



PARTIÇÃO DO COENTRO SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM ÁGUAS SALOBRAS APLICADA EM VAZÕES CRESCENTES

Ellyelson Henrique Lopes da Silva¹, Ronievon Lima Lucena¹, Júlio Ciqueira de Almeida², José Amilton Santos Júnior³, Alessandro Oliveira da Silva⁴, Maria Vanessa Pires de Souza⁵

RESUMO: O ajuste da vazão de aplicação de soluções nutritivas preparadas em águas salobras na hidroponia pode ser uma alternativa para mitigar os efeitos deletérios da salinidade sobre o acúmulo e a partição de fotoassimilados. Desta forma, objetivou-se avaliar a partição de fotoassimilados de plantas de coentro, cv. verdão, expostas a soluções nutritivas preparadas em águas salobras e aplicadas em vazões crescentes, em sistema hidropônico “Nutrient Film Technique” - NFT. O experimento foi conduzido em março de 2020, em ambiente protegido, nas dependências da Universidade Federal Rural de Pernambuco, em Recife, PE. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 4, com quatro blocos, sendo os tratamentos quatro soluções nutritivas (1,7; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e quatro vazões crescentes (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L h⁻¹). Foram mensuradas variáveis relacionadas a partição de fotoassimilados das plantas e os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 de probabilidade. Verificou-se que o aumento da vazão de aplicação da solução nutritiva aumentou a alocação de fotoassimilados na raiz e reduziu na parte aérea. Vazões de aplicação da solução nutritiva superiores a 2 L min⁻¹ favorecem o maior acúmulo de massa seca pelas raízes.

PALAVRAS-CHAVE: *Coriandrum sativum* L., Salinidade, Fotoassimilados.

HYDROPONIC CULTIVATION OF CORIANDER VERDÃO IN BRACKISH NUTRIENT SOLUTIONS APPLIED AT INCREASING FLOWS

¹ Graduando em Engenharia Agrícola e Ambiental, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

² Doutorando em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

³ Professor Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE

⁴ Professor Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Caixa postal 12.168, CEP 60450-760, Fortaleza, CE. Fone (85)33669758. E-mail: alexsandro@ufc.br

⁵ Doutoranda em engenharia agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, UFC, Fortaleza - CE

ABSTRACT: The adjustment of the application flow of nutrient solutions prepared in brackish waters in hydroponics can be an alternative to mitigate the deleterious effects of salinity on the accumulation and partition of photoassimilates. Thus, the objective was to evaluate the partition of photoassimilates of coriander plants, cv. verdão, exposed to nutrient solutions prepared in brackish waters and applied in increasing flows, in a hydroponic system "Nutrient Film Technique" - NFT. The experiment was conducted in March 2020, in a protected environment, on the premises of the Federal Rural University of Pernambuco, in Recife, PE. The experimental design was randomized blocks, analyzed in a 4 x 4 factorial scheme, with four blocks, with four nutrient solutions (1.7; 3.0; 4.5 and 6.0 dS m⁻¹) and four increasing flows (1.0, 2.0; 3.0 and 4.0 L h⁻¹). Variables related to the partition of photoassimilates of the plants were measured and the data were submitted to analysis of variance by the F test at a level of 0.05 probability. It was found that the increase in the application flow of the nutrient solution increased the allocation of photoassimilates in the root and reduced in the shoot. Application flows of the nutrient solution greater than 2 L min⁻¹ favor the greater accumulation of dry by the roots.

KEYWORDS: *Coriandrum sativum* L., Salinity, Photoassimilated.

INTRODUÇÃO

O cultivo de hortaliças utilizando águas salobras vem aumentando, principalmente em regiões de semiárido, entretanto, seu uso pode provocar prejuízos significativos na produção das culturas (SILVA et al., 2023). O estresse salino é uma condição adversa ao crescimento das plantas e que despende um custo metabólico de energia, fazendo que reduza o acúmulo de massa e reorienta a distribuição de fotoassimilados para a sobrevivência do vegetal em detrimento à produção (FREITAS et al., 2021).

Algumas hortaliças têm apresentado resultados produtivos promissores quando cultivadas em sistema hidropônicos, mesmo em condições de salinidade elevada. A hidroponia é um sistema altamente eficiente no uso e gerenciamento da água e nutrientes (SANTOS JÚNIOR et al., 2016; SILVA et al., 2018), sendo neste sistema o potencial osmótico da solução nutritiva o principal fator que afeta a absorção de água pelas plantas, uma vez que o potencial matricial tende a ser zero, desta forma, a hidroponia possibilita a utilização de águas com mais elevada concentração de sais (SANTOS JÚNIOR et al., 2016), no preparo da solução nutritiva e na reposição da água evapotranspirada.

Cultivos em sistemas hidropônicos necessitam de fornecimento adequado e constante de nutrientes para manter sua produtividade, assim, cada cultura possui uma taxa ideal de fluxo que sejam capazes de alimentar e gerar maior crescimento (DALASTRA et al., 2020).

Para a cultura do coentro, sobretudo em condições de hidroponia e salinidade, ainda são poucos os trabalhos que recomendem uma vazão que proporcione um maior ganho em crescimento e acúmulo de biomassa, assim, estudos são necessários para se verificar como vazões crescentes interferem nos padrões produtivos do coentro cultivado solução nutritivas preparada em águas salobras. Neste sentido, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a partição de fotoassimilados em plantas de coentro, cv. verdão, expostas à soluções nutritivas preparadas em águas salobras e aplicadas em vazões crescentes.

MATERIAL E MÉTODOS

As atividades experimentais foram realizadas em março de 2020, em ambiente protegido, situado nas dependências da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, em Recife, PE (8° 01' 09" de latitude sul e 34° 56' 54" de longitude oeste e altitude média de 6,5 m).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 4: quatro níveis de condutividade elétrica das soluções nutritivas - CEs_n (1,7 – controle; 3,0; 4,5 e 6,0 dS m⁻¹) e quatro vazões de aplicações (1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 L h⁻¹). As condutividades elétricas (CE) escolhidas pretendem simular condições em que o preparo da solução nutritiva foi realizado com águas de baixa salinidade e com águas de CE elevadas, que normalmente são encontrados nas águas subterrâneas de regiões áridas e semiáridas (SOARES et al., 2017).

O sistema hidropônico utilizado foi o NFT com os canais hidropônicos instalados em bancadas com uma inclinação de 3,33%. As dimensões dos perfis hidropônicos foram 3 m de comprimento e 75 mm de diâmetro, com perfurações circulares espaçados em 0,20 m para alocação das plantas. A circulação da solução nutritiva ocorreu de forma intermitente em períodos de 15 minuto durante o dia e 2 horas durante a noite.

Na produção das mudas, 10 sementes de coentro cv. Verdão foram semeados em copos descartáveis preenchidos com substrato de fibra de coco. O preparo das soluções nutritivas deu-se em água de abastecimento (CE de 0,20 dS m⁻¹) e utilizou-se o quantitativo de fertilizantes proposto por Furlani (1998) para hortaliças folhosas em 1000L, obtendo-se o primeiro nível de CE da solução nutritiva (CE_{sn}). Os demais níveis de CEs_n foram estimados com auxílio da

equação de Richards (1954) e mediante a adição dos quantitativos de sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O na proporção de 2:1:1, conforme tratamento.

Aos 35 dias após semeadura (DAS), em cada canal hidropônico foram colhidos 3 maços de coentro e determinado massa fresca da parte aérea e da raiz, e posteriormente as massas secas (MSPA – Massa seca da parte aérea e MSR – massa seca de raiz), pela secagem em estufa de circulação forçada à temperatura de 60 °C. Calculou-se o índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA) pela equação (1), de acordo com Benincasa (2003):

$$IPBPA = \frac{MSPA}{MST} * 100 \quad (1)$$

Em que,

IPBPA – Índice de produção de biomassa da parte aérea;

MSPA – Massa seca da parte aérea (g);

MST – Massa seca total (g).

A relação raiz/parte aérea – R/PA, foi calculada por meio da relação entre a massa seca da raiz e da parte aérea, com o auxílio da equação (2) proposta por Magalhães (1979):

$$R/PA = \frac{MSR}{MSPA} \quad (2)$$

Em que,

R/PA – Relação raiz parte aérea;

MSR – Biomassa seca da raiz (g);

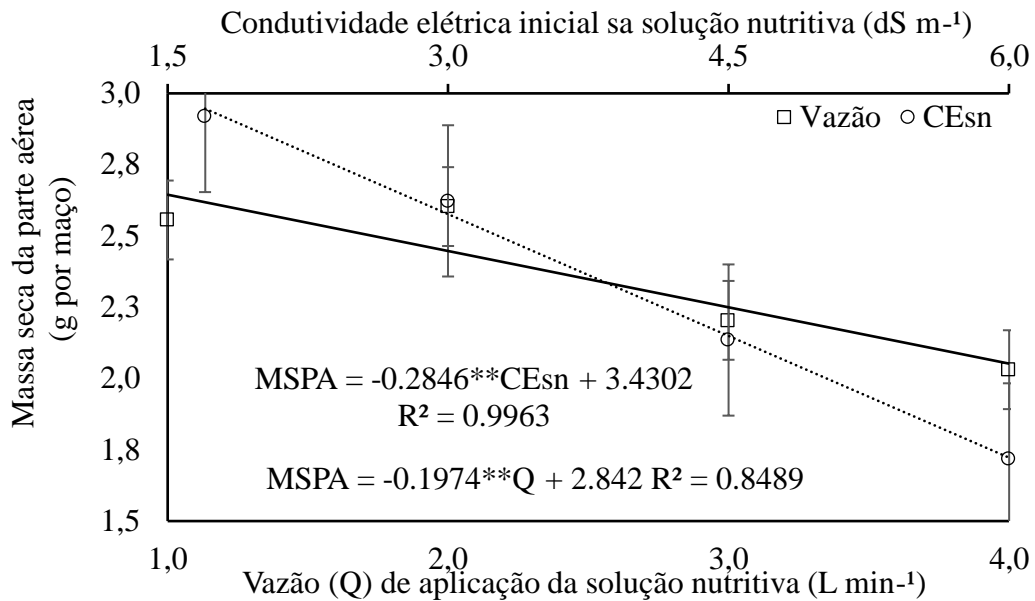
MSPA – Biomassa seca da parte aérea (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 de probabilidade e, quando se verificou efeito significativo para os tratamentos quantitativos, comparou-se mediante análise de regressão. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software estatístico SISVAR versão 5.2 (FERREIRA et al., 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa seca da parte aérea (MSPA) foi reduzida em 0,28 e 0,19 g por maço por incremento unitário da CEs_n e vazão, respectivamente (Figura 1). Por outro lado, verifica-se que o aumento da vazão até 4,0 L min⁻¹ implica em uma perda total de 22,39% na MSPA. Perdas na massa seca de hortaliça folhosa em condições de hidroponia e salinidade também foi

relatado, por Rebouças et al. (2013), no cultivo hidropônico de coentro com uso de rejeito salino, que estimaram perdas de 79% no intervalo de CEs_n de 2,55 a 12,34 dS m⁻¹.



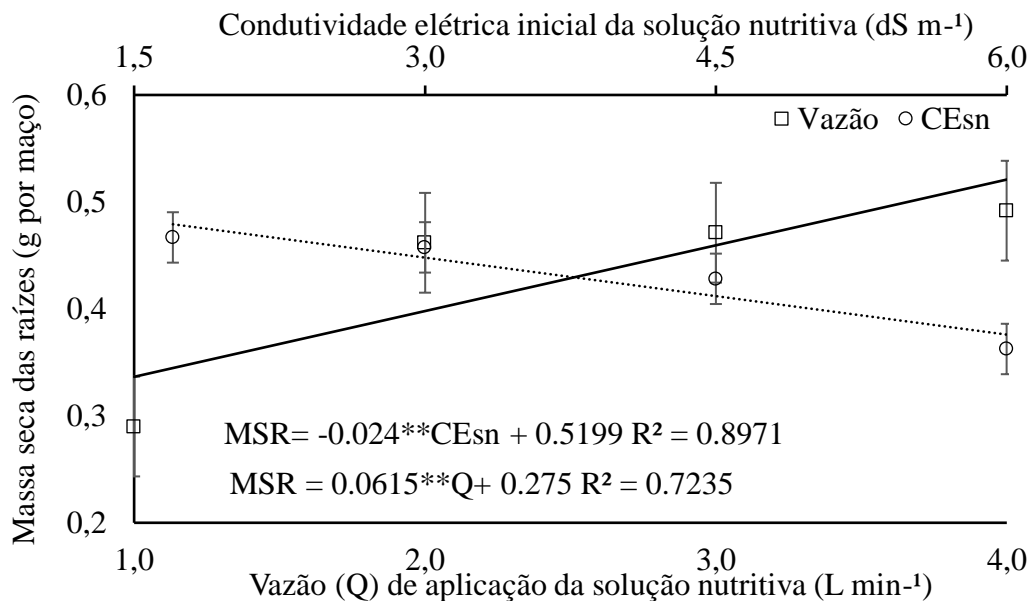
CEsn: $p < 0,01$; Vazão: $p < 0,01$; CEs_n x Vazão: $p > 0,05$; CV: 12,04.

Figura 1. Massa seca da parte aérea de plantas de coentro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e vazões crescentes de aplicação.

Os efeitos deletérios do uso de águas salobras com CEs_n elevadas na produção hidropônica de hortaliças folhosas tem sido apontado em outros trabalhos, como na cultura da rúcula (SILVA et al., 2017) e chicória (ALVES et al., 2019), que também verificaram o efeito significativos de perdas na produção ao incrementar dS m⁻¹ na CEs_n, o que pode ser atribuído a processos fisiológicos que comprometem o acúmulo de massa seca na parte aérea pelo vegetal.

O aumento da vazão implicou em aumento na massa seca de raiz (MSR) à razão de 0,06 g por maço, a cada incremento unitário da CEs_n, mas, também, quanto a raiz, o aumento da CEs_n reduziu a MSR à razão de 0,024 g por maço (Figura 2). Alterações na distribuição de fotoassimilados de vegetais cultivados em meio salinos ocorrem principalmente pelo efeito osmótico da solução nutritiva, que obriga a planta desenvolver estratégias de sobrevivência como a priorização do desenvolvimento radicular em detrimento da parte aérea do vegetal (SILVA et al., 2013).

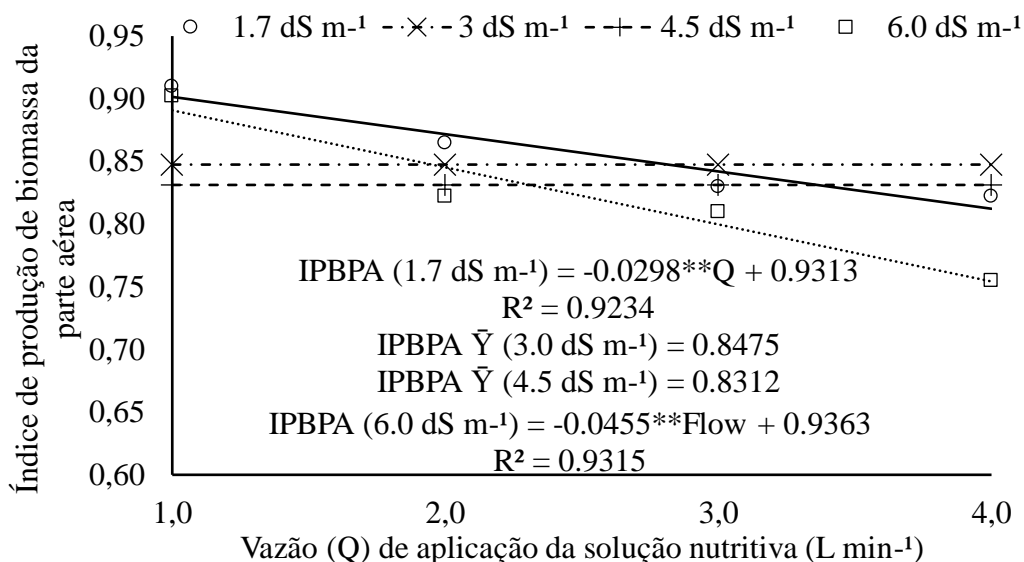
Sob salinidade os vegetais necessitam de ajustes para se adaptar as condições de adversidade, à exemplo dos ajustes de balanço nutricional e fisiológico, que influenciam diretamente no equilíbrio de massa entre as raízes e a parte aérea da planta, sendo um importante mecanismo adaptativo, garantindo sobrevivência em condição de CE mais elevadas através das alterações morfofisiológicas da planta (ELSING et al., 2019).



CEsn: p<0,01; Vazão; p<0,01; CEsn x Vazão: p>0,05; CV:8,02.

Figura 2. Massa seca das raízes do coentro em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e vazões crescentes de aplicação.

Quanto ao índice de produção de biomassa da parte aérea (IPBPA), após análise do desdobramento, verificou-se que nas CEsn de 1,7 e 6,0 dS m⁻¹, o aumento da vazão implicou em perdas de 0,02 e 0,04 por incremento unitário da vazão. Entretanto, ao se analisar as CEsn de 3,0 e 4,5 dS m⁻¹ verifica-se que a variação da vazão não afetou o IPBPA, sendo obtido médias de 0,84 e 0,83, respectivamente (Figura 3).



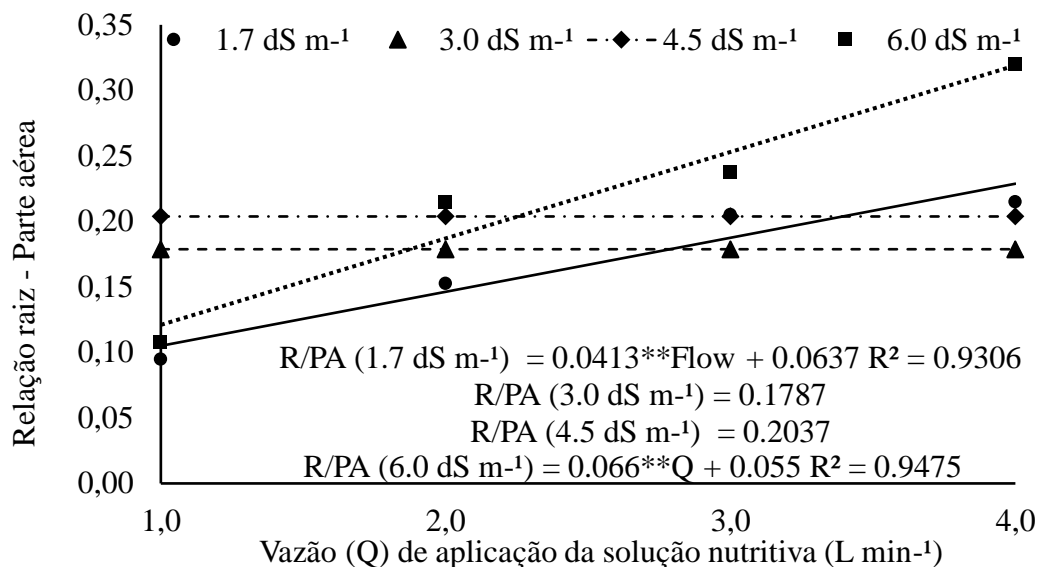
CEsn: p<0,01; Vazão; p<0,01; CEsn x Vazão: p<0,01; CV:2,05.

Figura 3. Índice de produção de biomassa da parte aérea do coentro em base de massa fresca em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e vazões crescentes de aplicação.

O índice de produção de biomassa da parte aérea é uma forma de verificar se a compartimentação dos fotoassimilados está sendo efetivada como estratégia adaptativa das

plantas às condições de estresse salinos, visto que correlaciona a produção total de massa seca e a massa seca da parte aérea, assim, reduções no IPBPA indicam o comprometimento do acúmulo de massa seca na parte aérea em função do acúmulo no sistema radicular. O acúmulo de massa seca pelas plantas ocorre em função das condições de cultivos impostas e desta forma valores diminutos no acúmulo de massa seca obtida em soluções nutritivas mais concentrada no sistema NFT deve-se ao efeito osmótico provocado pela elevada condutividade elétrica da água salobra utilizada (XAVIER et al., 2021).

Após análise do desdobramento, verificou-se para a relação raiz – parte aérea, dentro das CEs_n de 1,7 e 6,0 dS m⁻¹, que o aumento da vazão implicou em ganhos de 0,04 e 0,06 por incremento unitário da vazão e para as CEs_n de 3,0 e 4,5 dS m⁻¹ não se verificou efeito significativo (p>0,05) sendo constatadas médias de 0,17 e 0,20, respectivamente (Figura 4). Resultados análogos foram verificados em plantas de rúcula em condições de hidroponia e salinidade, em que incrementos nos níveis de salinidade da água promoveram um acréscimo linear na relação raiz – parte aérea da rúcula (SILVA et al., 2013).



CEsn: p<0,01; Vazão: p<0,01; CEs_n x Vazão: p<0,01; CV:12,53.

Figura 4. Relação raiz/parte aérea do coentro em base de massa seca em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e vazões crescentes de aplicação.

O comportamento na relação raiz – parte aérea do coentro, cv. verdão, pode ser explicada principalmente pela atuação do aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva sob as produções de massa das diferentes partes, já que sob salinidade elevada as plantas expressaram uma redução na produção de massa na parte aérea de 41,69 % e na raiz 20,83%, menos expressiva. O efeito deletério da salinidade ocorre tanto pelo acúmulo de íons tóxicos que não podem ser contidos pelas atividades da célula e pelo efeito osmótico da solução que promove

uma diminuição na absorção de água e nutrientes, interferindo diretamente no crescimento da parte aérea, sendo expresso como redução da expansão foliar e no acúmulo de massa (TAIZ & ZAIGER, 2017).

Sob as vazões crescentes o aumento na relação raiz – parte aérea tem como provável explicação um estresse secundário causado pelo alto fluxo e velocidade de passagem da solução pelo sistema radicular, que induz uma redistribuição de fotoassimilados priorizando o aumento da área de absorção.

CONCLUSÕES

O aumento da vazão de aplicação da solução nutritiva implicou em maior alocação de fotoassimilados na raiz em detrimento da parte aérea e o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva implicou em aumento do percentual de massa seca da parte aérea.

Vazões de aplicação da solução nutritiva superiores a 2 L min⁻¹ favorecem o maior acúmulo de massa seca pelas raízes quando se utiliza águas salobras no preparo da solução nutritiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, L. S.; SILVA, M. G.; GHEYI, H. R.; SILVA PAZ, V. P.; SOARES, T. M.; RAFAEL, M. R. S. Uso de águas salobras no cultivo da chicória em condições hidropônicas. **Irriga**, v. 24, n. 4, p. 758-769, 2019. <https://doi.org/10.15809/IRRIGA.2019V24N4P758-769>
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.
- DALASTRA, C.; TEIXEIRA FILHO, M.; SILVA, M. R.; NOGUEIRA, T. A.; FERNANDES, G. C. Head lettuce production and nutrition in relation to nutrient solution flow. **Horticultura Brasileira**, v. 38, p. 21-26, 2020. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620200103>
- ELSING, L. A.; PAULETTO, A. T. A.; SOUSA PAITER, A. H.; GIANINI, J. P. B.; OLIVEIRA MARTINS, M. J.; SANTOS, T. B.; DALASTRA, I. M. Diferentes condutividades elétricas em soluções nutritivas para alface crespa em sistema hidropônico. **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 4, p. 23-31, 2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs: Sisvar. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

FREITAS, F. T. O.; SOARES, T. M.; SILVA, M. G.; RAFAEL, M. R. S. Cultivo de alface sob intervalos de recirculações das soluções nutritivas em sistemas hidropônicos usando água salobra. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 67-96, 2021. <https://doi.org/10.15809/irriga.2021v1n1p67-96>

FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. In: **International Symposium on Growing Media and Hydroponics 481**. 1999. p. 777-778. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.481.98>

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M. G. 1. Ed. **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Universidade de São Paulo, v. 1, p. 331-350 1979.

REBOUÇAS, J. R. L.; FERREIRA NETO, M.; DIAS, N. D. S.; SOUZA NETO, O. N.; DINIZ, A. A.; DE LIRA, R. B. Hydroponic cultivation of coriander using saline waste. **Irriga**, v. 18, n. 4, p. 624-634, 2013. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2013v18n4p624>

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. LWW, 1954. Disponível em: <https://www.ars.usda.gov/ARUserFiles/20360500/hb60_pdf/hb60complete.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2021.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; FILHO, D. H. G.; SOARES, F. A.; DIAS, N. D. S. Efficiency of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. **Engenharia Agrícola**, v. 33, p. 342-350, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0100-69162013000400011>

SILVA, J. S.; ALVES, M. D. S.; PAZ, V. D. S.; SOARES, T. M.; ALMEIDA, W. F. Produção hidropônica de rúcula sob diferentes combinações de água salobra. **Inovagri**, IV Inovagri International Meeting, 2017. <http://dx.doi.org/10.7127/iv-inovagri-meeting-2017-res3180471>

SILVA, M. G. D.; OLIVEIRA, I. D. S.; SOARES, T. M., GHEYI, H. R.; SANTANA, G. D. O.; PINHO, J. D. S. Growth, production and water consumption of coriander in hydroponic system using brackish waters. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 547-552, 2018. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n8p547-552>

SILVA, M. G. D.; SOARES, T. M.; GHEYI, H. R.; SANTOS, C. C. D.; OLIVEIRA, M. G. B. D. Hydroponic cultivation of salad rocket using saline nutrient solutions. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 3, p. 476-482, 2013. <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i3a1689>

SILVA, P. C.; GHEYI, H. R.; JESUS, M. J. D. S.; CORREIA, M. R.; AZEVEDO NETO. Condicionamento de sementes com peróxido de hidrogênio melhora a tolerância da alface hidropônica ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 704-711, 2023. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n9p704-711>

SOARES, C. S.; SILVA, J. A.; SILVA, G. N. Produção de coentro em diferentes espaçamentos dos canais hidropônicos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. u, 2017. <http://dx.doi.org/10.12661/pap.2017.001>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p., 2017.

XAVIER, J. F.; AZEVEDO, C. A. V.; AZEVEDO, M. R. D. Q. A.; SALES, J. C. R.; DE OLIVEIRA, N. C.; FERNANDES, J. D. Soluções nutritivas salinizadas com cloro de sódio no cultivo da alface crespa em sistema hidropônico. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 14, pág. e515101420437-e515101420437, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.20437>