60 L) para armazenamento da solução nutritiva e uma eletrobomba para recalcar a solução para o canal de cultivo. Apesar do reservatório possuir capacidade de 60 L, no mesmo conectou-se uma torneira-boia, que mantinha o volume de solução nutritiva de 50 L. O sistema injetor de solução consistiu de uma tubulação de PVC de 0,02 m, que saía da eletrobomba até a extremidade da bancada. A tubulação de recalque se prolongava até a altura do canal de cultivo para derivar a solução nutritiva, colocando-se nesse ponto um "tampão" com um furo, no qual foi inserido um microtubo.

Também, ao reservatório foi acoplado um sistema de abastecimento individualizado para cada parcela, responsável pela reposição de água

consumida pelas plantas. Esse abastecedor foi construído com tubulação de PVC de 0,15 m, com capacidade para 15 L, dotado de uma régua graduada fixada junto a um microtubo transparente instalado no sentido vertical para realizar a leitura do nível de água no abastecedor. O mesmo foi interligado ao reservatório de solução nutritiva por meio de mangueira, na qual se conectou um registro que permanecia fechado. Para quantificar o consumo hídrico, diariamente, no momento prefixado da leitura, com o sistema hidropônico em repouso, o registro era aberto, proporcionando a saída de água para o reservatório de solução nutritiva, permitindo-se assim a manutenção do volume de 50 L.

Em 28 de junho de 2016 sementes peletizadas de chicória lisa 'Dafne' foram semeadas em espuma fenólica (2 x 2 x 2 cm), colocando-se uma semente por célula e cobrindo-a com vermiculita. Após a germinação, as plântulas foram irrigadas com água de abastecimento (CEa 0,34 dS m⁻¹) até os 10 dias após a semeadura (DAS). Após este período as mudas foram transferidas para um berçário (sistema NFT), onde receberam solução nutritiva a 50% (FURLANI et al., 1999) por um período de 15 dias.

Aos 25 DAS (23 de julho de 2016) as mudas foram transplantadas para os canais de cultivo, apresentando altura média de 0,133 m e quatro folhas definitivas, dispondo-se em cada canal, na parte central, 15 mudas.

O preparo da solução nutritiva foi realizado em função do respectivo tratamento (CEa 0,34; 1,5; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), obtendo-se após a adição dos nutrientes valores de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol) de 2,57; 3,43; 4,75; 5,94 e 7,35 dS m⁻¹ e valores médios de pH de 6,09; 6,02; 6,00; 6,06 e 6,05. A cada dois ou três dias mediu-se a CEsol e pH da solução na posição central de cada canal de cultivo com a utilização de

medidores de condutividade elétrica e pH portáteis.

O controle da recirculação da solução nutritiva foi realizado com auxílio de um temporizador analógico, que controlava as irrigações em intervalos intermitentes de 15 min, das 06 às 18 h. No período das 18 às 06 h, a solução nutritiva foi recirculada uma vez a cada 2 h, com duração de 15 min.

Foram realizadas duas colheitas, aos 20 e 25 dias após o transplantio - DAT (antes de cada colheita foram avaliados sintomas visuais nas plantas). Na ocasião de cada colheita foram colhidas cinco plantas por canal de cultivo. Determinaram-se: a altura de planta (AP); número de folhas (NF) e a massa de matéria fresca da parte aérea da planta (MFPA). Imediatamente após a pesagem das plantas o material foi acondicionado em sacos de papel e colocado em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65 °C até atingir massa constante, para se quantificar a massa de matéria seca da parte aérea (MSPA). As MFPA e MSPA foram obtidas em balança de com resolução de 0,01 g.

Foram calculadas as produções relativas da chicória em cada nível de salinidade da água em relação ao tratamento controle, conforme Equação 1.

$$PR = \frac{PROD_{Trat}}{PROD_{Test}} * 100 \quad (01)$$

Em que: PR é a produção relativa, %; PROD_{Trat} são as produções de MFPA ou MSPA em cada nível de salinidade da água; PROD_{Test} são as produções de MFPA ou MSPA do tratamento testemunha (CEa 0,34 dS m⁻¹).

Calculou-se o consumo hídrico (CH) acumulado para os períodos de 1-8, 9-16, 17-24 e 1-24 DAT. Determinou-se ainda a eficiência de uso da água (EUA), a

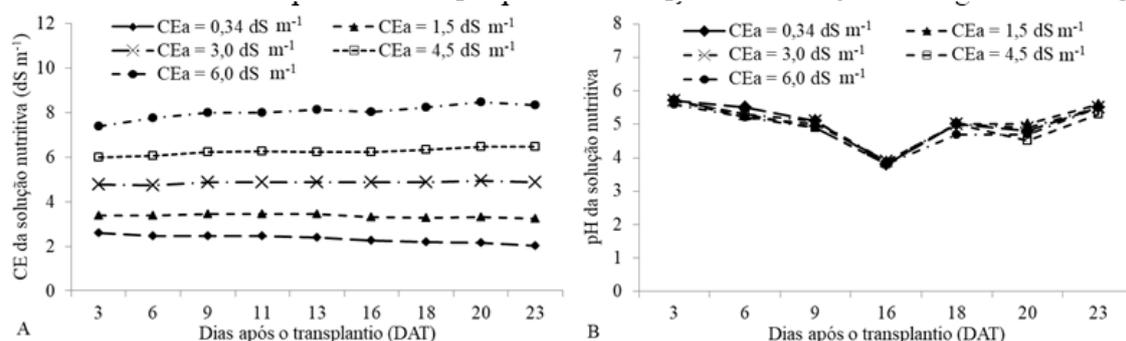
partir da relação entre a produção de MFPA ou MSPA pelo CH acumulado da planta ($EUA = \text{produção}/\text{CH acumulado}$). A EUA para primeira colheita foi obtida pela produção (MFPA ou MSPA) aos 20 DAT pelo CH acumulado de 1-20 DAT; na segunda colheita obteve-se a EUA pela produção (MFPA ou MSPA) aos 25 DAT pelo CH acumulado de 1-24 DAT.

Os dados foram submetidos à análise de variância mediante o teste F, avaliando-se os níveis de condutividade elétrica da água mediante análise de regressão, selecionando-se os modelos com base na significância de seus termos, no valor do coeficiente de determinação e no significado agrônomico do comportamento.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No monitoramento da condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsol), quando o cultivo foi realizado com água de abastecimento (CEa $0,34 \text{ dS m}^{-1}$), do início ao final do ciclo os valores de CEsol reduziram gradativamente (Figura 1A), comportamento este esperado em função da pouca incorporação de sais por essa água. Tal comportamento foi registrado em outros trabalhos para o mesmo tipo de estratégia para o uso de águas salobras (LIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2015).

Figura 1. Médias de condutividade elétrica (A) e do pH da solução nutritiva (B) no cultivo de chicória no sistema hidropônico DFT adaptado em função da salinidade da água.



Sob os níveis de CEa de 1,5 e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$, os valores de CEsol se mantiveram relativamente constantes durante todo o experimento (Figura 1A). Sob os níveis de salinidade da água de 4,5 e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ houve aumento da CEsol em consequência do acúmulo de sais a partir do uso destas águas, pois o aporte de sais dissolvidos e não absorvidos nessas águas foi superior ao consumo de nutrientes pelas plantas.

Quanto ao pH da solução nutritiva, os valores iniciais no dia do transplante se mantiveram na ordem de 6,0. Durante o experimento em algumas ocasiões foi necessário corrigir o pH em todas as parcelas, ocorrendo sempre reduções, elevando-os para valores na ordem de 6,0.

Em algumas ocasiões (16 DAT) os valores de pH foram menores que 4,0 em todos os níveis de salinidade da água (Figura 1B).

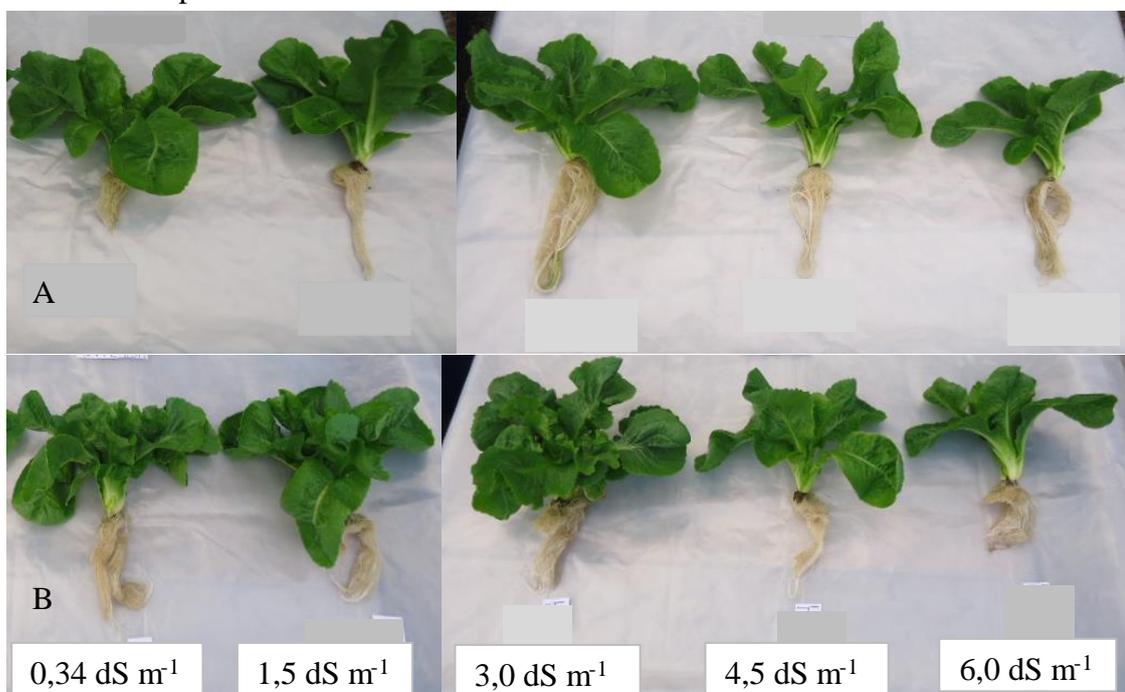
Tais resultados das variações de pH ao longo do ciclo de cultivo mostram que a chicória apresentou característica de acidificar a solução nutritiva, ou seja, os cátions foram absorvidos mais rapidamente do que os ânions, tornando-se o meio acidificado. Para Cometti et al. (2006), em geral, as plantas podem suportar perfeitamente pH entre 4,5 e 7,5 sem grandes efeitos fisiológicos. Entretanto, efeitos indiretos, como a alteração na disponibilidade de nutrientes podem comprometer seriamente o crescimento das plantas, pois as mudanças de pH podem

favorecer a formação de espécies iônicas que não são prontamente transportadas para o interior das células, comprometendo a absorção do nutriente.

Na avaliação do aspecto visual das plantas, independente dos níveis de salinidade da água, as plantas de chicória não apresentaram diferenças na sua coloração (Figuras 2A e 2B). Destaca-se o menor porte das plantas sob o efeito das maiores salinidades (CEa 4,5 e 6,0 dS m⁻¹), porém sem afetar os aspectos da qualidade visual do produto. Outro aspecto positivo

nas plantas, em geral, foi o sistema radicular bem desenvolvido e de coloração branca, o que pode indicar níveis satisfatórios de oxigênio dissolvido na solução nutritiva (parâmetro não quantificado). Conforme alertam Lopes; Silva e Guedes (2015), em hidroponia a solução nutritiva ao circular pelas raízes das plantas pode transmitir doenças para as mesmas como, o *Pythium*, que causa podridão nas raízes, não constatado no presente trabalho.

Figura 2. Aspecto visual da chicória cultivada no sistema hidropônico DFT adaptado em função da condutividade elétrica da água, aos 20 (A) e 25 (B) dias após o transplantio.



Com exceção do NF aos 20 DAT, houve efeito significativo dos níveis de salinidade da água sobre o NF (apenas aos 25 DAT), AP, MFPA e MSPA aos 20 e 25 DAT. Para o consumo hídrico acumulado, houve efeito significativo nos períodos de 1-8, 17-24 e 1-24 DAT e para EUA com base na MFPA aos 20 e 25 DAT e com base na MSPA, apenas aos 20 DAT.

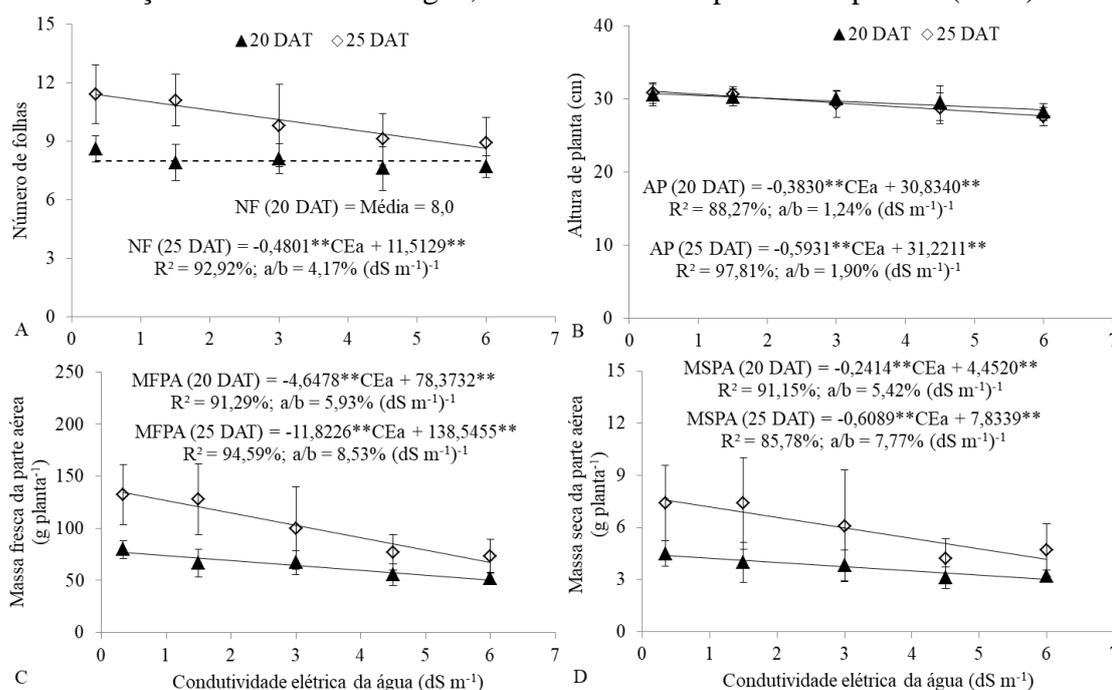
Para todas as variáveis significativas, verificaram-se decréscimos

lineares com o aumento da salinidade da água, da ordem de 4,17% por aumento unitário de CEa (em dS m⁻¹) para o NF (aos 25 DAT) (Figura 3A), de 1,24 e 1,90% para a AP (Figura 3B), de 5,93 e 8,53% para a MFPA (Figura 3C) e de 5,42 e 7,77% para a MSPA (Figura 3D) aos 20 e 25 DAT, respectivamente. Em geral, as menores reduções foram aos 20 DAT, comprovando-se que no cultivo hidropônico em função da precocidade no

ciclo, o efeito dos sais foi menos prejudicial às plantas de chicória, mesmo com reduções nas características avaliadas. Essa precocidade na hidroponia tem

favorecido o uso de águas salobras, como apontam outros estudos (LIRA et al., 2015; SILVA et al., 2015; SOARES et al., 2015; SILVA et al., 2016).

Figura 3. Número de folhas (A), altura de planta (B), massas de matéria fresca (C) e seca da parte aérea (D) da chicória cultivada em sistema hidropônico DFT adaptado em função da salinidade da água, aos 20 e 25 dias após o transplante (DAT).



** significante a 0,01 de probabilidade pelo teste de Student "t".

Para as variáveis de crescimento (NF e AP) (Figuras 3A e 3B), entre as colheitas (não é uma fonte de variação) ocorreu aumento apenas no NF. Aos 20 DAT a média geral para todos os níveis de CEa foi de 8 folhas. Aos 25 DAT sob CEa de 0,34 dS m⁻¹ o NF foi de 11,3, reduzindo para 8,6 folhas sob CEa de 6,0 dS m⁻¹. Tal ganho de folhas implicou exclusivamente na maior produção de MFPA (Figura 3C), pois as alturas das plantas entre as colheitas pouco se alteraram, com 30,70 e 31,02 cm aos 20 e 25 DAT sob CEa de 0,34 dS m⁻¹, o que indica que as plantas crescem em altura até certo patamar. Assim, as maiores reduções por aumento unitário da CEa (dS m⁻¹) na produção de matéria fresca se deve as reduções no tamanho das folhas. Soares et al. (2010)

reportaram redução na massa fresca da alface 'Verônica' sob níveis crescentes de salinidade da água em sistema hidropônico NFT, os quais, atribuíram tal redução pela diminuição do tamanho das folhas e não ao fato da planta deixar de produzi-las.

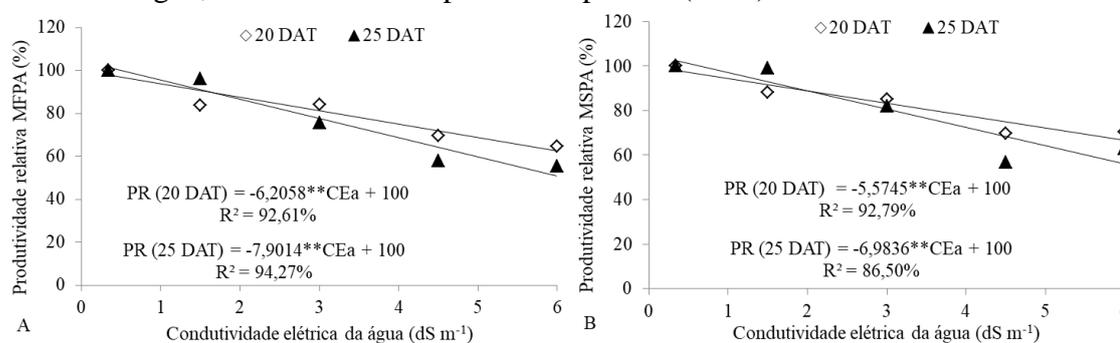
Para a MFPA, sob a menor salinidade (CEa 0,34 dS m⁻¹) as produções foram da ordem de 76,79 e 134,52 g planta⁻¹ e sob o maior nível de salinidade (CEa 6,0 dS m⁻¹) de 50,49 e 67,61 g planta⁻¹, aos 20 e 25 DAT, respectivamente (Figura 3C). Menores foram as reduções percentuais com base na MSPA (Figura 3D), com 4,37 e 7,63 g planta⁻¹ sob a salinidade da água de 0,34 dS m⁻¹ e 3,00 e 4,18 g planta⁻¹ sob a salinidade da água de 6,0 dS m⁻¹, aos 20 e 25 DAT. Como o interesse no caso de hortaliças não é na

produção de matéria seca, será destacado a produção da matéria fresca, que é a parte comercializável. No intervalo de cinco dias houve aumento de $57,73 \text{ g planta}^{-1}$ sob salinidade de $0,34 \text{ dS m}^{-1}$ e $17,12 \text{ g planta}^{-1}$ sob salinidade de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$. Isso mostra que é mais vantajoso manter na estrutura hidropônica as plantas por mais cinco dias; porém, se o mercado consumidor necessitar do produto precocemente, o produtor terá que utilizar como estratégia juntar mais de uma planta para chegar ao peso padrão de comercialização do produto.

Considerando a vantagem do sistema DFT adaptado em tubos, para o produtor hidropônico a preocupação com perda de produção é reduzida, pois as características do sistema permitem que a dependência por energia elétrica não seja um fator que comprometa a produção; caso ocorram interrupções no fornecimento de energia por algumas horas, a solução nutritiva presente nos canais de cultivo será capaz de manter as plantas sem estresse hídrico, e o tempo para o esgotamento da solução no canal de cultivo vai depender do volume de solução armazenada, idade e do número de plantas nos canais.

Quanto à produção relativa, aos 25 DAT a redução foi maior sob o maior nível de salinidade da água ($6,0 \text{ dS m}^{-1}$), da ordem de 52,59 e 58,10% para a MFPA (Figura 4A) e MSPA (Figura 4B), respectivamente. Já aos 20 DAT, a produção relativa ultrapassou 60% tanto para a MFPA quanto para MSPA sob o maior nível de salinidade. Como a cultura da chicória é comercializada com base em massa verde, com os dados do presente trabalho se o produtor replicá-los em sua propriedade, caso disponha-se de água com salinidade de até $4,5 \text{ dS m}^{-1}$ pode utilizar como estratégia deixar as plantas no sistema por mais cinco dias, pois conseguirá produção ($85,34 \text{ g planta}^{-1}$) maior que aquela obtida com o uso de água doce (CEa $0,34 \text{ dS m}^{-1}$) para as plantas colhidas cinco dias antes ($76,79 \text{ g planta}^{-1}$) (Figura 3C). Este mesmo tipo de estratégia aplica-se ao maior nível de salinidade adotado (CEa $6,0 \text{ dS m}^{-1}$), porém, a produção ($67,61 \text{ g planta}^{-1}$) das plantas com cinco dias a mais no sistema sob esta salinidade não alcançou a produção obtida sob a menor salinidade, o que não limita o uso dessa água, pois a qualidade visual do produto não foi depreciada.

Figura 4. Produtividade relativa das massas de matéria fresca (A) e seca da parte aérea (B) da chicória cultivada em sistema hidropônico DFT adaptado em função da salinidade da água, aos 20 e 25 dias após o transplântio (DAT).



** significativa a 0,01 de probabilidade pelo teste de Student "t".

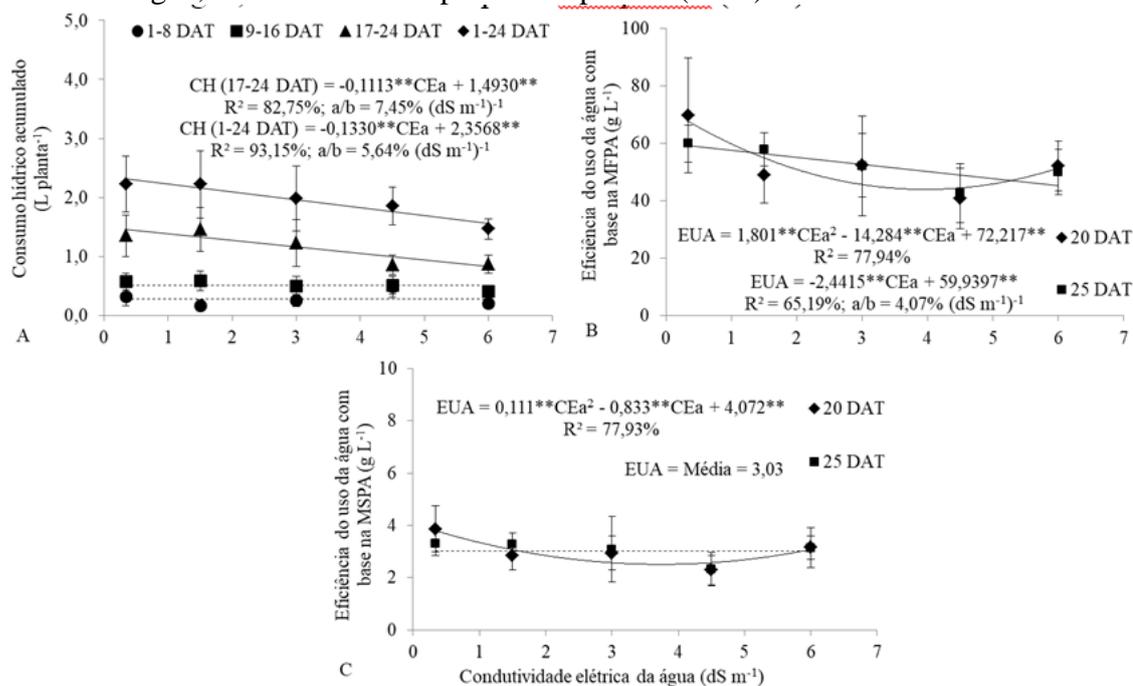
Para os produtores com disponibilidade apenas de águas salobras, a hidroponia pode ser um meio de cultivo

condizente com essa realidade, pois dificilmente se conseguiria alcançar produções no mesmo patamar se estas

águas fossem utilizadas no plantio convencional em solo, além de ser uma fonte de degradação para o meio ambiente, intensificando a salinização do solo. Os resultados encontrados só reforçam a viabilidade do uso dessas águas em hidroponia, pois, como frisam Lira et al. (2015) e Soares et al. (2015), é possível utilizar águas salobras na produção como uma alternativa para os produtores com restrição de água doce, mesmo com redução na produção, deixando a água de boa qualidade para outras finalidades mais exigentes.

Na avaliação do consumo hídrico acumulado, nos períodos de 1-8 e de 9-16 DAT não houve ajuste significativo de qualquer tipo de modelo matemático, com médias de 0,284 e 0,513 L planta⁻¹, respectivamente. Para o período dos 17-24 DAT o efeito da salinidade das águas influenciou negativamente na absorção de água pelas raízes, com redução de 7,45% por aumento unitário de CEa (em dS m⁻¹). Durante o ciclo de cultivo (1-24 DAT), a redução no consumo hídrico por cada dS m⁻¹ foi de 5,64% (Figura 5A).

Figura 5. Consumo hídrico acumulado (A) e eficiência do uso da água da chicória com base nas massas de matéria fresca (B) e seca da parte aérea (C) em função da salinidade da água, aos 20 e 25 dias após o transplantio (DAT).



**significante a 0,01 de probabilidade pelo teste de Student "t".

Para produzir uma planta de chicória durante o ciclo de cultivo (1-24 DAT) foram gastos em média 2,31 e 1,56 L de água (mais os nutrientes) sob as salinidades das águas de 0,34 e 6,0 dS m⁻¹, respectivamente (Figura 5A). A quantificação do consumo hídrico durante o ciclo de cultivo pode contribuir para o melhor aproveitamento e planejamento dos recursos hídricos no Semiárido brasileiro,

pois, pode-se estimar o volume de água a ser utilizado antes da cultura ser implantada no sistema hidropônico. Isso pode ser a base do dimensionamento de sistemas hidropônicos e de captar e se reservar água para esse fim. Conforme frisam Silva et al. (2017), pode-se utilizar diferentes estratégias para suprir a demanda de água em períodos de escassez, como armazenar água no período das

chuvas; outra opção seria o uso diretamente de águas salobras, porém, se as concentrações de sais nessas águas forem muito altas pode-se misturar com água de chuva para reduzir os danos às plantas.

As reduções no consumo hídrico registradas no presente trabalho encontram-se dentro da faixa de valores observados nesse tipo de estudo. Paulus et al. (2012) registraram reduções no CH da alface em hidroponia NFT de 3,9 e 10,0% por aumento unitário na condutividade elétrica da solução nutritiva em dois ciclos de cultivo. Essa diferença entre as reduções no consumo hídrico pode ter sido em função da época do ano, pois as temperaturas médias no interior da casa de vegetação foram de 22,0 e 27,1°C, no primeiro e segundo ciclo de cultivo, respectivamente. No estudo de Silva et al. (2012) com rúcula em hidroponia NFT, o consumo hídrico diário reduziu em 5,34% por aumento unitário de salinidade da água (em dS m^{-1}). Conforme Soares et al. (2010), nesse tipo de experimento o consumo de água depende da salinidade do meio, ou seja, a resposta da planta a salinidade fica muito dependente das condições climáticas que ditam o consumo. Pode-se acrescentar ainda que o consumo hídrico, por sua vez, dita a taxa de salinização da solução nutritiva.

Assim como verificado no presente trabalho, em outros estudos a alta concentração de sais foi fator de estresse, tornando a água cada vez menos disponível para as plantas, conseqüentemente afetando sua absorção (SOARES et al., 2010; SOARES et al., 2015; LIMA et al., 2017).

Aos 20 DAT as maiores EUA com base na MFPA (Figura 5B) e MSPA (Figura 5C) foram obtidas sob o menor nível de salinidade da água ($0,34 \text{ dS m}^{-1}$), da ordem de 67,57 e 3,80 g L^{-1} , respectivamente. Já os menores valores de

EUA com base na MFPA ($43,89 \text{ g L}^{-1}$) e MSPA ($2,51 \text{ g L}^{-1}$), respectivamente, foram obtidos sob os níveis de salinidade da água de 3,97 e $3,75 \text{ dS m}^{-1}$.

A EUA é uma informação importante quando se trabalha com águas salobras, pois o estresse salino pode provocar maior redução no consumo de água do que na produção das plantas, aumentando assim a EUA da planta sob estresse salino.

Aos 25 DAT houve uma redução na EUA com base na MFPA da ordem de 4,07% por aumento unitário de salinidade da água (em dS m^{-1}). Sob a menor salinidade (CEa $0,34 \text{ dS m}^{-1}$) a EUA foi de $59,11 \text{ g L}^{-1}$ e sob maior salinidade (CEa $6,0 \text{ dS m}^{-1}$) da ordem de $45,29 \text{ g L}^{-1}$. Para a EUA com base na MSPA não se concretizou o efeito da salinidade observado aos 20 DAT, com média da ordem de $3,03 \text{ g L}^{-1}$ (Figura 5C).

6 CONCLUSÃO

A água com salinidade de até $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ pode ser empregada no cultivo de chicória em condições hidropônicas, mesmo com reduções no crescimento e na produção, porém sem efeitos depreciativos na qualidade visual do produto.

7 AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela concessão de bolsa aos dois primeiros autores, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade (INCTSal), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

8 REFERÊNCIAS

- COMETTI, N. N.; FURLANI, P. R.; RUIZ, H. A.; FERNANDES FILHO, E. I. Soluções nutritivas: Formulação e aplicações. In: FERNANDES, M. S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 89-114.
- COVA, A. M. W.; FREITAS, F. T. O.; VIANA, P. C.; RAFAEL, M. R. S.; AZEVEDO NETO, A. D.; SOARES, T. M. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 150-155, 2017.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 52 p. (Boletim Técnico, 180).
- KOWALCZYK, K.; GAJC-WOLSKA, J.; RUTKOWSKA, M. Effect of the nutrient solution electrical conductivity (EC) on the growth, development and quality of endive (*Cichorium endivia* L.) cultivated under covers. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 927, p. 339-344, 2010.
- LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; CAMARA NETO, J. P.; OLIVEIRA, L. D. Cultivation of CNPA G3 sesame irrigated with saline water and fertilized with nitrate-N and ammonium-N. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 1, p. 14-20, 2017.
- LIRA, R. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Production, water consumption and nutrient content of Chinese cabbage grown hydroponically in brackish water. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 497-505, 2015.
- LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C.; GUEDES, I. M. R. **Doenças em cultivos hidropônicos e medidas de controle**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2015. 12 p. (Comunicado Técnico, 107).
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; MEDEIROS, S. S.; DIAS, N. S.; SANTOS, D. B. Water use efficiency of coriander produced in a low-cost hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 12, p. 1152-1158, 2015.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M.; LESCH, S. M.; DRAPER, J. H. Analysis of salt tolerance in nine leafy vegetables irrigated with saline drainage water. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 125, n. 5, p. 658-664, 2000.
- SILVA, A. O.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; KLAR, A. E. Consumo hídrico da rúcula em cultivo hidropônico NFT utilizando rejeitos de dessalinizador em Ibimirim-PE. **Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 1, p. 114-125, 2012.

SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; FREITAS, F. T. O.; RAFAEL, M. R. S. Consumo hídrico do coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI/ESALQ-USP/ABID/UFRB/INCT-EI/INCTSal/INSTITUTO FUTURE, 2017.

SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, I. S.; SILVA FILHO, J. A.; CARMO, F. F. Frequency of recirculation of the nutrient solution in the hydroponic cultivation of coriander with brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 5, p. 447-454, 2016.

SILVA, M. G.; SOARES, T. M.; OLIVEIRA, I. S.; SANTOS, J. C. S.; PINHO, J. S.; FREITAS, F. T. O. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 4, p. 246-258, 2015.

SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M. R.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 636-642, 2015.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C. A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 705-714, 2010.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; PAZ, V. P. S.; OLIVEIRA, J. L. B. Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 373-393.

TZORTZAKIS, N. G. Influence of NaCl and calcium nitrate on lettuce and endive growth using nutrient film technique. **International Journal of Vegetable Science**, Philadelphia, v. 15, n. 1, p. 44-56, 2009.

TZORTZAKIS, N. G. Potassium and calcium enrichment alleviate salinity-induced stress in hydroponically grown endives. **Horticultural Science**, Prague, v. 37, n. 4, p. 155-162, 2010.