

Crescimento e produção de cultivares de alface crespa sob salinidade e adubação com silício

Growth and production of curly lettuce cultivars under salinity and silicon fertilization

Jailson Lopes da Penha¹, Ronaldo do Nascimento², Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Tankpinou Richard Ketounou⁴, Rafaela Felix Basilio Guimarães⁵, Francisco de Assis da Silva⁶

RESUMO: O cultivo hidropônico se apresenta como uma alternativa viável à produção de hortaliças com uso de águas salinas, sobretudo, em regiões semiáridas. Com potencial de reduzir os efeitos causados pela salinidade o silício é apontado como promissor em aumentar a tolerância das plantas. Nesse sentido, objetivou-se estudar o crescimento e produção de cultivares de alface sob solução nutritiva salina e aplicação de silício. O experimento foi conduzido entre setembro e outubro de 2021, na Propriedade Rural Vale dos Ipês, em São Mamede, PB. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial $4 \times 2 \times 2$, sendo quatro condutividades elétricas da solução nutritiva (1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS m⁻¹) duas concentrações de silicato de potássio (0,0 e 0,6 mM) e duas cultivares de alface crespa (C1- “Leila” e C2- “Isabel”), com oito repetições. O experimento foi realizado em casa de vegetação com quatro bancadas de plantio hidropônico em sistema NFT, espaçadas a 0,50 m x 0,14 m entre perfis e declividade de 5%. Os dados apontam que, a salinidade reduziu o crescimento das plantas de alface aos 14 dias após o transplante a partir da CE de 2,4 dS m⁻¹. E que soluções nutritivas com CE até 2,4 dS m⁻¹ são recomendadas para a produção de alface.

Palavras-chave: Águas salinas; *Lactuca sativa* L.; Mitigação.

ABSTRACT: Hydroponic cultivation presents itself as a viable alternative to vegetable production using saline water, especially in semi-arid regions. With the potential to reduce the effects caused by salinity, silicon is seen as promising in increasing plant tolerance. In this sense, the objective was to study the growth and production of lettuce cultivars under saline nutrient solution and silicon application. The experiment was conducted between September and October 2021, at the Vale dos Ipês Rural Property, in São Mamede, PB. The experimental design was completely randomized in a $4 \times 2 \times 2$ factorial scheme, with four electrical conductivities of the nutrient solution (1.4; 2.0; 2.6 and 3.2 dS m⁻¹) two concentrations of potassium silicate (0.0 and 0.6 mM) and two curly lettuce cultivars (C1- “Leila” and C2- “Isabel”), with eight replications. The experiment was carried out in a greenhouse with four hydroponic planting benches in an NFT system, spaced 0.50 m x 0.14 m between profiles and a slope of 5%. The data indicate that salinity reduced the growth of lettuce plants 14 days after transplanting from an EC of 2.4 dS m⁻¹. And that nutrient solutions with EC up to 2.4 dS m⁻¹ are recommended for lettuce production.

Keywords: Saline water; *Lactuca sativa* L.; Mitigating.

Autor correspondente: Jailson Lopes da Penha

E-mail: jailsonpenha@gmail.com

Recebido em: 2024-08-03

Aceito em: 2025-12-09

¹ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

² Doutor em Ciências Agrárias pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professor Permanente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

³ Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professora do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal (PB), Brasil.

⁴ Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

⁵ Doutora em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande (PB), Brasil.

⁶ Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Professor do curso de Agronomia da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém (PA), Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Assim como outras hortaliças, o suprimento hídrico para a alface é essencial, sendo o manejo adequado da irrigação importante não apenas para suprir as necessidades hídricas da cultura, mas também por minimizar problemas com doenças e lixiviação de nutrientes (Koetz *et al.*, 2006). Segundo a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas (ABCSEM), em 2018, a alface foi considerada a 3ª hortaliça mais consumida no país, totalizando 1,5 milhão de toneladas produzidas e movimentando cerca de R\$ 8 bilhões, apenas no varejo. No estado de São Paulo, a área produzida com alface foi estimada em 11.704 ha, com produção de 475.235 t e produtividade em torno de 40,6 t ha⁻¹ (IEA, 2017).

Na região Nordeste, a escassez hídrica leva à busca por formas de cultivo que consigam aproveitar os recursos existentes, como é o caso das águas salinas para o cultivo de plantas. Ao longo dos anos, diversos estudos mostram que é possível usar água salobra para produzir alface hidroponicamente, e a tolerância aos sais pode ser superior ao cultivo convencional no solo (Moraes *et al.*, 2014; Sousa *et al.*, 2020).

Para Domingues *et al.* (2012) e Oliveira *et al.* (2014), a produção satisfatória da alface em cultivo hidropônico depende essencialmente da qualidade e formulação da solução nutritiva, em especial, no que se refere ao pH, à temperatura e à composição salina, (teor, concentração e tipos de sais), com reflexos no crescimento e desenvolvimento da cultura. De acordo com Monteiro Filho *et al.* (2017), as oscilações na condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn) estão relacionadas ao consumo de água e nutrientes pelas plantas e à evaporação das soluções nutritivas durante a condução do experimento.

Quanto aos aspectos nutricionais, devido ao seu curto ciclo de crescimento, é uma cultura muito exigente em nutrientes; por isso, a deficiência deles causa sintomas que podem ser identificados visualmente como coloração anormal, crescimento, queima e distorção de partes da planta (Meirelles; Baldotto; Baldotto, 2017; Santos *et al.*, 2020).

Uma alternativa para produção de plantas sob estresse salino seria o uso do silício, cujos benefícios estão relacionados ao aumento da resistência mecânica das células, devido ao depósito de silício na forma de sílica amorfa (SiO₂ nH₂O), na parede celular, que forma uma dupla camada de sílica cuticular, proporcionando um melhor ajuste osmótico, diminuindo a transpiração e melhorando a capacidade fotossintética (Etesami; Jeong, 2018). Conforme menciona Faquin (2005), o silicato de potássio, além de fornecer o silício, também fornece o potássio, que é um nutriente essencial.

A aplicação foliar de silicato de potássio (K₂SiO₃) é realidade na agricultura brasileira, sendo uma forma alternativa de fornecer o elemento benéfico silício (Si) para plantas tidas como não acumuladoras desse nutriente (Rodrigues *et al.*, 2016). Dessa forma, a aplicação foliar de fontes de silício líquido solúvel tem sido foco de vários estudos pela sua praticidade, eficácia, com uso de doses menores e por ser uma técnica adaptável aos pulverizadores, normalmente, utilizados por produtores (Figueiredo *et al.*, 2010).

Sendo assim, objetivou-se avaliar o crescimento e produção de cultivares de alface sob salinidade da solução nutritiva e adubação com silício.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido (estufa agrícola para hortaliças) pertencente à Propriedade Rural Vale dos Ipês, localizada no Município de São Mamede, Paraíba, sob as coordenadas geográficas de 6° 57' 44" latitude sul e 37° 09' 35" longitude oeste, com uma altitude de 275,72 m. Os valores de temperatura e umidade relativa do ar (máximas e mínimas) foram anotados diariamente com auxílio de higrômetro digital.

Os tratamentos consistiram em quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS m⁻¹) com duas doses de Si (silicato de potássio) na forma de adubação foliar nas doses (0,0 e 0,6 mM) em duas cultivares de alface crespa (C₁ - "Leila" e C₂ - "Isabel"), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 × 2 × 2, com 8 repetições, perfazendo o total de 128 unidades experimentais. As doses de silicato de potássio (K₂SiO₃) foram estabelecidas de acordo com a recomendação de Lemos Neto *et al.* (2018).

As sementes das cultivares Leila e Isabel, do grupo crespa, com pureza de 99,9% e germinação de 95%, foram colocadas para germinar em espuma fenólica e mantidas na sombra por 24 h; em seguida, postas ao sol já na estufa para completar período de maternidade de 10 dias, recebendo água apenas três (03) vezes ao dia. Logo após, foram encaminhadas para o berçário de mudas por mais dez (10) dias, recebendo adubação via solução nutritiva recomendada por Furlani *et al.* (1998) com 100% da força iônica para suprir possíveis demandas nutricionais das plântulas.

A solução nutritiva foi preparada com água de abastecimento da Companhia de Esgotos da Paraíba (CAGEPA), sendo ajustada de acordo com a metodologia de Richard (1954), para simular água salina nas respectivas CE de tratamentos, até CE final da solução nutritiva de 3,2 dS m⁻¹ tomando por base Guimarães *et al.* (2019). Ao atingirem de 6 a 8 folhas definitivas, aproximadamente 20 dias, as plântulas foram transplantadas para bancada definitiva e foram submetidas aos tratamentos com as concentrações determinadas de silicato de potássio (12% de SiO₃ e 12% de P₂O).

A casa de vegetação possui quatro bancadas de plantio hidropônico em sistema NFT (técnica de nutrientes em filme), espaçadas uma das outras em 0,50 m e perfis espaçados em 0,14 m com declividade de 10% para permitir que a solução referente a cada tratamento percorra o perfil apenas por gravidade, ao final encontra-se uma estrutura montada para direcionar a solução à tubulação de retorno para o reservatório, também por gravidade. A tubulação de retorno é fundamental para promover a oxigenação da solução, cada bancada possui 5 perfis (R80) de cultivo individualizados, constituídos por tubos de polipropileno específicos para hidroponia. O sistema ainda é constituído por mangueiras injetoras de solução nutritiva, tubos e conexões para o adequado funcionamento do sistema.

Para a circulação da solução nutritiva, foram quatro bombas d'água para realizar a sucção e recalque da solução do reservatório aos perfis; as bombas trabalham "afogadas", ou seja, num nível inferior ao da solução (do lado de fora do reservatório) para evitar a entrada de ar no sistema. Com base na recomendação de Furlani *et al.* (2009), foram encontradas a vazão da solução nos canais e a potência da bomba, sendo cada uma conectada a um temporizador analógico, ligado à energia elétrica para manter

a solução circulando automaticamente. Os temporizadores foram programados para irrigações a cada 15 minutos durante o dia (Bliska; Honório, 1996) e intervalos de uma hora no período noturno.

Nos perfis foram transplantadas 18 plantas de alface espaçadas em 0,25 m entre si. Os perfis referentes a cada tratamento foram interligados a um reservatório de plástico rígido com capacidade de 200 litros com a solução nutritiva. O preparo e manejo da solução nutritiva foram efetuados de modo a suprir a demanda nutricional da cultura em todo ciclo de cultivo, conforme recomendação de Furlani *et al.* (1998).

Todos os dias ocorreram a reposição e monitoramento das soluções. Para garantir a condutividade elétrica definida ($3,2 \text{ dS m}^{-1}$), a verificação se deu por meio de um condutivímetro portátil e, quando necessário, o ajuste através da diluição do tratamento com uma solução nutritiva de ajuste, previamente preparada conforme recomendação de Furlani *et al.* (1998) e armazenada em reservatório extra, ou por meio da adição de NaCl, caso precisasse concentrar mais a solução. A cada 6 DAT, a solução foi totalmente renovada para garantir a ação da fonte de silício, totalizando 4 renovações até o dia da coleta de dados aos 24 DAT.

A formulação utilizada para o preparo da solução foi realizada por meio de um composto comercial contendo todos os macronutrientes, a citar: Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Magnésio (Mg), Enxofre (S) e micronutrientes, a citar: Boro (B), Cobre (Cu), Molibdênio (Mo), Manganês (Mn) e Zinco (Zn) necessários para o desenvolvimento da cultura junto com o Nitrato de Cálcio e Ferro quelatizado.

Também foi feito o controle diário do pH, com auxílio de um pHmetro de bancada modelo LUCA-210, para que ele se mantenha entre 5,5 e 6,5 (devido se tratar do intervalo ótimo para absorção de nutrientes), ajustando-o quando necessário, por meio de uma solução base composta por hidróxido de sódio e uma solução ácida composta por ácido sulfúrico. Os tratos culturais seguiram conforme necessidade, de acordo com as recomendações da cultura.

Aos 15 DAT, foram analisados o número de folhas (NF) pela contagem simples das folhas totalmente expandidas e o diâmetro caulinar (DC) por meio de um paquímetro digital. Ao final do experimento, aos 24 DAT, foram mensuradas a massa fresca da parte aérea (MFPA) e a massa fresca total (MFT), logo após a retirada das plantas dos perfis através da pesagem. Para determinação da massa seca da parte aérea (MSF) e massa seca total (MST), os materiais frescos foram previamente pesados e acondicionados em sacos de papel devidamente identificados, depois passaram pelo processo de secagem em estufa com circulação de ar forçado a 65°C por 72 horas; após esse procedimento, ocorreu a pesagem final para se obter a massa da matéria seca. As pesagens foram realizadas em balança analítica de precisão 0,0001 g.

Os resultados obtidos foram submetidos às análises de variância pelo teste F, os tratamentos com variáveis quantitativas submetidos à análise de regressão e os tratamentos com variáveis qualitativas ao teste de Tukey a 1 e 5% de significância com o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, observa-se através do resumo do teste de F, efeito isolado para os níveis de salinidade da solução nutritiva em todas as variáveis analisadas, que não houve efeito significativo para as concentrações de silício e cultivares de alface, bem como para a interação entre os fatores em estudo. Ao se direcionar os estudos para os fatores isolados, são verificados efeitos significativos para todas as variáveis no fator salinidade.

Tabela 1. Resumo do teste de F referente às variáveis de número de folhas (NF), diâmetro de caule (CC), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca total (MFT), massa seca das folhas (MSF) e massa seca total (MST) em função da salinidade da solução nutritiva e concentrações de silício em cultivares de alface aos 15 dias após o transplântio

FV	GL	QM					
		NF	DC	MFPA	MFT	MSF	MST
Sal (S)	3	**	**	**	**	**	**
Cultivares (C)	1	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
S x C	3	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Silício (Si)	1	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
C x Si	1	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
S x C x Si	3	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
Bloco	3	ns	Ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	-	11,79	11,85	21,07	17,09	29,46	26,51

*, **, ns. Significativo a 1%, 5% pelo teste F e não significativo, respectivamente; FV: fontes de variação; CV: coeficiente de variação.

De acordo com a equação de regressão para o número de folhas em função dos níveis salinos da solução nutritiva (Figura 1A), houve efeito quadrático dos níveis de CE da solução nutritiva sobre o NF, com aumento do número de folhas até a salinidade 2,4 dS m⁻¹, com 14,94 folhas de média, a partir desse nível salino, com decréscimo acentuado no número de folhas das plantas de alface cultivadas em sistema hidropônico. Reduções do número de folhas também foram observadas por Paulus *et al.* (2012), analisando o cultivo da alface crespa cv. Verônica sob salinidade da solução nutritiva evidenciou as reduções aos 23 dias após o transplântio. Essas respostas das plantas ao meio salino dependem de suas características genéticas e das condições do meio, podendo cultivares diferentes apresentarem respostas distintas à salinidade (Gorham; Tomar; Jones *et al.*, 1988).

O diâmetro do caule (DC) das plantas de alface em função do aumento da condutividade elétrica da água da solução nutritiva aumentou até o nível estimado de 2,4 dS m⁻¹, seguindo a mesma tendência do número de folhas (Figura 1B). Sob condições de deficiência hídrica induzida pelo efeito osmótico (seca fisiológica) são comuns alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, como medida para manter a absorção de água e reduzir a taxa de transpiração; dentre as mudanças morfológicas, destaca-se a redução do tamanho e do número de folhas, como constatado neste estudo (Taiz *et al.*, 2017).

Com relação à massa fresca das folhas (MFPA) de alface, houve um efeito significativo dos níveis de salinidade aos 15 DAT com efeito quadrático para dados de massa fresca em função da salinidade da solução nutritiva com ponto máximo na CE_{sn} 2,29 dS m⁻¹ (Figura 2A). Os valores se aproximaram do peso médio comercial encontrado por Ferreira *et al.* (2009), quando avaliaram as cultivares Simpson, Marisa e Vera em sistema

hidropônico de cultivo (163,43, 171,06 e 141,61 g por planta). A utilização de água salobra na produção se torna uma alternativa para os produtores com disponibilidade de águas salobras e restrição de água doce, mesmo com redução na produtividade (Lira *et al.*, 2015; Soares *et al.*, 2015).

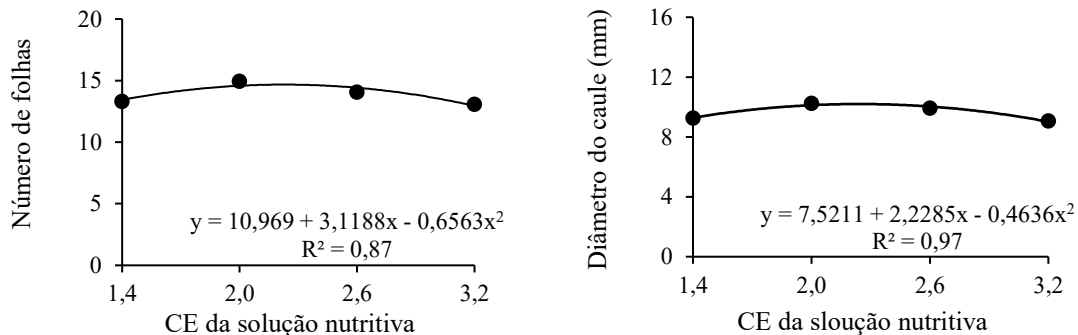


Figura 1. Número de folhas de alface (A) e diâmetro do caule (B) em função da condutividade elétrica da solução nutritiva em sistema hidropônico aos 15 DAT

Na massa fresca total das plantas de alface, em função da salinidade da solução nutritiva, os dados tiveram ajuste ao modelo quadrático com maior acúmulo de fitomassa (122,39 g por planta) com o cultivo sob condutividade elétrica de 2,0 dS m⁻¹ aos 15 DAT (Figura 2B). Os resultados em questão são semelhantes aos de Fernandes *et al.* (2018), que estudaram o efeito da salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema NFT e obtiveram médias de 136,5 g por planta.

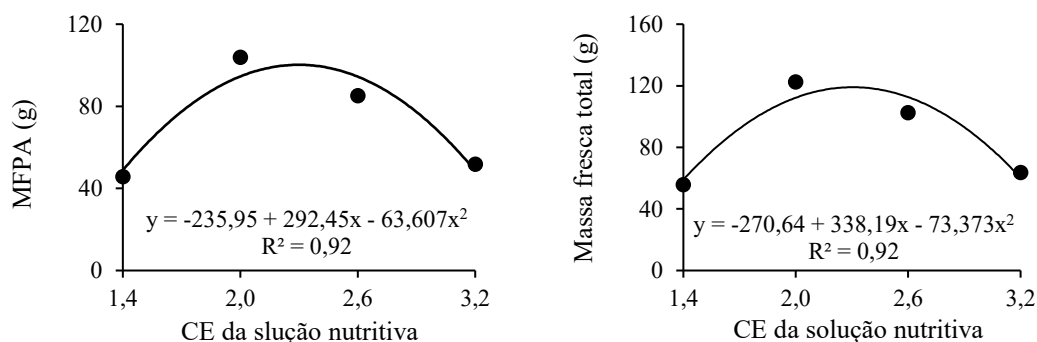


Figura 2. Massa fresca da parte aérea (A) e massa fresca total (B) da alface em função da variação da condutividade elétrica da solução nutritiva em sistema hidropônico aos 15 DAT

O aumento da salinidade da solução nutritiva exerceu efeito quadrático na massa seca das folhas de alface aos 15 DAT. Conforme a equação de regressão, verifica-se (Figura 3A) que o maior valor (5,04 g por planta) ocorreu quando as plantas foram irrigadas com a solução de até 2,3 dS m⁻¹ com decréscimos variáveis a partir desse nível salino, cujo menor valor foi de 3,98 g por planta, obtido com a CE da solução nutritiva de 3,2 dS m⁻¹. Essas reduções corroboram os resultados encontrados por Soares *et al.* (2015), Paulus *et al.* (2010) e Santos *et al.* (2010), que relatam reduções da massa seca da parte aérea da alface em cultivo hidropônico em função do aumento da salinidade da solução nutritiva.

Com base na Figura 3B, é possível visualizar comportamento semelhante para a massa seca total (MST).

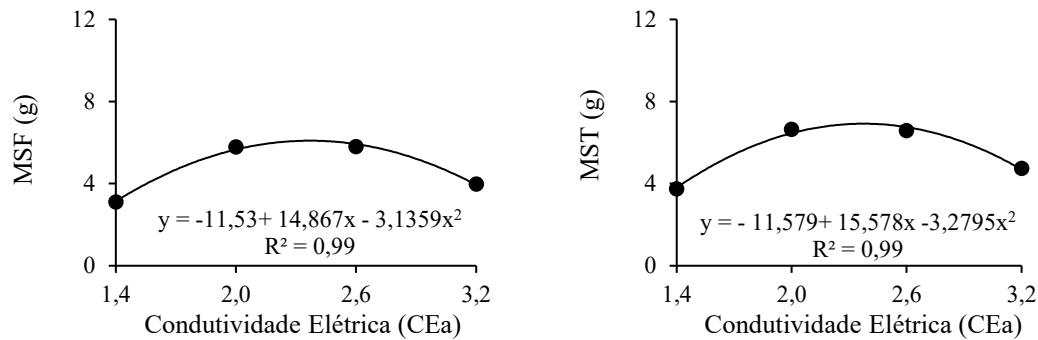


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A) e massa seca total (B) da alface em função da variação da condutividade elétrica da solução nutritiva em sistema hidropônico aos 15 DAT

De acordo com a equação de regressão, o maior valor da MST (6,99 g por planta) foi na irrigação com a solução de até 2,4 dS m⁻¹ em seguida, um decréscimo na variável, cujo menor valor foi de 4,75 g por planta com a CE da solução de 3,2 dS m⁻¹. Dias *et al.* (2011) obtiveram resultados semelhantes quando verificaram uma redução maior da matéria fresca da parte aérea em relação à redução da matéria seca da alface, respectivamente de 6,68 e 5,48% as reduções do maior nível de salinidade (3,1 dS m⁻¹) em relação ao tratamento testemunha (0,3 dS m⁻¹).

4 CONCLUSÃO

A utilização de solução nutritiva com condutividade elétrica até 2,4 dS m⁻¹ resulta em acréscimo no crescimento e acúmulo de fitomassa da alface crespa em cultivo hidropônico.

A solução nutritiva com condutividade elétrica de 3,2 dS m⁻¹ reduz o número de folhas, diâmetro do caule e o acúmulo de fitomassa da alface crespa em cultivo hidropônico.

As concentrações de silício não influenciaram no desenvolvimento das plantas de alface em condições de salinidade; assim, recomenda-se a realização de outros estudos com concentrações mais elevadas.

REFERÊNCIAS

BLISKA, J. A.; HONÓRIO, S. L. **Cartilha tecnológica: hidroponia**. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, 1996. 51p.

DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; COSME, C. R.; JALES, A. G. O.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. de. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande v. 15, n. 10, p. 991-995, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662011001000001>.

DOMINGUES, D. S.; TAKAHASHI, H. W.; CAMARA, C. A. P.; NIXDORF, S. L. Automated system developed to control pH and concentration of nutrient solution evaluated in

hydroponic lettuce production. **Comp. Elec. Agric**, v. 84, p.53-61, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.02.006>.

ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 147, 881-896, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.063>.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 183 p.

FERNANDES, J. M. P.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; NASCIMENTO, L. V.; QUEIROZ, I. S. R. de. Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico NFT. **Rev. Bras. Agric. Irr**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2570-2578, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v12n300697>.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Rev. Bras. Biom**, Lavras, v.37, n.4, p.529-535, 2019. DOI: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>

FERREIRA, R. L. F.; NETO, S. E. A.; SILVA, S. S.; ABUD, E. A.; REZENDE, M. I. F. L.; KUSDRA, J. L. Combinações entre cultivares, ambientes, preparo e cobertura do solo em características agrônômicas de alface. **Hort. Bras**, v. 27, n. 3, p. 383-388, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000300023>.

FIGUEIREDO, F. C.; BOTREL, P. P.; TEIXERA, C. P.; PETRAZZINI, L. L.; LOCARNO, M.; CARVALHO, J. G. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciênc. Agrotec**, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000500032>.

FURLANI, P. R. Instruções para o cultivo de hortaliças de folhas pela técnica de hidroponia – NFT. Campinas: **Instituto Agrônômico**, (Documentos IAC, 168). 1998. 30 p.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas**: Parte 1 - Conjunto hidráulico. Artigo em Hypertexto. 2009.

GORHAM, J.; TOMAR, O. S.; JONES, R. G. W. Salinity induced changes in the chemical composition of *Leucaena leucocephala* and *Sesbania bispinosa*. **Plant Physiol**, v. 132, n. 6, p.678-682, 1988. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(88\)80228-1](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(88)80228-1).

GUIMARÃES, R. F. B.; MAIA JÚNIOR, S. O. de; NASCIMENTO, R. do; MELO, D. F. de; RAMOS, J. G.; ANDRADE, J. R. de. Trocas gasosas em cultivares de alface crespa em cultivo hidropônico com água salina, **Rev. Bras. Agric. Irr**, v. 13, p. 3599-3609, 2019. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(88\)80228-1z](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(88)80228-1z).

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. IEA/CATI anuários. IEA/CATI, 2017. Disponível em: <http://www.iea.agricultura.sp.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2023.

KOETZ, M.; COELHO, G.; COSTA, C. C.; LIMA, E. P.; SOUZA, R. J. Efeito de doses de potássio e da frequência de irrigação na produção da alface americana em ambiente protegido. **Eng. Agríc**, v. 26, n. 3, p. 730-737, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-69162006000300009>.

LEMONS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; SAMPAIO, I. M. G.; HENDGES, R. A. A.; OLIVEIRA, A. B.; MEDEIROS FILHO, S. Silicon (Si) reduces the effects of salt stress on germination and initial growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **AJCS**, v. 12, n. 9, p. 1410-1418, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.09.PNE1074>.

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. **Rev. Ciênc. Agro**, v. 46, n. 3, p. 497-505, 2015. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20150031>.

MEIRELLES, A. F. M.; BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. **Rev. Ceres**, v. 64, n. 5, p. 553-556, 2017. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201764050014>.

MONTEIRO FILHO, A. F.; AZEVEDO, M. R. Q. A.; AZEVEDO, C. A. V.; FERNANDES, J. D.; SILVA, C. R.; SILVA, Y. S. Growth of hydroponic lettuce with optimized mineral and organomineral nutrient solutions. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 191-196, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p191-196>.

MORAES, D. P.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA NETO, O. N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 353-360, 2014.

OLIVEIRA, L. L. P.; FARIAS, W. C.; LINHARES, P. S. F.; MELO, M. R. S.; CAVALCANTE, J. J.; DOMBRONSKI, J. L. D. Análise de diferentes dosagens de solução nutritiva no cultivo de mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L.). **ACSA**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p. 14-7, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v10i2.503>.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia água salina. **Rev. Hortic. Bras**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100006>.

PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2012000100016>.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**, Washington: U.S, Department of Agriculture, 1954.

RODRIGUES, C. R.; RODRIGUES, T. M.; LUZ, J. M. Q.; SOUSA, V. B. F.; SOUSA, J. B.; NUNES, A. C. P.; TRINDADE, P. R. Clorofila a e b de tomateiro tratado com silicato de potássio e fungicida. **Glo. Sci Technol**, Rio Verde, v. 9, n. 2, p. 54-64, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14688/1984-3801/gst.v9n2p54-64>.

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. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 961-969, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662010000900008>.

SANTOS, M. R. A.; GOMES FILHO, R. R.; FACCIOLI, G. G.; CARVALHO, C. M.; NUNES, T. P.; CARVALHO, L. L. S.; ARAÚJO FILHO, R. N.; PEDROTTI, A.; VALNIR JÚNIOR, M.; LIMA, S. C. R. V. Lettuce (*Lactuca sativa* L.) irrigated with domestic sewage treated in protected environment. **IJERA**, Índia, v. 10, n. 6, p. 47-52, 2020. DOI: DOI: <https://doi.org/10.9790/9622-1006034752>.

SOARES, H. R.; SILVA, Ê. F. F. E.; SILVA, G. F.; PEDROSA, E. M.; ROLIM, M. M.; SANTOS, A. N. Lettuce growth and water consumption in NFT hydroponic system using brackish water. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 7, p. 636-642, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n7p636-642>.

SOUSA, J. I.; FREITAS, C. A. S.; SANTOS, F. G. B.; SARAIVA, K. R.; CARVALHO, C. M.; CUNHA, L. S. de; FREITAS, R. M. O. de. Utilização de diferentes concentrações salinas da solução nutritiva na produção de cultivares de alface em cultivo hidropônico. **Res. Soc. Dev**, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 10, e4299108606, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i10.8606>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.