



Potencialidade do uso de água de qualidade inferior no cultivo hidropônico da alface crespa

Josilda de França Xavier¹, Carlos Alberto Vieira de Azevedo², Gleyka Nóbrega Vasconcelos³, Márcia Rejane de Queiroz Almeida Azevedo⁴, Aline Costa Ferreira⁵, Vera Lúcia Antunes de Lima⁶

¹Dra. em Engenharia Agrícola, Universidade Federal Rural de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande - PB (83) 2101-1000. josildaxavier@yahoo.com.br (autor correspondente) <https://orcid.org/0000-0003-2624-4989>. ²Phd em Agricultural and Irrigation Engineering, Professor Titular, Unidade Acadêmica em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande - PB, (83) 2101-1184. cazevedo@deag.ufcg.edu.br <https://orcid.org/0000-0001-7336-1243>. ³Doutoranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande - PB (83) 2101-1000. gleykavasconcelos@gmail.com <https://orcid.org/0000-0003-2889-0829>. ⁴Dra. em Recursos Naturais, Professora Titular, Departamento de Agroecologia e Agropecuária, Universidade Estadual da Paraíba, Sítio Imbaúba, Zona Rural, Lagoa Seca - PB, CEP 58117000, (83)3362-1244. mazevedo@ccaa.uepb.edu.br <https://orcid.org/0000-0002-4391-2961>. ⁵Dra em Engenharia Agrícola, Professora Titular, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Federal de Campina Grande, R. Jario Vieira Feitosa, 1770, Pombal -PB, CEP 58840-000, (83) 3431-4000. alinecfx@yahoo.com.br <https://orcid.org/0000-0002-5518-1924>. ⁶Dra. em Engenharia Agrícola, Professora Titular, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882 - Universitário, CEP 58429-900, Campina Grande - PB (83) (83) 2101-1184. antuneslima@gmail.com <https://orcid.org/0000-0001-7495-6935>.

Artigo recebido em 26/04/2023 e aceito em 12/12/2023

RESUMO

O reuso de efluentes domésticos brutos e tratados como fonte de água e nutrientes no cultivo hidropônico de hortaliças vem trazendo benefícios para os produtores rurais/urbanos, sociedade e o meio ambiente. Em virtude desses benefícios, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho da produção de três cultivares da alface crespa (Verônica, Vanda e Thais) utilizando soluções nutritivas preparadas com efluente bruto, tratado e água subterrânea. A execução da mesma foi consolidada em ambiente protegido do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais-CCAA da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB Campus II, situada na zona rural do município de Lagoa Seca-PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas, a parcela experimental constituída por soluções nutritivas (S). S₁ = solução de Furlani; S₂ = efluente bruto; S₃ = efluente bruto otimizado; S₄ = água de subterrânea; S₅ = água subterrânea otimizada; S₆ = água residuária-UASB e S₇ = água residuária-UASB otimizada e a subparcela com cultivares da alface crespa. As variáveis analisadas foram: número de folhas por planta, diâmetro caulinar, massa fresca e seca do caule e folhas, produção total e comercial. Independentemente da variável analisada, não se observou interação significativa entre soluções nutritivas e cultivares. Verificou-se que a solução de Furlani e a cultivar Vanda apresentaram o maior número de folhas por planta, a maior produção total e comercial, massa fresca e seca da folha e seca do caule.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; hidroponia; reuso; produtividade.

Potentiality of the use of inferior quality water in the hydroponic cultivation of curly lettuce

Abstract

The reuse of raw and treated domestic effluents as a source of water and nutrients in the hydroponic cultivation of vegetables has brought benefits to rural/urban producers, society and the environment. Due to these benefits, this research aimed to evaluate the production performance of three curly lettuce cultivars (Verônica, Vanda and Thais) using nutrient solutions prepared with raw, treated effluent and groundwater. The execution of the same was consolidated in a protected environment of the Center for Agricultural and Environmental Sciences-CCAA of the State University of Paraíba-UEPB Campus II, located in the rural area of the municipality of Lagoa Seca-PB. The experimental design was in randomized blocks with split plots, the experimental plot consisting of nutrient solutions (S). S₁ = Furlani solution; S₂ = raw effluent; S₃ = optimized raw effluent; S₄ = groundwater; S₅ = optimized groundwater; S₆ = wastewater-UASB and S₇ = wastewater-UASB optimized and the subplot with curly lettuce cultivars. The variables analyzed were: number of leaves per plant, stem diameter, fresh and dry mass of stems and leaves, total and commercial production. Regardless of the analyzed variable, no significant interaction was observed between nutrient solutions and cultivars. It was verified that the Furlani

solution and the Vanda cultivar had the highest number of leaves per plant, the highest total and commercial production, fresh and dry mass of the leaf and dry mass of the stem.

Keywords: *Lactuca sativa* L.; hydroponics; reuse; productivity.

Introdução

Há anos vem sendo diagnosticado o problema de escassez de água no mundo, especialmente em países com grandes regiões semiáridas como o Brasil. A disponibilidade de água para a agricultura tem sido tema de debates principalmente no que tange a sustentabilidade das áreas irrigadas no semiárido brasileiro. Diante do quadro de baixa oferta de água potável, a geração de tecnologias e pesquisa que permitam o uso de água salina e residuária na produção de alimentos torna-se importantes para o cenário agrícola. Diante da crise hídrica se faz necessário o investimento em novas tecnologias, técnicas e uso de água de fontes alternativas, dentre elas uso de água salina e residuária.

A acessibilidade de água doce para usos agrícolas está cada vez menor em diversas regiões do mundo, em razão do aumento populacional que, além de consumir mais água, demanda mais alimentos (Costa et al., 2020). Por este motivo o reuso de água residuária é uma forma alternativa de controle da poluição, além de contribuir para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões semiáridas, visando minimizar os impactos socioambientais e quando utilizada na agricultura pode maximizar a produção de alimentos.

A utilização de água de qualidade inferior vem se destacando no cultivo hidropônico de hortaliças folhosas. Os efluentes domésticos brutos e tratados e água salina subterrânea que contem nutrientes têm sido aproveitamentos como alternativa promissora para os produtores rurais das regiões semiárida do Brasil Xavier et al. (2019). Nessa conjuntura, a utilização de águas residuárias e subterrâneas são uma das possíveis opções a serem trabalhadas para encarar os desafios relacionados à escassez hídrica ou para adaptar-se às pressões sazonais sobre a água, sejam elas quantitativas ou qualitativas.

Outro fator importante quando se utiliza as águas de qualidades inferior na agricultura e/ou no cultivo hidropônico é a redução da contaminação pela descarga direta de esgoto nos corpos hídricos, melhorando as condições de potabilidade, permitindo a utilização mais racional dos recursos hídricos (Martínez et al., 2013) e (Bonini et al., 2014).

O subsolo tem como origem de rochas pré-cambrianas em cerca de 50%, essas rochas constituem o embasamento cristalino que ocupa 70% da região, em que as águas subterrâneas são

armazenadas em rochas fissuradas, reduzindo sua quantidade e qualidade Gama e Jesus (2019).

Segundo Paldor et al. (2019) as águas subterrâneas são normalmente a fonte mais importante de água potável e sua superexploração pode levar à deterioração dos recursos hídricos. Em aquíferos costeiros confinados, a dinâmica da intrusão de água salgada e a salinização de poços são o foco de muitos estudos recentes, frequentemente não incluem um estudo geológico da estrutura subterrânea do aquífero.

O uso da hidroponia surgiu como uma alternativa a problemas como a baixa disponibilidade de solos aptos à agricultura; a incidência de determinadas doenças de solo, dificilmente controladas por métodos químicos, sanitários ou de resistência genética; o interesse em incrementar a eficiência do uso da água e o desejo de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos alimentos (Souza Neta et al., 2013).

Vários estudos têm recomendado a técnica da hidroponia (cultivo sem uso do solo) como opção para uso de águas salobras (Niu; Sun; Masabni, 2018).

Segundo Oliveira et al. (2014) a solução nutritiva para o cultivo hidropônico é de fundamental importância, pois o crescimento, desenvolvimento e a produção da cultura dependerão de uma formulação adequada e balanceada com os macro e micronutrientes necessários para a cultura. Guimarães et al. (2016) estudaram diferentes concentrações de solução nutritiva recomendada para alface em cultivo hidropônico e recomendam que o pH da solução seja ajustado entre 6,0 e 6,5 através de aplicação de soluções 0,1 mol L⁻¹ de KOH ou HCl. As oscilações na condutividade elétrica (CE) estão relacionadas ao consumo de água e nutrientes pelas plantas e a evaporação as soluções nutritivas ocorridas durante a condução do experimento Monteiro Filho et al. (2017).

A alface (*Lactuca sativa* L.) no Brasil pode ser cultivada em campo aberto, ambiente protegido, sistema hidropônico ou orgânico, pela agricultura familiar em pequenas áreas, vizinhas aos centros consumidores (Vaz et al., 2019).

O cultivo da alface em sistemas hidropônicos já é amplamente difundido no Brasil, especialmente por fácil, combinado com seu ciclo curto (Sarmento et al., 2014). Vários estudos já foram realizados com o cultivo deste vegetal usando a técnica de hidroponia, como Paulus et al. (2012) e Sarmento et al. (2014). No entanto, todos

se referem ao uso de soluções de nutrientes minerais, particularmente a solução de Furlani (1999) (Monteiro Filho et. al, 2017). Segunda Cova et al. (2017) que estudaram o cultivo da alface em sistema hidropônico e observaram que escolha do sistema hidropônico e do intervalo de recirculação para a cultura da alface depende da qualidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva.

Varias pesquisas já foram desenvolvidas como, Albuquerque Júnior et al. (2016) que pesquisaram três cultivares da alface crespa em sistema hidropônico-NFT com água residuária; Tavares et al. (2019) pesquisaram o crescimento e a produção do pimentão em sistema semi-hidropônico utilizando efluente de esgoto doméstico tratado; Santos et al. (2020) desenvolveu em sistema hidropônico com água de reuso como fonte de água e nutriente na cultura de rúcula.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o desempenho da produção de três cultivares da alface crespa (Verônica, Vanda e Thais) utilizando soluções nutritivas preparadas com efluente bruto e tratado e água subterrânea.

Material e métodos

Área de estudo

A pesquisa foi conduzida no período de outubro a novembro de 2021 utilizando a técnica hidropônica de Fluxo Laminar de Nutrientes-NFT em ambiente protegido do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais-CCAA da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus II, localizada na zona rural da cidade de Lagoa Seca-PB (Figura 1), com as seguintes coordenadas geográficas: (7° 10' 15" S, 35° 51' 14" W), segundo a classificação climática de Köppen-Geige (Brasil, 1971). O clima é caracterizado como tropical úmido, com temperatura média anual em torno de (22°C), sendo a mínima de (18°C) e a máxima de (33°C), o índice pluviométrico varia de 700 a 1000 mm.ano⁻¹.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com os tratamentos em parcelas subdivididas em esquema fatorial 7 x 3, com três repetições, os fatores foram 7 soluções nutritivas e três cultivares de alface crespa.

A parcela experimental foi constituída pelas soluções nutritivas (S): S₁ = solução de Furlani preparada com água de chuva; S₂ = efluente bruto; S₃ = efluente bruto otimizado; S₄ = água subterrânea; S₅ = água subterrânea de otimizada; S₆ = água residuária tratada do reator UASB e S₇ = água residuária tratada do reator UASB otimizada e as subparcelas foram compostas pelas cultivares da alface crespa Verônica, Vanda e Thais. Cada sub parcela foi arranjada por seis plantas de cada cultivar totalizando 18 plantas por calha, em todo experimento foram utilizadas 126 plantas da cada cultivar.

Águas utilizadas no experimento

As águas utilizadas no experimento foram provenientes de chuva armazenada em cisterna (para a solução S₁), de efluente bruto da cidade de Lagoa Seca-PB (para as soluções S₂ e S₃), subterrânea de poço tubular da Empresa de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária – EMPAER localizada no sítio Imbaúba do município Lagoa Seca-PB (para as soluções S₄ e S₅) e residuária tratada do reator UASB da Estação Experimental de Tratamento Biológico de Esgotos Sanitários (Extrabes) Campina Grande-PB (para as soluções S₆ e S₇), as mesmas foram encaminhadas para análise físico-química no Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS/DEAg/UFCG). Encontra-se na Tabela 1 os resultados da caracterização físico-química das águas utilizadas na condução da pesquisa.

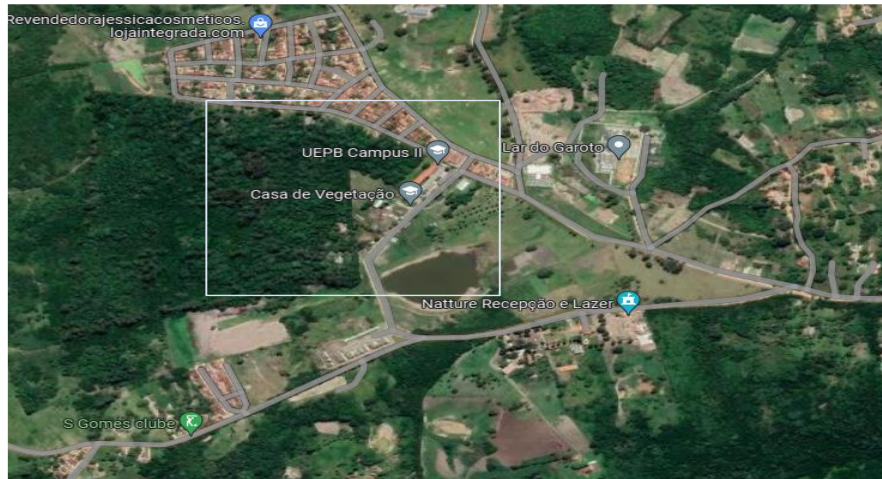


Figura 1. Mapa de localização da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus II Lagoa Seca PB onde foi realizada a pesquisa.

Tabela 1. Caracterização físico-química das águas utilizadas nas irrigações do cultivo hidropônico

Determinações	Água subterrânea	Efluente bruto	Água residuária tratada do reator UASB
Potencial hidrogeniônico – pH	7,7	7,4	7,2
Condutividade Elétrica –CE (dS.m ⁻¹)	0,957	2,133	2,502
Cálcio (mmol/L)	3,62	3,98	5,98
Magnésio (mmol/L)	0,75	3,47	3,42
Sódio (mmol/L)	3,94	10,57	15,55
Potássio (mmol/L)	0,38	1,26	0,01
Cloretos (mmol/L)	6,42	9,99	23,23
Carbonatos (mmol/L)	0,00	0,00	0,00
Bicarbonato (mmol/L)	1,31	10,95	3,25
P-Total (mg L ⁻¹)	4,51	29,30	4,14
Nitrato (NO ₃ ⁻) (mg L)	16,73	0,00	1,03
Amônia (NH ₃) (mg L ⁻¹)	0,61	1,27	58,6
Relação de adsorção de sódio (RAS)	2,57	6,93	8,53
Classe de água para irrigação	C ₂ S ₁ T ₂	C ₃ S ₁ T ₃	C ₃ S ₁ T ₃

Formulação, manejo e calibração das soluções nutritivas.

As soluções nutritivas S₃, S₅ e S₇ foram preparadas de acordo com metodologia proposta por Furlani (1999), utilizou-se a ferramenta Solver do Microsoft Office Excel para obter-se a quantidade dos fertilizantes (macro e micronutrientes) a serem diluídos em um volume de 200 litros para cada solução, obtendo-se assim, soluções otimizadas. Para as formulações das soluções foi levando em consideração os nutrientes presentes nas águas de acordo com as análises da caracterização físico-química (Tabela 1) das mesmas utilizadas no experimento. As soluções nutritivas S₂, S₄ e S₆ não seguiram nenhuma recomendação metodológica, sendo considerados somente os nutrientes presentes nas águas e disponibilizados para as plantas durante o

experimento. Na tabela 2 encontra-se o quantitativo dos fertilizantes adicionados no preparo das soluções nutritivas minerais a partir da caracterização físico-química das águas acima citadas, que foram utilizadas no sistema hidropônico das cultivares durante a pesquisa.

As soluções nutritivas foram distribuídas nas calhas através de bombas de aquário submersas, a irrigação foi programada por temporizadores em frequência: 15 minutos ligado e 15 minutos desligado das (6:30 às 10:00 horas), acionado direto (10:15 às 16:30 horas), ativado 15 min e 45 min desativado (16:45 às 18:00 horas) e a noite o sistema de irrigação foi acionado três vezes (21:00, 00:00 e 03:00 horas) por 15 minutos.

Durante a condução da pesquisa as leituras e as calibrações das soluções para condutividade elétrica (CE) e o potencial hidrogeniônico (pH)

foram realizadas num intervalo de 24 h, utilizando-se um condutivímetro portátil (TDS)/Temperatura modelo HI 9811-5 além de um peagâmetro; a CE de cada solução foi mantida com o valor inicial da seguinte forma: $S_1 - 1,9$; $S_2 - 0,95$; $S_3 - 2,79$; $S_4 - 2,10$; $S_5 - 3,9$; $S_6 - 2,5$ e $S_7 - 4,6$ (dS.m⁻¹) respectivamente. O pH inicial das soluções nutritivas foi de 5,5 e 7,0; independente dos tratamentos, as soluções nutritivas foram substituídas em períodos a cada sete dias. Após a calibração, o pH das soluções foram ajustados mantendo-o próximo 5,5 a 6,5 conforme a recomendação de Furlani (1999), com a utilização de uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) para

eleva o pH e o ácido sulfúrico H₂SO₄ (1mol L⁻¹) para baixar o pH. A variação do pH foi feito considerando a média da concentração molar dos íons de hidrogênio (H⁺) utilizando a expressão $pH = -\log[H^+]$.

O manejo das soluções nutritivas foi realizado diariamente, após a leitura da condutividade elétrica, quando verificado a variação inferior ou superior a 20% da inicial para cada tratamento, as reposições eram realizadas com soluções estoque armazenadas em bombonas de 200L ou água de abastecimento, retornando assim, a condutividade elétrica para o valor inicial

Tabela 2. Quantitativo dos fertilizantes utilizados na preparação das soluções nutritivas minerais a partir da caracterização físico-química das águas S_3 – solução com efluente bruto otimizado, S_5 – solução com água subterrânea otimizada e S_7 – solução com água residuária tratada do reator UASB otimizada utilizadas no cultivo hidropônico.

Ingredientes	Quantidade de minerais usados para preparar as soluções otimizadas		
	S_3	S_5	S_7
	199,58 L	-	-
	-	199,64 L	-
	-	-	199,64 L
Sulfato de amônio (NH ₄) ₂ SO ₄	23,66 g	22,31 g	25,09 g
Nitrato de cálcio – Ca (NO ₃) ₂	238,24 g	237,53 g	193,54 g
Nitrato de potássio - KNO ₃	84,06 g	80,95 g	121,74 g
Cloreto de potássio - KCl	46,32 g	50,04 g	0,00 g
Sulfato de cobre - CuSO ₄	0,04 g	0,04 g	0,04 g
Sulfato de zinco - ZnSO ₄	0,11 g	0,11 g	0,11 g
Sulfato de manganês - MnSO ₄	0,49 g	0,49 g	0,49 g
Sulfato de magnésio - MgSO ₄	2,19 g	4,27 g	0,00 g
Molibdato de amônio - (NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄	0,06 g	0,06 g	0,06 g
Ácido Bórico - H ₃ BO ₃	0,42 g	0,42 g	0,42 g
Fosfato Monoamônico - MAP	3,14 g	10,43 g	5,14 g
Sulfato de ferro - FeSO ₄	12,05 g	12,05 g	12,05 g

Semeadura

A semeadura das cultivares foram realizadas em espuma fenólica 2 x 2 x 2 cm, utilizando sementes peletizadas sendo uma por cavidade, durante os primeiros sete dias a irrigação foi realizada com água de abastecimento da cidade de Campina Grande-PB, sendo substituída gradativamente com a solução S₁ nos 7°, 13° e 19° dias, de modo que ela apresentasse 33,33; 66,66 e 100% da concentração nutricional sugerida por

Furlani (1999), com 27 dias as mudas foram transplantadas para o sistema hidropônico definitivo, composto de perfis de polipropileno (Figura 2), (cano de PVC de 100mm cortado ao meio), com 3,0 m de comprimento, 0,10 m de largura, 0,05m de profundidade e espaçamento de 0,30m x 0,3m entre plantas



Figura 2. Vista geral do experimento com 21 dias após o transplântio para os perfis hidropônico construídos com cano de PVC de 100mm cortado ao meio

Em função dos tratamentos as cultivares da alface crespa foram avaliadas aos 25 dias após o transplântio quanto aos seguintes parâmetros: número de folhas por planta (NFP) - consistiu na contagem do número de folhas da produção levando em consideração a partir das folhas basais até a última folha aberta; diâmetro do caule (DC) - obtido através de medição direta com o auxílio de paquímetro digital; produção total (PT) – massa fresca da parte aérea (caule e folhas); produção comercial (PC) - massa fresca (caule e folhas) retirando as folhas amareladas, secas e/ou atacadas por pragas e doenças; massa fresca da folha (MFF) e do caule (MFC) - após determinação da produção comercial determinou-se a produção de massa fresca do caule e folhas; massa seca do caule (MSC) e massa seca da folha (MSF) essas foram determinadas após uma pré-secagem do material coletado das plantas e embalados separadamente em saco de papel e colocado sobre bancadas dentro da casa de vegetação onde permaneceram por 72 horas, após secagem prévia as amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante. Para determinar as variáveis PT, PC, MFF, MFC foi utilizado balança semi analítica.

Análises estatísticas

Os resultados obtidos foram submetidos ao teste de homogeneidade (Cochran e Bartlett), e ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Os parâmetros de crescimento e produção foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nas parcelas (soluções) foram comparadas entre si pelo Teste de Scott-Knott e nas subparcelas (cultivares) pelo teste de Tukey até 5% de probabilidade. Para efeito de normalidade, os dados de Número de Folha por planta (NF), Diâmetro Caulinar (DC), Produção Total (PT) e Produção Comercial (PC), foram transformados em $1/x$, $\frac{x^{-2,09}-1}{-2,09}$, $\frac{x^{-0,32}-1}{-0,32}$ e $\frac{x^{-0,27}-1}{-0,27}$ respectivamente. Para Massa Fresca do Caule (MFC) e Massa Fresca da Folha (MFF), os dados foram transformados em $1/\sqrt{x}$ respectivamente. O Software estatístico utilizado neste trabalho foi o SISVAR (Ferreira, 2014).

Resultados e discussões

Na Tabela 3 encontram-se as análises de variância da produção das três cultivares de alface crespa quanto ao: Número de Folha por planta (NF), Diâmetro Caulinar (DC), Massa Fresca do

Caule (MFC), Massa Fresca da Folha (MFF), Produção Total (PT) e Produção Comercial (PC),

ao longo do cultivo hidropônico submetido aos diferentes tratamentos.

Tabela 3. Análise de variância do Número de Folha por Planta (NF), Diâmetro Caulinar (DC), Massa Fresca do Caule (MFC), Massa Fresca da Folha (MFF), Produção Total (PT) Produção Comercial (PC) no final do cultivo hidropônico das três cultivares da alface crespa submetido aos diferentes tratamentos.

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio (QM)					
		NFP ⁽¹⁾	DC ⁽²⁾	MFC ⁽³⁾	MFF ⁽⁴⁾	PT ⁽⁴⁾	PC ⁽⁴⁾
Solução (S)	6	4,17e ^{-3**}	1,8e ^{-5**}	0,55**	0,03**	0,36**	0,59**
Bloco	2	8,6 e ^{-5ns}	0,5e ^{-5ns}	0,08 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,00 ^{ns}
Resíduo da parcela	12	3,5e ⁻⁴	0,3e ⁻⁵	0,06	0,00	0,04	0,68
Cultivar (C)	2	8,4e ^{-5**}	0,1e ^{-5**}	0,36**	0,01**	0,17**	0,28**
Cultivar x Solução	12	2,8e ^{-5**}	0,1 e ^{-5**}	0,03**	0,00**	0,01**	0,03**
Resíduo da subparcela	26	4,6e ⁻⁵	0,1e ⁻⁵	0,00	0,00	0,00	0,00
CV 1		20,74	0,36	35,75	36,81	9,60	11,51
CV 2		7,44	0,15	13,52	12,34	2,90	3,34
Média geral		0,09	0,47	0,73	0,18	2,12	2,66

GL – grau de liberdade; ^{ns} não significativo; ^{**} significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); ^{*} significativo a nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) pelo teste F; CV= coeficiente de variância; Q = Quadrática; L = Regressão linear, ⁽¹⁾, ⁽²⁾, ⁽³⁾ e ⁽⁴⁾ dados transformados em $1/x$, $\frac{x^{-2,09}-1}{-2,09}$, $1/\sqrt{x}$, $\frac{x^{-0,32}-1}{-0,32}$ e $\frac{x^{-0,27}-1}{-0,27}$ respectivamente.

Observou-se na Tabela 3, que no cultivo de alface crespa, houve efeito significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) para o fator solução nutritiva (S) em todas as variáveis respectivamente. Já para o fator cultivar (C) só o diâmetro caulinar que não apresentou efeito significativo.

Quanto ao desdobramento entre tais fatores, ou seja, solução nutritiva dentro de cultivares e vice-versa a interação pode-se verificar na Tabela 3, que o diâmetro caulinar apresentou efeito significativo a nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) enquanto as demais variáveis apresentaram efeito significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Com relação ao número de folhas (NF), para atender os pressupostos estatísticos da normalidade, os dados foram transformados em $1/x$, sendo assim o comportamento observado na

Figura 3, é o inverso do que foi verificado na prática, ou seja, considerando os dados não transformados, o maior número de folhas (NF) foi registrado com a solução mineral de Furlani (S₁) cujas médias correspondem a 18, 21 e 18 para as cultivares Thaís, Vanda e Verônica respectivamente diferindo significativamente das demais soluções. Estes resultados corroboram com os encontrados por Assunção et al. (2023), que ao trabalharem com as cultivares Vanda e Thaís cultivadas com solução nutritiva (CE 1,5 dS.m⁻¹), apresentaram médias de Número de Folhas (20,58) e (15,83). Estes resultados corroboram com os de Xavier et al. (2019) que trabalharam em condições semelhante ao desta pesquisa e obtiveram resultado de 91% similar para o número de folhas (NF) quando utilizaram a cultivar Thaís irrigada com água de poço otimizada.

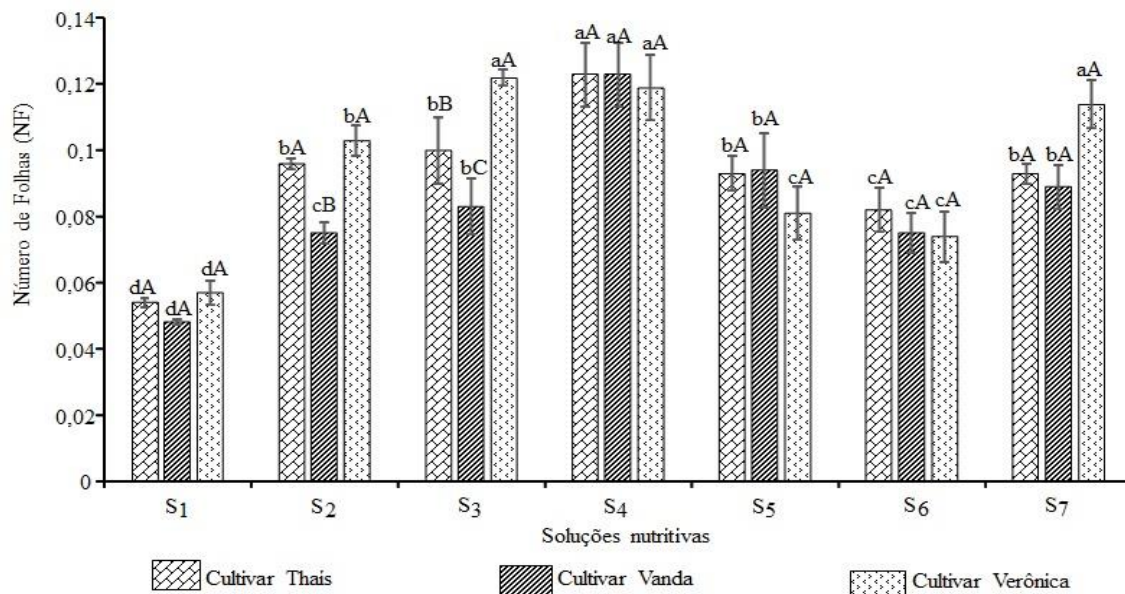


Figura 3. Número de folhas (NF) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa Thaís, Vanda e Verônica. Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Quanto à solução dentro de cada cultivar e considerando os dados não transformados, o maior número de folhas foi registrado com a solução mineral de Furlani (S₁).

Analisando as cultivares da alface crespa dentro da mesma solução, verifica-se diferença significativa com a utilização da S₂ – solução com efluente bruto e S₃ – solução com efluente bruto otimizado, cujo menor número das folhas correspondeu a 13 e 12 (dados não transformados), respectivamente, para a cultivar Vanda (Figura 3).

O menor número de folhas (NF) foi observado com uso da solução nutritiva S₄ – solução com água de subterrânea cujas médias não diferindo entre as cultivares analisadas cujas

médias não transformadas corresponderam 8, 8 e 9 para Thaís, Vanda e Verônica, respectivamente. Alves et al. (2019) avaliaram o uso de águas salobras no cultivo hidropônico da chicória e observaram a redução do número de folhas em relação a CE de 0,34dSm⁻¹, de 11,3 folhas, para 8,6 folhas sob condutividade elétrica de 6,0dSm⁻¹ da solução nutritiva. De acordo com Rodríguez-Ortega et al. (2019). O menor desenvolvimento das plantas no sistema NFT, pode ser atribuído aos intervalos nos períodos de irrigação, as plantas podem ter passado por estresse osmótico e/ou hídrico, o que por sua vez, comprometeu o desenvolvimento das plantas.

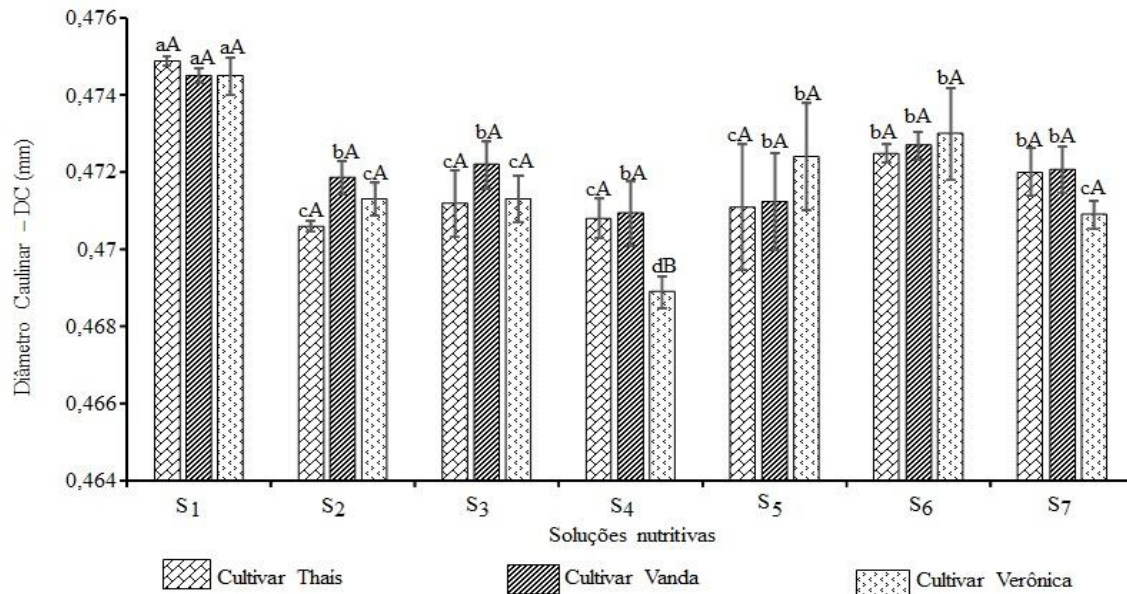


Figura 4. Diâmetro caulinar-DC (mm) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa Thaís, Vanda e Verônica. Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Observa-se na Figura 4, quando comparando as cultivares entre si dentro da mesma solução, verifica-se que o diâmetro caulinar-DC (mm) apresentou diferença significativa apenas com a utilização da S₄ – solução com água de subterrânea. A cultivar Verônica apresentou média de 6,96 mm (valor não transformado) sendo este resultado o menor encontrado com a solução S₄. Monteiro Filho et al. (2017) trabalhando com a produção hidropônica de alface com o uso de soluções nutritivas minerais e organominerais com uso de biofertilizante na sua composição verificou que houve diferença significativa para o parâmetro diâmetro caulinar (DC) com o uso de soluções minerais e organominerais.

Analisando as soluções dentro de cada cultivar, observa-se independente da cultivar a melhor solução para o desenvolvimento do diâmetro caulinar (DC mm) foi obtido utilizando a solução nutritiva S₁ - Furlani (Figura 5). Ainda com relação à Figura 4 verifica-se que a cultivar Vanda apresentou estatisticamente médias semelhantes entre as soluções nutritivas, exceto para S₁ - solução de Furlani cuja média 12,01 mm (valor não transformado).

A cultivar Thaís apresentou os menores valores para o diâmetro caluniar quando irrigadas com as soluções nutritivas S₂, S₃, S₄ e S₅ cujos valores médios foram 7,79; 8,28; 7,94 e 8,43 mm (valores não transformados) respectivamente. Comparando esses resultados com de Alves et al. (2019) que estudaram manjerição utilizando efluente doméstico tratado em sistemas hidropônicos encontraram a média para DC (8,22 mm) para as plantas cultivadas no sistema DFT e no sistema NFT (7,44 mm). Estas médias são similares às encontradas nesta pesquisa.

Santi et al. (2013) avaliaram o desempenho agrônomo de alface adubada com torta de filtro (resíduo de açúcar e álcool indústria), mais uma dose de 150-300-90 kg ha⁻¹ de N-P-K em ambiente protegido, e encontrou valores para diâmetro caluniar de 18, 17 e 16 mm para as cultivares Rafaela, Júlia e Tainá, respectivamente. Estes resultados são superiores aos encontrados no presente estudo com as cultivares Thaís, Vanda e Verônica.

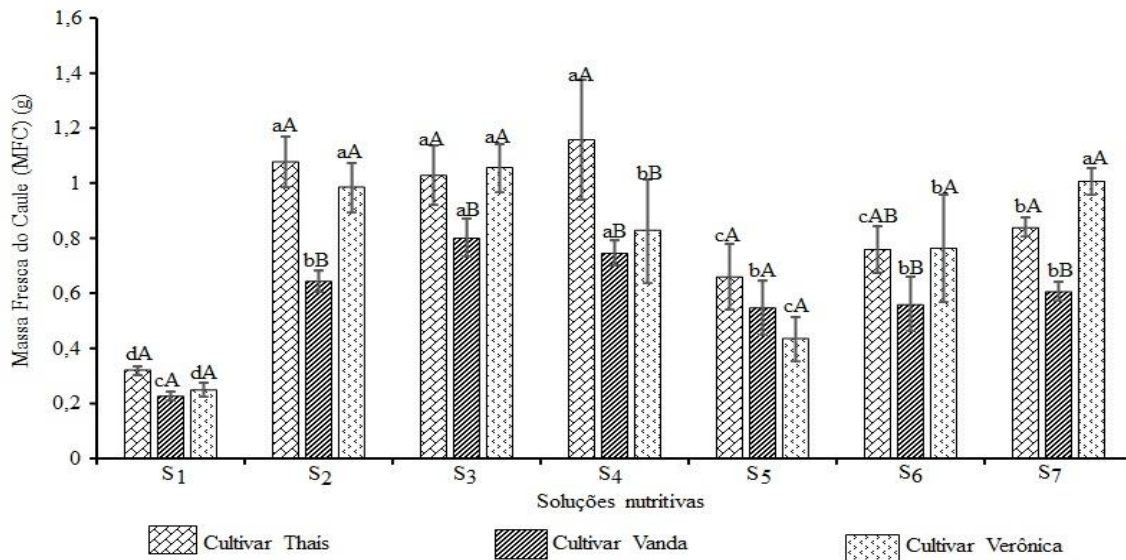


Figura 5. Massa fresca do caule-MFC (g) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas minerais S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa. Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Observa-se na Figura 5 os maiores valores para massa fresca do caule (MFC) foram obtidos com o uso da solução mineral S₁, cujos dados não transformados correspondem: 9,80; 20,31 e 17,37 g para Thaís, Vanda e Verônica, respectivamente. Xavier et al. (2021) verificaram

maiores médias de massa fresca do caule em seu trabalho com três cultivares de alface crespa com as soluções nutritivas formuladas com água salina de poço tubular otimizada, água residuária (UASB) e água residuária (UASB) otimizada, respectivamente.

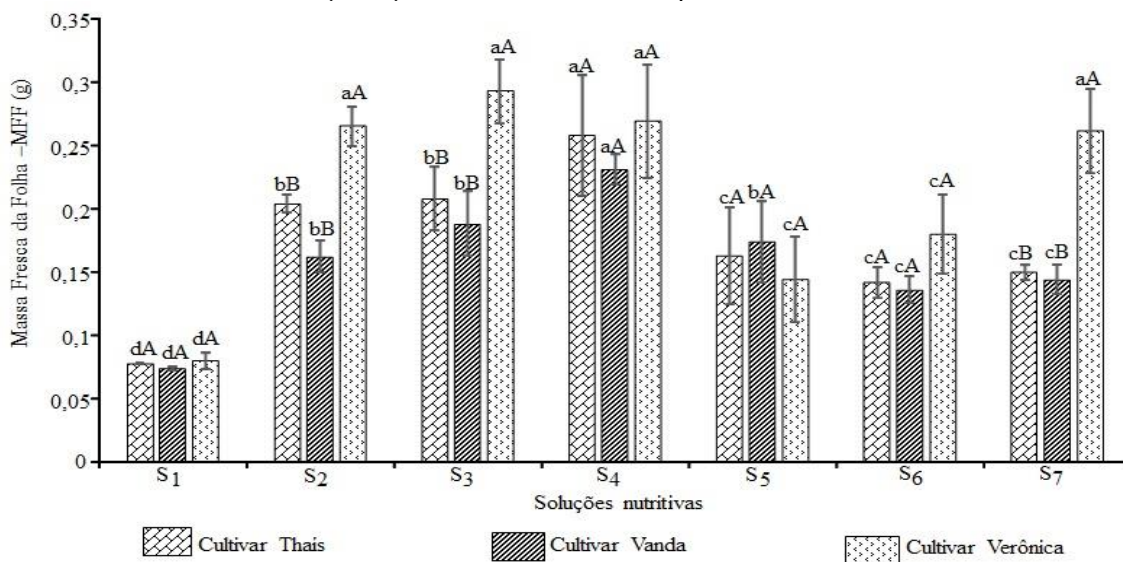


Figura 6. Massa fresca da folha-MFF (g) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa Thaís, Vanda e Verônica. Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Observa-se na Figura 6 os maiores valores para a massa fresca de folha (MFF), foram encontrados com uso da solução mineral S₁, com médias não transformadas de 161,83; 180,16 e 161,00 g para Thaís, Vanda e Verônica, respectivamente. Tais valores não diferem significativamente entre si, em consonância com os resultados obtidos por Xavier et al. (2019) que manejaram as mesmas cultivares utilizadas nesta pesquisa e verificaram que a cultivar Vanda teve o melhor desempenho para a massa fresca de folha (MFF) com o uso da S₆ = água residuária-UASB cuja a média 148,28 g. Sutani et al. (2021), trabalhando com a alface crespa Itapuã Super cultivadas em sistema hidropônico e sistema aquopônico, verificou a maior massa fresca da folha quando cultivadas no sistema hidropônico com solução nutritiva proposta por Furlani (2009).

Para Assunção et al. (2023) que avaliaram massa fresca total (MFT) da alface e encontraram os valores para as cultivares de 270,83, (Cristal), 263,15 (Brida) e 258,58 (HTR252) g planta⁻¹ respectivamente.

Freitas et al. (2021) encontraram em sua pesquisa com sistema hidropônico utilizando água salobra no cultivo da alface 'Robusta' as seguintes

médias para Massa fresca da planta (MFP): 189,31 e 158,20 g planta⁻¹ para os experimentos I e II Esses resultados corroboram com os desta pesquisa.

Xavier et al. (2021) trabalharam com as cultivares Veneranda, Elba e Cristina obtiveram médias de 171,00; 143,61 e 140,25 g, respectivamente. Observa-se que a média da cultivar veneranda foi semelhante os resultados encontrados neste pesquisa, enquanto que, às médias de Elba e Cristina foram inferiores.

Rosa et al. (2014), estudaram duas cultivares de alface em sistema hidropônico e convencional, observaram que a cultivar Mimosa Verde (MV) apresentou maior peso de massa fresca, em comparação com Mimosa Roxa (MR), ambas as cultivares apresentaram maior desempenho no sistema hidropônico (287,7 g MV e 139,1 g MR), verifica-se que o valor da cultivar (MV) foi superior aos encontrado nesta pesquisa enquanto a cultivar (MR) apresentou valor similar às cultivares Elba e Cristina.

Observa-se ainda na Figura 6 que as soluções S₄, S₅ e S₆ não diferiram estatisticamente entre si em relação à massa fresca de folha (MFF) independentemente das cultivares estudadas.

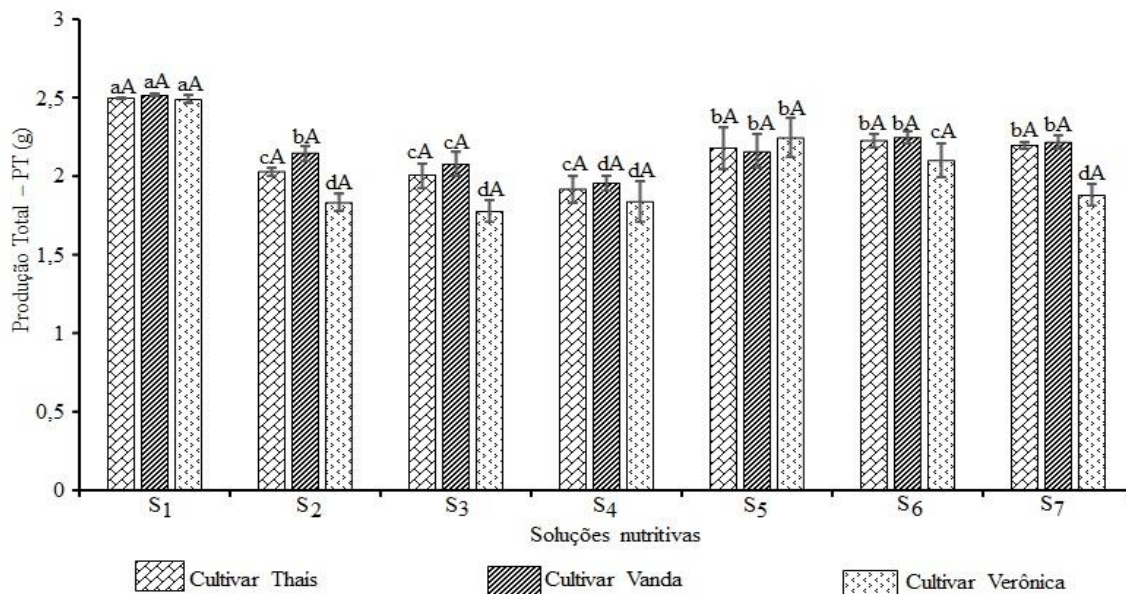


Figura 7. Produção total PT (g) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa Thaís, Vanda e Verônica, médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Verifica-se na Figura 7, independente da solução utilizada a produção total foi estatisticamente semelhante entre as cultivares. Observa-se que a maior produção total (PT) foi

obtida na S₁ - solução Furlani, cujas médias não transformadas corresponderam: 183,6; 205,83 e 184,00 g para Thaís, Vanda e Verônica, respectivamente.

Xavier et al. (2021) constataram em pesquisa em condições semelhantes a esta, que o maior valor para a Produção total (PT) foi obtido para a cultivar veneranda cuja média 208,06 g esse resultado vem corroborar com os dados encontrados nesta pesquisa.

Andrade et al., (2021) obtiveram maior produção da alface cultivar “Salad Bowl” (alface roxa) com tela de sombreamento (TNTs), em comparação ao ambiente sem esse tipo de cobertura.

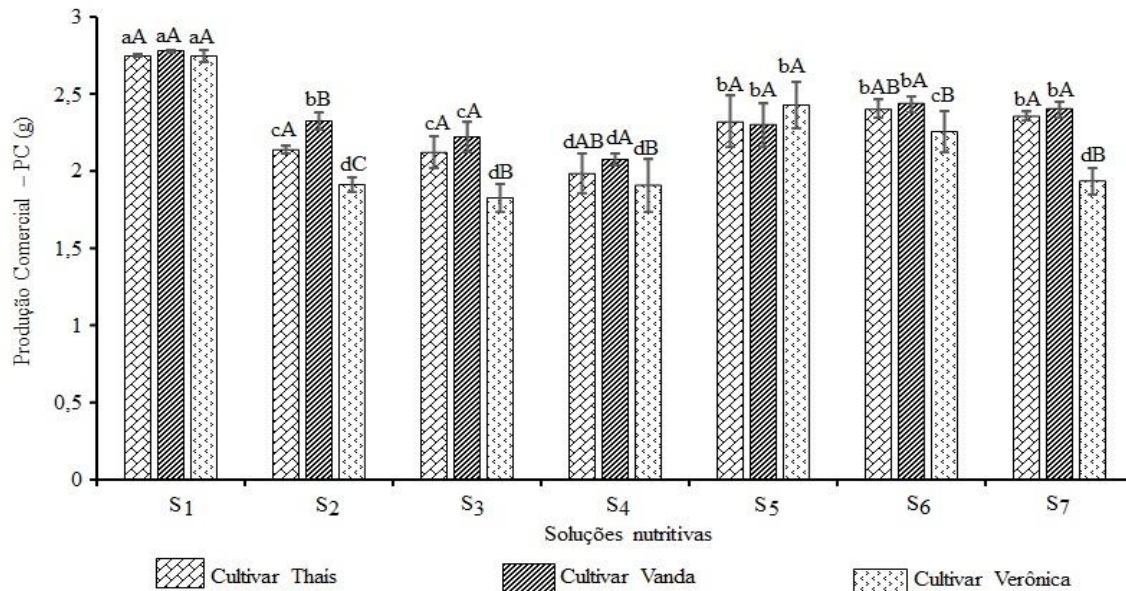


Figura 8. Produção comercial-PC (g) das cultivares da alface crespa em função do desdobramento da interação entre soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada e cultivares da alface crespa Thaís, Vanda e Verônica; médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si dentro da mesma cultivar e médias seguidas de mesma letra maiúscula as cultivares não diferem entre si dentro da mesma solução.

Na Figura 8, percebe-se que a maior produção comercial (PC) foi obtida com a utilização da S₁ - solução de Furlani, com médias não transformadas de 184, 206 e 184 g para Thaís, Vanda e Verônica respectivamente. Tais valores não diferem significativamente entre si. Comparando-se as soluções nutritivas entre si dentro da mesma cultivar também se constata uma superioridade da solução mineral independente da cultivar. Observa-se ainda na Figura 8 que S₄ - água de subterrânea promoveu a menor produção comercial para o cultivo hidropônico para a cultivar Verônica. De acordo com Martinez, (2021) o estresse salino causado pelo sódio causa a murcha da planta, reduzindo o seu crescimento e causando necrose nas folhas mais velhas.

Souza et al. (2020) constataram em sua pesquisa utilizando água residuária na produção de

alface em hidroponia NFT encontraram para a produção comercial 199,60. Esse valor vem a corroborar com resultados encontrados nesta pesquisa. Já Oliveira Filho et al. (2020) trabalhando com alface e solução preparadas com biofertilizante, obtiveram média de produção comercial de 239 g planta⁻¹.

De acordo com as de análise de variância (Tabela 8), as soluções nutritivas (S) influenciaram ($p < 0,01$) nas variáveis, Massa Seca do Caule (MSC) e Massa Seca da Folha (MFF). Já o fator cultivar (C) influenciou na variável Massa Seca do Caule (MSC) a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$). Quanto à solução nutritiva dentro de cultivares e vice versa não houve efeito significativo para nenhuma das variáveis.

Tabela 5. Análise de variância Massa Seca do Caule (MSC) e Massa Seca da Folha (MSF) no final do cultivo hidropônico das três cultivares da alface submetido aos diferentes tratamentos

Fonte de Variação	GL	Quadrado médio (QM)	
		MSC	MSF
Solução (S)	6	0.53**	36.02**
Bloco	2	0.02 ^{ns}	0.88 ^{ns}
Resíduo da parcela	12	0.03	0.74
Cultivar (C)	2	0.14**	1.21 ^{ns}
Cultivar x Solução	12	0.03 ^{ns}	0.85 ^{ns}
Resíduo da subparcela	26	0.02	0.72
CV 1		62.29	30.30
CV 2		50.30	29.97
Média geral		0.28	2.84

GL – grau de liberdade; ^{ns} não significativo; ** significativo a nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * significativo a nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$) pelo teste F; CV= coeficiente de variância.

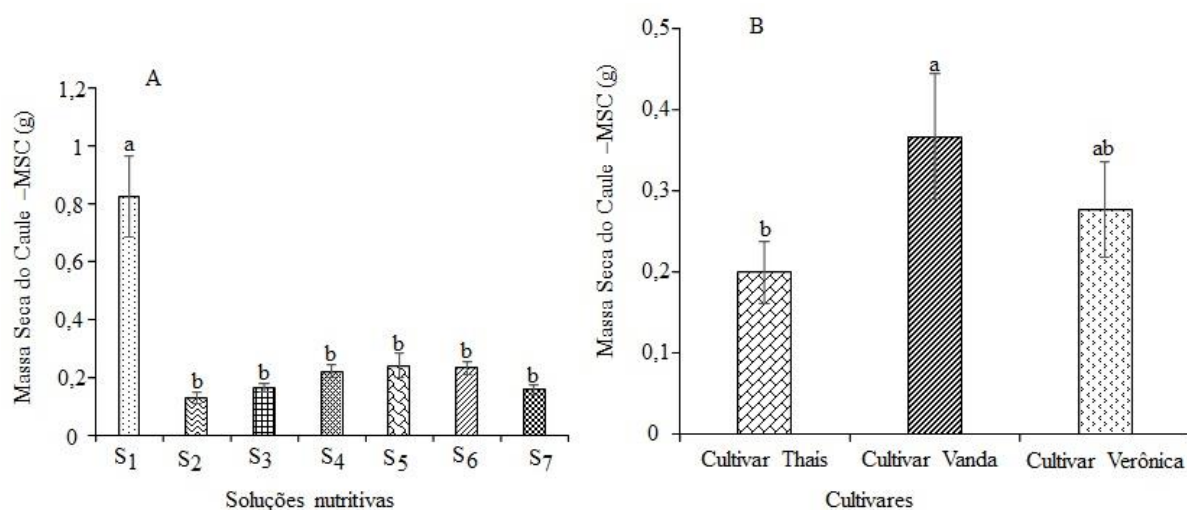


Figura 9. Massa seca do caule – MSC (g) das cultivares da alface crespa em função do efeito isolado das soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada (A) e das cultivares Thaís, Vanda e Verônica (B). Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções e as cultivares não diferem entre si.

Na Figura 9A, percebe-se a maior Massa Seca do Caule (MSC) da alface em função do efeito isolado das soluções nutritivas foi obtida com a utilização da S₁ cuja média encontrada foi de 0,83 g. Observando a Figura 9B, verifica-se em função do efeito isolado das cultivares a Massa Seca do Caule (MSC) para a cultivar Vanda apresentou a melhor média (0,37 g). Gualberto, Alcade e Silva (2018), avaliando duas cultivares de alface Crespa (Jullie e TPC) e dois sistemas de produção de mudas para cultivo hidropônico NFT (floating e espuma fenólica) com solução nutritiva proposta por Furlani (1995), observaram que a cultivar Jullie

apresentou maiores médias de MSC E MSF, independentes do tipo de cultivo, que estatisticamente, não se diferiram entre si. Soares et al. (2020) trabalharam com várias cultivares de alface utilizando produto Hidrogood Fert® na preparação a solução nutritiva e obtiveram fitomassa seca do caule que apresentaram maiores médias nas cultivares Regiane, Elisa e Mimosa, quando plantadas na época chuvosa. Na época da estiagem, a maioria as cultivares (Elisa, Lavínia, Regiane, Mimosa e Mila) apresentaram as maiores médias de fitomassa seca do caule.

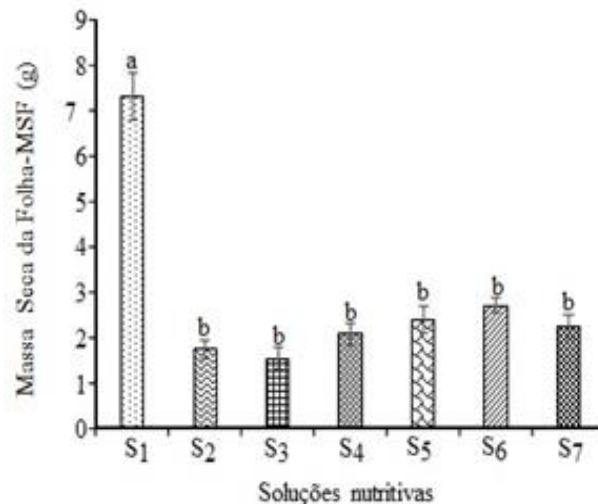


Figura 10. Massa seca da folha-MSF (g) das cultivares da alface crespa em função do efeito isolado das soluções nutritivas S₁ = solução de Furlani; S₂ = solução com efluente bruto; S₃ = solução com efluente bruto otimizado; S₄ = solução com água de subterrânea; S₅ = solução com água subterrânea otimizada; S₆ = solução com água residuária do reator UASB e S₇ = solução com água residuária do reator UASB otimizada. Médias seguidas de mesma letra minúscula as soluções não diferem entre si.

Observa-se na Figura 10 que a maior Massa Seca da Folha da alface crespa foi obtida com a utilização da S₁ - solução de Furlani com média de 7,30 g e as demais soluções não diferiram estatisticamente entre si.

Soares et al. (2020), encontrou resultados que demonstram o efeito do aumento da salinidade na massa seca da folha (MSF) da couve-flor.

Conclusão

De acordo com os resultados, constatou-se que há potencial das águas de qualidade inferiores estudadas nesta pesquisa para da irrigação no sistema hidropônica da alface crespa.

Quanto à solução dentro de cada cultivar considerando os dados não transformados, a melhor produção para o número de folhas foi registrado com a solução mineral de Furlani (S₁).

As soluções que apresentaram diferenças estatísticas na produção do número de folhas com interação dos fatores (solução versus cultivar), foram S₂= solução com efluente bruto e S₃= solução com efluente bruto otimizado. A cultivar Vanda apresentou menor média dentro das referidas soluções.

O diâmetro caulinar apresentou diferença significativa apenas com a utilização da solução S₄

Paulus et al. (2011) verificaram as reduções lineares das massas seca das folhas da cultivar Pira Roxa foram superior 7% em relação à Verônica, sendo o efeito da salinidade da água mais acentuado nas variáveis de crescimento da cultivar Pira Roxa.

= solução com água de subterrânea, sendo a cultivar Verônica a que apresentou menor média na produção do diâmetro caulinar .

A solução S₁ = solução de Furlani proporcionou a melhor produção para massa fresca do caule (MFC) e massa fresca da folha (MFF), para a cultivar Vanda.

A cultivar Vanda destacou-se em relação às demais, na variável produção comercial, quando cultivada com solução S₁ = solução de Furlani.

A massa seca do caule (MSC) e da folha (MSF) foi afetada isoladamente pelos fatores solução e cultivar. A solução S₁ = solução de Furlani proporcionou a maior média de MSC e a cultivar Vanda apresentou melhor desempenho.

Agradecimentos

Ao Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD/CAPES/UFCEG), pela concessão da bolsa ao primeiro autor e a Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, Campus II.

Ao Centro de Ciências Agrárias e Ambientais-CCAA da Universidade Estadual da Paraíba-UEPB, Campus II, Lagoa Seca-PB.

Referências

Albuquerque Júnior, J. E de; Azevedo, C. A. V. de; Azevedo, M. R. de Q. A.; Xavier, J. De F.;

- Monteiro Filho, A. F. 2016. Qualidade de águas residuárias e salobra utilizadas no cultivo hidropônico de três cultivares de alface crespa. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 11, 19-4. <https://doi.org/10.18378/rvads.v11i2.4569>.
- Alves, L. S.; Gheyi, H. R.; Paz, V. P. Da S.; Santos, A. N. dos; Silva, M. G. da; Bandeira, S. de S. 2019. Cultivo de manjeriço utilizando efluente doméstico tratado em sistemas hidropônicos sob diferentes espaçamentos entre plantas. *Irriga, Botucatu*, 24, 460-472. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2019v24n3p460-472>.
- Andrade, A. S. De; Souza B. M; Silva E. G.; Pereirar. G.; Silva E. T. da; Silva M. G. Dos S.; Vieira A. Dos P.; Silva J. F. 2021. Influência dos tipos de tela de sombreamento (TNTs) no desenvolvimento da alface nas condições climática de Garanhuns/PE *Brazilian Journal of Development*, Curitiba, 7, 4833-4853.
- Assunção, L. G.; Sousa, L. M.; Mota, J. H. 2023. Competição de cultivares de alface solta crespa na hidroponia em Jataí-GO. *Tecnia V.8 N.1*
- Bonini, M. A.; Sato L. M.; Bastos R.G.; Souza. C. F. 2014. Alterações nos atributos químico e físicos de um Latossolo Vermelho irrigado com água residuária e vinhaça. *Revista Biociências*, Taubaté, 20, 78-85, 2014 (ISSN 1415-7411).
- Brasil, Ministério da Agricultura 1971. Levantamento exploratório. Reconhecimento de solos do estado da Paraíba. Rio de Janeiro: (Boletim Técnico, 15), 670 p. Brasília, 23p. <https://bityli.com/PkGdL>.
- Costa, L. F.; Soares, T. M.; Silva, M. G.; Modesto, F. J. N; Queiroz, L. A; Pereira, J. S. 2020. Crescimento e rendimento da couve-flor em um sistema hidropônico com água salgada. *Revista Caatinga*, 23, 1060-1070,
- Cova, A. M. W. Freitas, F. T. O. de; Viana, P. C.; Rafael, M. R. S.; Azevedo Neto, A. D. de Soares, T M. 2017. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.21, p.150-155. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p150-155>.
- Ferreira, D. F. 2014. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. *Revista Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, 38, 109-112.
- Freitas, F. T. O. de.; Soares, T. M.; Silva, M. G. da.; Rafael, E M. R. S. 2021. Hidropônicos Usando Água Salobra. *Irriga*, Botucatu, Edição Especial – Nordeste, v. 1, 67-96. <https://doi.org/10.15809/irriga.2021v1n1p67-96>.
- Furlani, P. R. 1999. Cultivo de alface pela técnica de hidroponia - NFT. Campinas: IAC, (Documentos, 55). 18 p.
- Furlani, P. R. Cultivo de alface pela técnica de hidroponia NFT. Campinas: Instituto Agrônomo, 1995. 18 p. (Documentos IAC, 55).
- Gama, D. C., Jesus, J. B. 2019. Principais solos da região semiárida do Brasil favoráveis ao cultivo do Eucalyptus L' Heritier. *Revista Biofix Scientific Journal*, 5(2), 214-221. <https://revistas.ufpr.br/biofix/article/view/70968/40421>.
- Gualberto, R.; Alcalde, G. L. L.; Silva, C. L. 2018. Desempenho de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia a partir de mudas produzidas em floating e espuma fenólica. *Colloquium Agrariae*, v. 14, n.1, p.147-152. <https://doi.org/doi:10.5747/ca.2018.v14.n1.a199>.
- Guimarães, I. P. Oliveira, F. de A. de, Torres, S. B., Pereira, F. E. C. B., França, F. D. de, Oliveira M. K. T. de. 2016. Use of fish-farming wastewater in lettuce cultivation. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 20, 728-733. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n8p728-733>.
- Martinez, H. E. P. 2021. Manual Prático de Hidroponia Viçosa: MG. Aprenda fácil editora. 4ª ed. 52p.
- Martínez, S. Suay, R. Moreno, J. Segura, M. L. 2013. Reuse of tertiary municipal wastewater effluent for irrigation of *Cucumis melo* L. *Irrigation Science*, v.31, p.661-672. <https://doi.org/doi.10.1007/s00271-012-0342-4>.
- Monteiro Filho, A. F. Azevedo, M. R. Q. A. Azevedo, C.A. V. de, Fernandes, J. D. Silva, C. R. da, Silva, Y. dos S. 2017. Growth of hydroponic lettuce with optimized mineral and organomineral nutrient solutions. *Revista Brasil de Engenharia Agrícola e Ambiental* Campina Grande-PB, UAEEA/UFCEG. v. 21, n.3, p.191-196. <https://doi.org/doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p191-196>.
- Niu, G.; Sun, Y.; Masabni, J. G. 2018 Impact of low and moderate salinity water on plant performance of leafy vegetables in a recirculating NFT system. *Horticulturae*, Basel, v. 4, p. 1-13. <https://doi:10.3390/horticulturae4010006>.
- Oliveira, L. L. P. Farias, W. C. de, Linhares, P. S. F., Melo, M. R. de S., Cavalcante, J. J., Dombroski, J. L. D. 2014. Análise de diferentes dosagens de solução nutritiva no cultivo de mudas de alface americana (*Lactuca sativa* L.). *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*,

- v.10, n.2, p14-17.
<http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v10i2.503>.
- Oliveira Filho, F. de S.; Cassimiro, C. A. L.; Sousa, P. da S.; Alencar, L. V. C.; Feitosa, S. dos S.; Silva, E. A. da 2020. Biofertilizante como solução nutritiva para produção de alface hidropônica no Alto Sertão paraibano. *Revista Verde* 15:1 111-117. <https://doi.org/doi:10.18378/rvads.v15i1.6440>.
- Paldor, A.; Shalev, E.; Katz, O.; Aharonov, E. 2019. Dynamics of saltwater intrusion and submarine groundwater discharge in confined coastal aquifers: a case study in northern Israel. *Hydrogeology Journal*. 27:1611–1625 <https://doi.org/10.1007/s10040-019-01958-5>.
- Paulus, D.; Dourado Neto, D.; Paulus, E. 2012. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. *Horticultura Brasileira*, v.30, n.1, p.18-25. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000100004>.
- Paulus, D., Dourado Neto, D., Frizzone, J. A. & Soares, T. M. 2011. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Revista Horticultura Brasileira*. 28 (1) 29-3. <https://doi.org/doi:10.1590/S0102-05362010000100006>.
- Rodriguez-Ortega, W.M.; Martínez, V.; Nieves, M.; Simón, I.; Lidón, V.; Zapata, J. C. F.; Nicolas, J. J. M.; Zapata, J. M. C. & Sánchez, F. G. 2019. Agricultural and Physiological Responses of Tomato Plants Grown in Different Soilless Culture Systems with Saline Water under Greenhouse Conditions. *Scientific Reports*, 9:6733. <https://doi.org/doi:10.1038/s41598-019-42805-7>.
- Rosa, A. M.; Seó, H. L. S.; Volpato, M.B.; Foz, N. V.; Silva, T. C. da.; Oliveira, J. L. B.; Pescador, R.; Ogliari, J. B. 2014. Production and photosynthetic activity of Mimosa Verde and Mimosa Roxa lettuce in two farming systems. *Revista Ceres*. v. 61, p. 494-501. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461040007>.
- Sutani, J.; Sossae, F. C.; Castro, M. C. A. A.; Júnior, G Da. S. S. 2021. Avaliação do desempenho produtivo de cultivares de alface em sistema aquapônico e hidropônico. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.38, n.3, p. 1-14. <https://doi.org/doi:10.35977/0104-1096>.
- Santi, A. Scaramuzza, W. L. M. P; Neuhaus, A.; Dallacort, R.; Krause, W.; Tieppo, R. C. 2013. Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. *Revista Horticultura Brasileira*, Brasília, v.31, n.2, p.338-343, <https://doi.org/10.1590/S0102-05362013000200027>.
- Santos, J. H. dos.; Lopes, A. R.; Dotto, M.; Leopoldino, M.; Giarola, C. M.; Biolchi, R.; Oishi, I. K. O.; Pirola, K. 2020. Desenvolvimento de Rúcula Com Água De Reúso Em Sistema Hidropônico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)*, v. 10, n. 1, p. 255-260, <https://doi.org/10.21206/rbas.v10i1.10258>.
- Sarmiento, J. D. A. Morais, P. L. D. de., Almeida, M. L. B. Sousa Neto, O. N. de.; Dias, N da S. 2014. Qualidade e conservação da alface cultivada com rejeito da dessalinização. *Revista Caatinga*. 27: 90 – 97. <https://doi.org/doi:10.13140/2.1.3532.3849>.
- Soares, R. H.; Silva, Ê. F. de F.; Silva, G. F.; Cruz, A. F. da S.; Santos Júnior, J. A, & Rolim, M. R. 2020. Salinity and flow rates of nutrient solution on cauliflower biometrics in NFT hydroponic system. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. 24 (4) 258-265.
- Souza, S. V., Almeida, M. G., Oliveira, L. E. N., Sabbag, O. J., (2020). Análise do crescimento de alface sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Agricultura Familiar/RAF*. v.14 , nº 02 ISSN 1414-0810 / E-ISSN 2675-7710.
- Souza Neta, M. L.; Oliveira, F. de A. de. Silva, R. T.da; Souza, A. A. T. Oliveira, M. K. T. de.; Medeiros, J. F. de. 2013. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. *Revista Agro@mbiente*, v.7, p.154-161.
- Tavares, F. B.; Silva, A. C. R. da; Fernandes, C. dos S.; Moura, K. K. C. de F. 2019. Travassos, K. D. Crescimento e produção de pimentão utilizando água residuária doméstica tratada. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.13, nº.5, p. 3683 – 3690. <https://doi.org/doi:10.7127/RBAI.V13N5001131>.
- Soares, C. S.; Silva, J. A.; Silva, G. N.; Brito Neto, J. F. 2020. Avaliação da alface em duas épocas de semeio em sistema hidropônico. *Journal of Biology & Pharmacy Agricultural Management*, v. 16, n. 1, ISSN 1983-4209.
- Vaz, J. C.; Tavares, A. T.; Haesbaert, F. M.; Reyes, I. D. P.; Rosa, P. H. L.; Ferreira, T. A.; Nascimento, I. R. 2019. Adubação NPK como promotor de crescimento em alface. *Revista Agri-Environmental Sciences, Palmas-TO*, v. 5, e 019003, DOI: <https://doi.org/10.36725/agries.v5i0.1215>.
- Xavier, J. F.; Azevedo, C. A. V. de.; Azevedo, M. R. de Q. A.; Dantas, J. F.; Monteiro Filho, A. F.; Lima, V. L. A. de. 2019. Application of

wastewater for production of lettuce (*Lactuca sativa*) in hydroponic system. *Australian Journal of Crop Science-AJCS*. p,1752. <https://doi.org/doi:10.21475/ajcs.19.13.10.p1752>.

Xavier, J. F.; Azevedo, C. A. V. de.; Azevedo, M. R. de Q. A.; Sales, J. C. R. de.; Oliveira, N. C.

de., Dantas, J. F. 2021. Soluções nutritivas salinizadas com cloreto de sódio no cultivo da alface crespa em sistema hidropônico *Research, Society and Development*, v. 10, n. 14, e 515101420437, Doi: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.20437>.