



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO

PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

FRANCISCO CASSIO GOMES SANTANA

**QUALIDADE DE MUDAS DE ALFACE EM FUNÇÃO DO VOLUME DAS CÉLULAS
E DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SISTEMA FLOATING**

MOSSORÓ

2022

FRANCISCO CASSIO GOMES SANTANA

**QUALIDADE DE MUDAS DE ALFACE EM FUNÇÃO DO VOLUME DAS CÉLULAS
E DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SISTEMA FLOATING**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira

Coorientadora: Dra. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira

MOSSORÓ, RN

2022

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

S231q Santana, Francisco Cassio Gomes .
Qualidade de mudas de alface em função do
volume das células e da condutividade elétrica em
sistema floating / Francisco Cassio Gomes
Santana. - 2022.
36 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Coorientadora: Mychelle Karla Teixeira de
Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2022.

1. Lactuca sativa. 2. Produção de muda. 3.
cultivo sem solo. 4. Bandejas. 5. Solução
nutritiva. I. Oliveira, Francisco de Assis de,
orient. II. Oliveira, Mychelle Karla Teixeira de,
co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

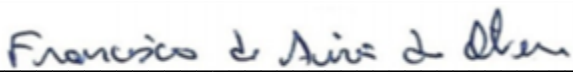
FRANCISCO CASSIO GOMES SANTANA

**QUALIDADE DE MUDAS DE ALFACE EM FUNÇÃO DO VOLUME DAS CÉLULAS
E DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA EM SISTEMA FLOATING**

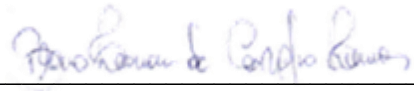
Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

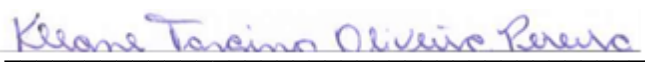
Defendida em: 18/ 06 / 2022

BANCA EXAMINADORA


Prof. Dr. Francisco de Assis de Oliveira (UFERSA)

Presidente


Dr. Breno Leonan de Carvalho Lima (INSA)
Membro Examinador


MSc. Kleane Targino Oliveira Pereira (UFERSA)
Membro Examinador


MSc. Helena Maria de Moraes Neta (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A DEUS, pois a sua bondade comigo é infinita.

A minha família, especialmente meus pais Zerimar e Conceição que me deram total apoio para que eu seguisse meus objetivos, minha esposa e eterna namorada Vanessa Karen e minha filha Ana Livia que eu amo muito, aos meus avós Francisco Gomes e Marisan e Francisco Santana e sua esposa, Lenira por sempre me ajudarem bastante ao longo da minha vida, meus irmãos Estefânia e Joao Nilson que eu amo muito e meus tios e tias, obrigado por tudo.

Ao professor e orientador Francisco de Assis de Oliveira, pois além de um excelente professor, também é um grande amigo, quase um segundo Pai.

A UFRSA, por todo apoio a minha permanência na Universidade, através da PROAE dando suporte com a residência universitária e bolsas de auxílio.

Aos amigos da turma 2016.1 de Agronomia, foram muitos apertos ao longo dos semestres, porém sempre animados e juntos fomos vencendo cada cadeira.

Aos amigos que a vida me presenteou na casa 03 da vila masculina, João Lucas, Paulo Victor, Luiz, Jesimar, Lucas, Jardson e muitos outros que passaram nesta residência.

Aos amigos que compõe a equipe das Fazenda São José e Conchita Cuê, na qual tive a oportunidade de estagiar e aprender bastante, sendo uma etapa muito importante no meu amadurecimento profissional.

A todos que de alguma maneira passaram na minha vida de graduação e que me ajudaram de alguma maneira. E que por acaso do destino não se faz mais presente em minha vida.

A Deus, a minha família, a minha esposa e minha
filha Ana Lívia com muito amor e carinho

Dedico

RESUMO

A sobrevivência das mudas após transplântio é fator determinante para garantir o maior potencial produtivo da cultura da alface. A fim de garantir o seu desenvolvimento pleno é importante realizar manejo nutricional nessa fase inicial, além de promover espaço adequando para que ocorra o desenvolvimento radicular e foliar. Objetivou-se avaliar a qualidade das mudas de alface produzidas em sistema floating, em função do volume das células e da condutividade elétrica da solução nutritiva. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró, RN. O experimento foi realizado no delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 x 4, com três repetições. Foram produzidas mudas de três cultivares de alface (Great Lakes 659, Elba e Creta), em dois tipos de bandejas (128 e 200 células) e fertirrigadas com soluções nutritivas com quatro condutividades elétricas (1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 dS m⁻¹). As mudas foram avaliadas quanto as seguintes variáveis: altura, número de folhas, comprimento da raiz principal, diâmetro de coleto, área foliar, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz, massa seca total e razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raízes (MSPA/MSR). A cultivar Great Lakes 659 apresentou mudas mais vigorosas para a maioria das variáveis analisadas. As três cultivares produziram mudas de maior qualidade quando cultivadas em bandejas de 128 células, com solução nutritiva com CE variando entre 1,8 e 2,0 dSm⁻¹ em sistema floating.

Palavras-chaves: *Lactuca sativa*; produção de muda; cultivo sem solo; bandejas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Cultivares de alface utilizadas no experimento.....	13
Figura 2	– Alturas de mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas	18
Figura 3	– Número de folhas de cultivares de alface em função de tipos de bandejas (A), soluções nutritivas (B), tipos de bandejas e solução nutritiva (C)	20
Figura 4	– Comprimento da raiz principal em mudas de cultivares de alface em função de tipos de bandejas (A), soluções nutritivas (B), tipos de bandejas e solução nutritiva (C).....	22
Figura 5	– Diâmetro de coleto em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	25
Figura 6	– Área foliar em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	27
Figura 7	– Massa seca de parte aérea em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	29
Figura 8	– Massa seca total em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	–	Resumo da análise de variância para as variáveis altura de mudas (ALT), números de folhas (NF), comprimento da raiz principal (CRP), diâmetro de coleto (DC) e área foliar (AF) em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas.....	17
Tabela 2	–	Diâmetro de coleto em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	24
Tabela 3	–	Área foliar em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	26
Tabela 4	–	Resumo da análise de variância para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e razão MSPA/MSR em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas.....	28
Tabela 5	–	Massa seca de parte aérea e massa seca de raiz em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	29
Tabela 6	–	Massa seca total em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.....	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	MATERIAL E MÉTODOS	13
2.1	Localização geográfica e caracterização da área experimental	13
2.2	Tratamento e delineamento experimental.....	13
2.3	Condução do experimento	14
2.4	Variáveis analisadas.....	15
2.5	Análise estatística	16
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), está entre as hortaliças folhosas mais consumidas e cultivadas no Brasil e no mundo. Esta hortaliça se destaca por apresentar baixos níveis de calorias, gordura e sódio. Além de ser boa fonte de fibra, ferro, folato e vitamina C, a alface também é uma boa fonte de vários outros compostos bioativos benéficos para a saúde, incluindo flavonóides glicosilados, ácidos fenólicos, carotenóides, grupos da vitamina B, ácido ascórbico, tocoferóis e lactonas sesquiterpênicas, com atividades anti-inflamatórias, redutoras de colesterol e antidiabéticas (KIM et al., 2016; YANG et al., 2022).

Cultivado em todo Brasil, com destaque. Na safra 2020/2021, as microrregiões mais produtoras, de acordo com dados de oferta da alface no CEASA (Centrais de Abastecimento) foram: Piedade - SP (30.752.299 kg), Curitiba – PR (10.446.531 kg), Ibiapaba – CE (7.134.270 kg), Itaperecica da Serra - SP (6.318.718), Serrana - RJ (3.436.718 kg) e Vitória de Santo Antão – PE (2.691.517 kg) (CONAB, 2022).

A produção de mudas é uma das etapas mais importantes do cultivo de hortaliças, pois dela depende o desempenho produtivo das plantas em campo e a qualidade do produto destinado ao mercado consumidor (CECCHERINI et al., 2018), principalmente quando são produzidas em sistema hidropônico. Nesse sistema, a produção de mudas é realizada utilizando substrato inerte, com destaque para a fibra de coco, subproduto do processamento de coco (*Cocus nucifera*). Por apresentar características desejáveis, como boa capacidade de aeração e retenção de água, tamponamento térmico, característica de ser parcialmente inerte, além de ser uma opção renovável, reciclável e de baixo custo é uma escolha viável pelos produtores (MARTINEZ, 2021). No entanto, por ser considerado um substrato de baixa atividade iônica e de nutrientes, o uso desse substrato requer adequado fornecimento nutricional.

Na literatura há vários estudos avaliando diferentes concentrações de nutrientes para obtenção de solução nutritiva para a produção de hortaliças: melancia (RAMOS et al., 2012); chicória (CARDOSO; USTULIM FILHO, 2013, CARDOSO et al., 2017); pimentão (COSTA et al., 2015); pimenta (OLIVEIRA et al., 2014); tomate cereja (SANTOS et al., 2016). Há estudos com a produção de mudas de hortaliças em sistema flutuante (*Floating*). Neste sistema, as bandejas com as mudas ficam flutuando sobre a solução nutritiva, que ascende no substrato por capilaridade, apresentando, assim, a vantagem de manter constante disponibilidade de água e nutrientes para as plantas (COSTA et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2016; SANTOS et al., 2016).

Os resultados demonstram que há variação nas concentrações de nutrientes de acordo com a espécie e cultivar utilizando, logo, é necessário o desenvolvimento de mais pesquisas nessa temática, principalmente devido as necessidades nutricionais serem distintas.

Outro fator que pode interferir na qualidade das mudas produzidas são as bandejas utilizadas. No mercado existem várias opções de tamanhos e tipos de bandejas para serem utilizadas na produção das mudas de olerícolas, variando principalmente quanto ao material de fabricação e volume das células. Os viveiristas tem certa preferência pelo uso de bandejas com células menores, pois quanto menor o volume das células, maior será o número de mudas e menor necessidade de substrato, com consequente menor custo de produção (GODOY; CARDOSO, 2005), não focam na qualidade da muda que será produzida. O uso de bandejas com células de maior volume possibilita o maior vigor das mudas, o que pode resultar em plantas mais desenvolvidas e colheita mais precoce, seja em folhosas (CECCHERINI et al., 2018; LIMA et al., 2018), ou em hortaliças de frutos, (MACHADO et al., 2018). As mudas mais vigorosas são produzidas, principalmente, em resposta a maior capacidade de armazenamento de água e nutrientes que fica disponível para a planta.

Dessa forma, o sistema radicular é formado e quando bem conduzido, forma um torrão bem estruturado, com raízes bem distribuídas e forte, consequentemente será a base para plantas bem estabelecidas e produtivas no campo (JORGE et al., 2019).

Diante do exposto, o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a qualidade de mudas em cultivares de alface em função do volume das células e da condutividade elétrica da solução nutritiva.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização geográfica e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido nos meses de setembro a outubro de 2021, em casa de vegetação localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus oeste, em Mossoró-RN (5°11'31"S, 37°20'40"O, altitude 18 m).

O clima da região, na classificação de Köppen é do tipo BSw^h, (quente e seco), com precipitação pluviométrica bastante irregular, média anual de 673,9 mm; temperatura de 27° C e umidade relativa do ar média de 68,9% (ALVARES et al., 2014).

A casa de vegetação utilizada tem 7 m de largura com 18 m de comprimento e estrutura de aço galvanizado. As paredes laterais e frontais são confeccionadas com tela negra (sombrite) com 50% de sombreamento e têm cobertura em arco tipo túnel feita com filme agrícola com polietileno de baixa densidade e transparente, com 150 µm de espessura e tratamento anti-ultravioleta.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 2 x 4 com três repetições. Os tratamentos foram obtidos pela combinação de três cultivares de alface (Americana Great Lakes 659 (Topseed[®]); Crespa Elba (Topseed[®]) e Roxa Creta (Isla[®])), dois tipos de bandejas com diferentes quantidades de células (128 e 200 células), e quatro concentrações de solução nutritiva com diferentes condutividades elétricas (1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 dS m⁻¹).



Figura 1. Cultivares de alface utilizadas no experimento

As soluções foram preparadas tomando-se como base a recomendação de Furlani et al. (1999), contendo as seguintes concentrações de fertilizantes, em g 1000L⁻¹: nitrato de cálcio, 750; nitrato de potássio, 500; fosfato monoamônico, 150; sulfato de magnésio, 400. Os micronutrientes foram fornecidos utilizando produtos comerciais Dripsol Micro Rexene Equilíbrio (magnésio, 1,1%; boro, 0,85%; cobre (Cu-EDTA), 0,5%; ferro (Fe-EDTA), 3,4 %; manganês (Mn-EDTA), 3,2%; molibdênio, 0,05%; zinco, 4,2%) e Dripsol Micro Ferro Q48 (Quelato de ferro Q48 EDDHA 6%, Dripsol SQM Vitas[®]). Para ambos (Dripsol Micro Rexene Equilíbrio e Dripsol Micro Ferro Q48) se utilizou a dosagem de 30 g 1000L⁻¹ para a solução nutritiva padrão (100%).

2.3 Condução do experimento

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno expandido, com dimensões de 67,4 cm de comprimento por 34,3 cm de largura, variando o volume de células de acordo com o número de células por bandeja, sendo: 128 células (25,09 cm³ célula), 200 (12,39 cm³ célula).

As sementes foram semeadas em substrato composto por fibras do mesocarpo do coco (Golden Mix[®]) umedecido seis horas antes. Em cada célula foram semeadas 4 sementes de alface, com profundidade de 1 cm. A quantidade de células por parcela variou de acordo com o tipo de bandeja, mantendo 4 fileiras para ambas as bandejas, resultando num total de 32 e 40 células por parcela, nas bandejas de 128 e 200 células, respectivamente.

Após nove dias da semeadura realizou-se o desbaste deixando em cada célula a plântula mais vigorosa. Da semeadura ao desbaste realizaram-se duas irrigações diárias (08h:00min e 17h:00min) utilizando um regador de crivo fino.

Após o desbaste as bandejas contendo as plântulas foram colocadas no sistema floating para iniciar a aplicação das diferentes soluções nutritivas. As bandejas ficaram no sistema até o dia da avaliação. O sistema floating foi construído sobre uma bancada metálica com 1,0 m de altura, utilizando tábuas de pinus com 3,0 m de comprimento de 0,30 m de largura, formando as paredes laterais e o fundo do recipiente. Em seguida foram inseridas divisórias de madeiras, e posteriormente revestida com filme plástico de 150 micras. O sistema continha quatros reservatórios (0,70 m de comprimento por 0,70 m de largura e 0,20 m de profundidade). Em cada reservatório foram colocados 70 litros de solução nutritiva, deixando 0,05 m de borda com a finalidade de manter as bandejas dentro dele. Para cada reservatório foram colocada duas bandejas, sendo uma de cada modelo de acordo com a quantidade de células.

O monitoramento da condutividade elétrica e do pH das soluções nutritivas foi realizado diariamente, a fim de ajustar os tratamentos aplicados, utilizando um condutivímetro e um peagâmetro, ambos portáteis.

2.4 Variáveis analisadas

Aos 30 dias após a semeadura foram coletadas 10 mudas por parcela de todos os tratamentos, considerando aquelas mais representativas, e foram avaliadas de acordo com as seguintes variáveis:

Altura de mudas (ALT), medida com régua milimetrada, a partir do coleto até o ápice da maior folha.

Número de folhas (NF), foi avaliado mediante a contagem de todas as folhas de cada muda.

Diâmetro de coleto (DC), obtido utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, medindo na região do colo da muda.

Comprimento da raiz principal (CRP), obtido medindo-se do colo da planta até a extremidade inferior da raiz, com régua graduada, em cm.

Área foliar (AF), determinada pelo método dos discos, utilizando-se furador (vazador) com área de 6,26 mm², retirando-se dez discos foliares por planta. As folhas e os discos foram

acondicionados em sacos de papel, colocados em estufa de circulação forçada, na temperatura de 65 °C, até obtenção de massa constante no tempo (72 horas), eq.1.

$$AF = \frac{AD \times MSF}{\frac{MSD}{N}} \quad (1)$$

Em que:

AF – área foliar, cm²;

AD – área foliar do disco, cm²;

MSF – massa seca de folhas, g;

MSD – massa seca do disco foliar, g;

N – número de discos utilizados na parcela.

Massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), obtidas através de pesagem em balança analítica (0,001g) após as amostras serem desidratadas em estufa, seguindo o mesmo procedimento utilizado na pesagem dos discos foliares.

A partir dos valores obtidos para massa seca de parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR), determinou-se a razão MSPA/MSR.

2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (Teste F). Os valores médios referentes às cultivares foram analisados através de teste de comparação de médias (Tukey $p < 0,05$), enquanto o efeito das concentrações de solução nutritiva foi avaliado através da análise de regressão, utilizando modelos polinomiais quando significativos. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SISVAR 5.7 (FERREIRA, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

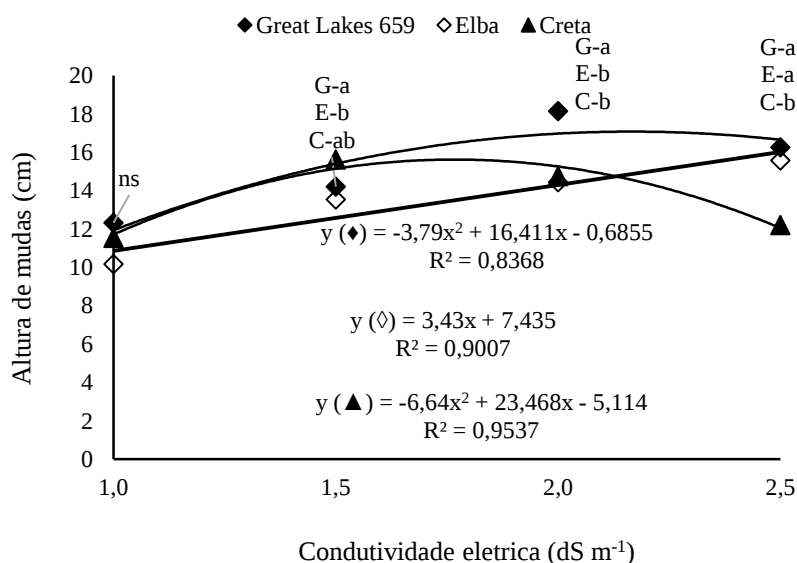
A partir da análise de variância, verifica-se efeito significativo da interação tripla entre os fatores, cultivares (C), bandejas (B) e solução nutritiva (S), para as variáveis diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF), ao nível de 1% de probabilidade. Houve efeito da interação dupla entre os fatores B x S, para número de folhas (NF) e comprimento da raiz principal (CRP), em níveis de 1% e 5%, respectivamente. A interação C x S, afetou a variável altura (ALT) ao nível de 1% de probabilidade, assim como, as variáveis NF e CRP ao nível de 5%. A interação dupla, C x B, afetou apenas o NF e a AF ($p < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de mudas (ALT), números de folhas (NF), comprimento da raiz principal (CRP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		ALT	NF	CRP	DC	AF
Cultivares (C)	2	30,63**	7,76**	1,37*	0,04ns	3850,54**
Bandejas (B)	1	2,78 ns	2,22**	2,47**	0,19ns	5447,43**
Soluções (S)	3	41,40**	0,90**	1,13ns	23,48**	4300,71**
C x B	2	3,56 ns	1,03**	0,42ns	0,94*	938,56**
C x S	6	23,64**	0,47*	0,55*	2,09**	2065,92**
B x S	3	4,63 ns	0,89**	0,82*	3,27**	1235,88**
C x B x S	6	7,57 ns	0,17ns	0,21ns	1,80**	543,37**
Resíduo	48	0,54	0,29	0,83	0,10	202,55
CV (%)		14,66	5,97	14,37	8,19	20,26

*, ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As cultivares diferiram quanto a altura nas CEs de 1,5; 2,0 e 2,5 dS m⁻¹, sendo a cultivar Great Lakes 659, superior nas três soluções nutritivas, apesar de não diferir da cultivar Creta na CE 1,5 dS m⁻¹, e da cultivar Elba na CE de 2,0 dS m⁻¹ (Figura 2). A maior altura da cultivar Great Lakes 659, observada para a maioria das CEs, pode ser atribuída a características próprias da cultivar, pois a mesma apresenta folhas maiores e como a altura foi medida tomando como referência a maior folha foi possível destacar a superioridade da cultivar.



G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; ns – não significativo; cultivares seguidas pelas mesmas letras, em cada CE não difere pelo teste Tukey, 5%

Figura 2. Alturas de mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas

O aumento da CE na solução nutritiva provocou resposta quadrática para as cultivares Great Lakes 659 e Creta, em que as maiores alturas ocorreram nas CEs de 2,16 e 1,77 dS m⁻¹, onde obtiveram-se valores máximos de 17,08 e 15,62 cm respectivamente. Esses valores correspondem a aumentos de 43,10 e 33,36%, em comparação às alturas observadas na menor CE (1,0 dS m⁻¹), na qual se observou alturas de 11,93 cm na cultivar Great Lakes 659, e 11,71 cm na cultivar Creta. Para a cultivar Elba ocorreu resposta linear ao aumento da CE, de forma que as alturas das mudas variaram de 10,86 a 16,01 cm, nas CEs de 1,0 e 2,5 dS m⁻¹, respectivamente, equivalendo ao aumento de 47,35% (Figura 2).

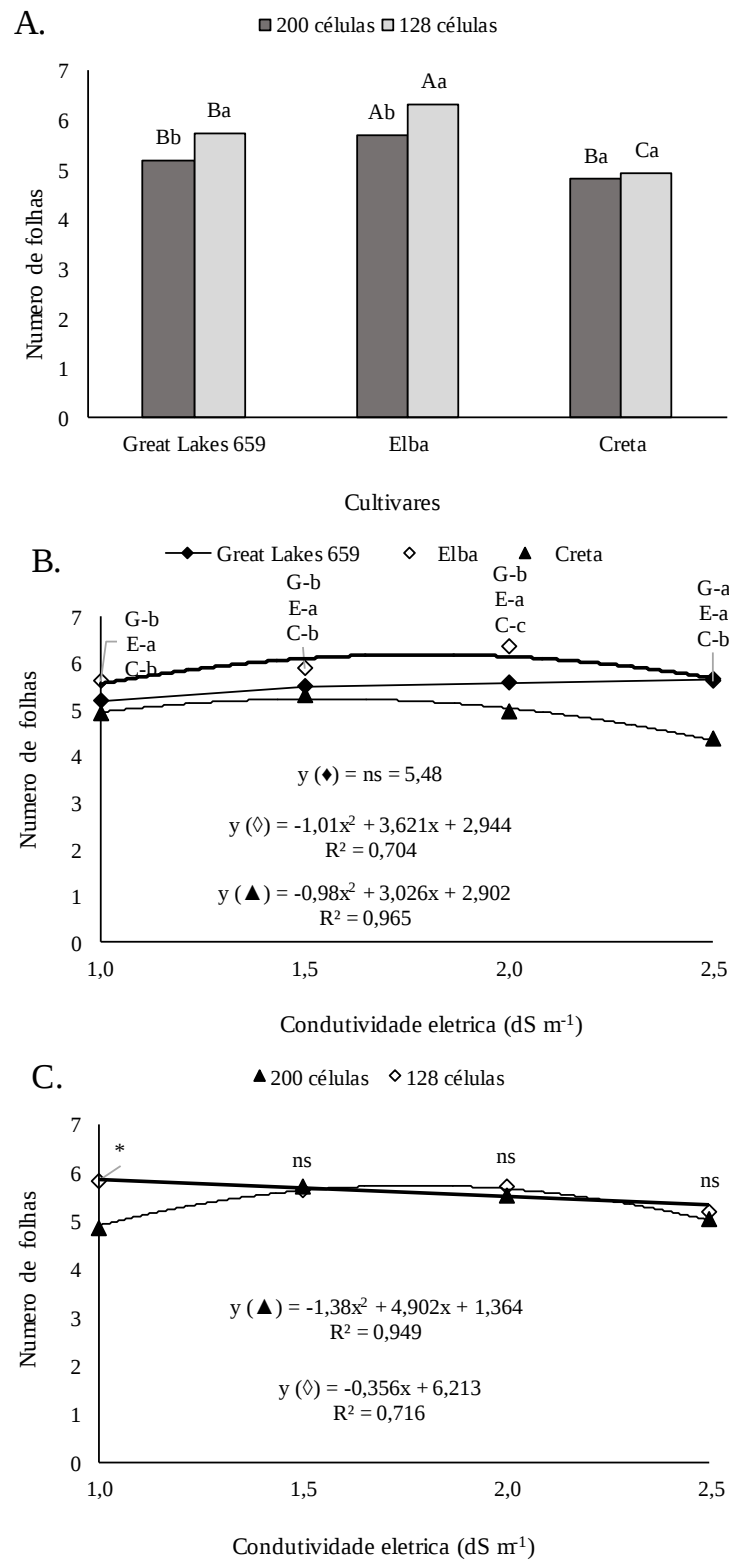
Na literatura brasileira são escassos estudos sobre solução nutritiva em mudas de alface, a exemplo do trabalho desenvolvido por Oliveira et al. (2014), em que os autores observaram mudas de alface americana mais vigorosas quando utilizaram solução nutritiva mais concentrada, tendo como base a recomendação de Furlani et al. (1999). No entanto outros autores têm desenvolvidos estudos com outras hortaliças, como tomate cereja (SANTOS et al., 2016) e pimentão (COSTA et al., 2015), em que os autores observaram resposta quadrática para esta variável em função do aumento da condutividade elétrica. Vale salientar que estas espécies apresentam hábito de crescimento diferente da alface, uma vez que a medida da altura é realizada diretamente no caule.

O número de folhas diferiu entre as cultivares nos dois tipos de bandejas, sendo a cultivar Elba superior para ambas as bandejas, enquanto a cultivar Creta apresentou menor número de folhas. Quanto ao tipo de bandeja, houve diferença significativa apenas para as cultivares Great Lakes 659 e Elba, nas quais a bandeja de 128 células favoreceu a produção de maior número de folhas (Figura 3A).

Outros autores também verificaram influência do volume das células das bandejas sobre a emissão foliar em mudas de alface (MONTEIRO et al., 2013; LIMA et. al., 2017). Esses autores atribuem esse comportamento a maior disponibilidade de nutrientes através do substrato utilizado, enquanto no presente estudo os nutrientes eram fornecidos constantemente via solução nutritiva, desta forma a células com maior volume proporcionou maior aeração, espaço para o desenvolvimento radicular e maior área de captação da raiz para absorver nutrientes.

As cultivares deferiram quanto ao número de folhas, em todas as soluções nutritivas utilizadas, sendo a cultivar Elba superior as demais nas CEs 1,0; 1,5 e 2,0 dS m⁻¹, enquanto na CE 2,5 dS m⁻¹, os maiores ocorreram nas cultivares Great Lakes 659 e Elba (Figura 3B). Ainda na Figura 3B, verifica-se que não houve efeito da CE sobre o número de folhas na cultivar Great Lakes 659, obtendo-se em média 5,48 folhas por muda. Nas cultivares Elba e Creta, obteve-se respostas quadráticas ao aumento da CE e os maiores valores ocorreram nas CEs 1,79 e 1,54 dS m⁻¹, sendo 6,19 e 5,24 folhas por mudas, respectivamente.

Conforme apresentado na Figura 3B, a cultivar Creta apresentou redução expressiva no número de folhas quando irrigada com a solução nutritiva de maior CE, podendo ser indicativo que essa cultivar pode ser mais sensível ao estresse salino provocado pela elevada concentração de nutrientes. De acordo com Silva et al. (2008), a redução do número de folhas em condições de estresse salino é uma das alternativas das plantas para manter a absorção de água, refletindo-se na perda de transpiração como alternativa para manter a absorção de água.



G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; ns – não significativo; cultivares seguidas pelas mesmas letras, em cada CE, não difere pelo teste Tukey, 5%

Figura 3. Número de folhas de cultivares de alface em função de tipos de bandejas (A), soluções nutritivas (B), tipos de bandejas e solução nutritiva (C)

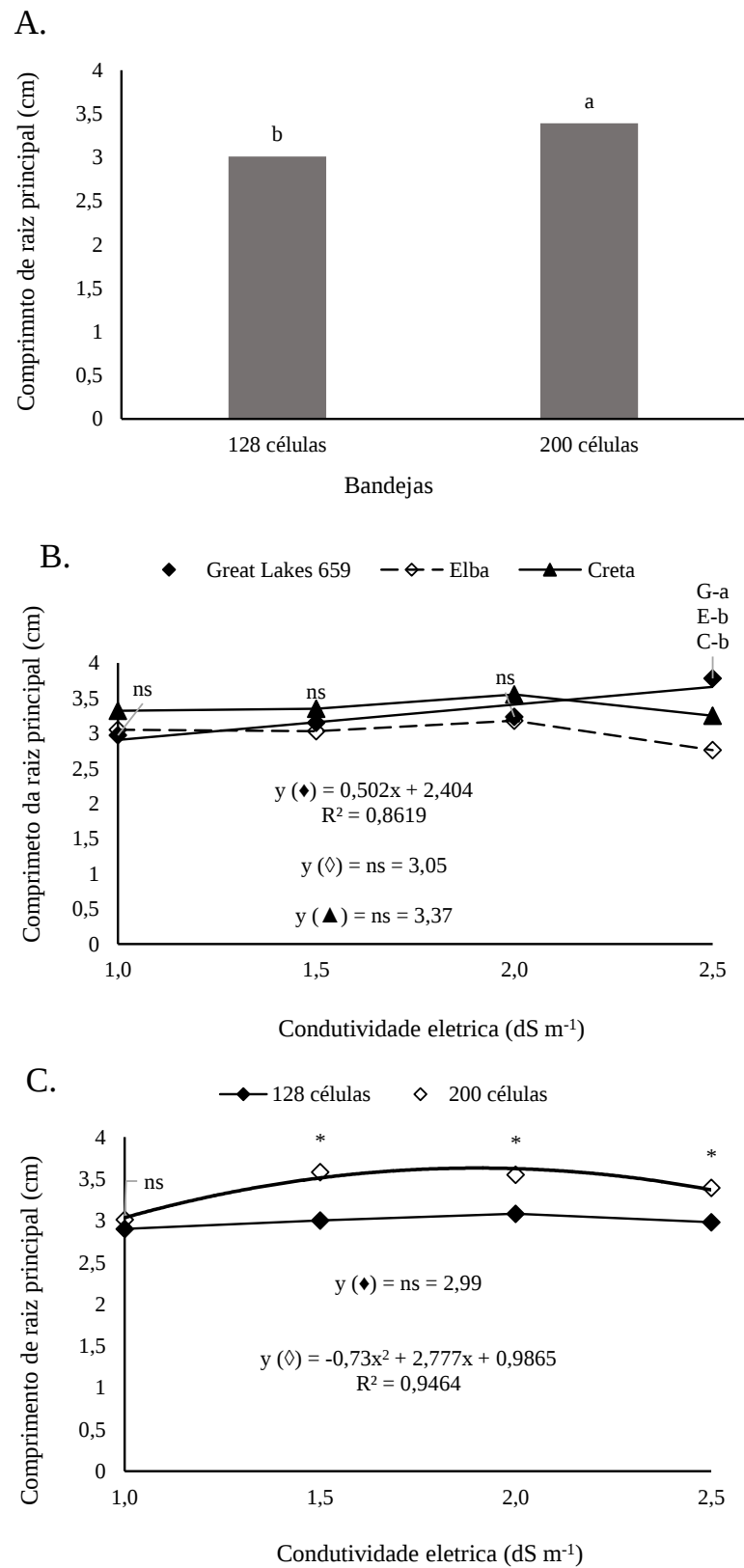
O número de folhas diferiu entre os tipos de bandejas apenas quando as mudas foram fertirrigadas com a solução nutritiva de CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, na qual a bandeja de 128 células proporcionou maior número de folhas (Figura 3C). As mudas produzidas na bandeja de 200 células apresentaram resposta quadrática com o aumento da CE, sendo maior valor obtido para a CE $1,77 \text{ dS m}^{-1}$ (5,72 folhas), representando o aumento de 17,01% em comparação ao valor obtido na CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ (4,88 folhas). Para a bandeja de 128 células, houve resposta linear decrescente em que o número de folhas reduziu de 5,86 ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$) para 5,32 ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$), resultando em perda de 9,12% (Figura 3C).

A redução do número de folhas com o aumento da CE nas mudas das bandejas de 238 células (maior volume da célula) deve-se ao maior espaço disponível para as raízes e consequentemente conteve a maior quantidade de sais no torrão, o que pode ter aumentando o efeito da CE sobre a emissão foliar. Fato contrário ocorreu com a bandeja de menor volume da célula, onde o aumento da CE até um determinado nível favoreceu a emissão foliar.

Considerando que o número de folhas é uma característica importante no momento do transplântio das mudas para a fase de produção final, esse resultado é importante pois o número de folhas em uma muda pode refletir diretamente no número de folhas no momento da colheita das plantas (CECCHERINI et al., 2018).

O comprimento da raiz principal diferiu entre os tipos de bandejas, sendo os maiores valores obtidos na bandeja de 128 células, independentemente da cultivar estudada (Figura 4A). Esses resultados confirmam os resultados de Monteiro et al. (2013) e Lima et al. (2017), os quais também observaram maior crescimento de raiz em bandejas com maior volume da célula.

As cultivares diferiram quanto a comprimento da raiz principal apenas quando as mudas foram fertirrigadas com a solução de maior CE ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$) na qual a cultivar Great Lakes 659 produziu maiores raízes, enquanto a cultivar Creta produziu raízes de menor comprimento. Analisando o efeito da CE sobre o comprimento da raiz principal para cada cultivar, verificou-se que não houve resposta significativa para as cultivares Elba e Creta, obtendo-se valores médios de 3,05 e 3,37 cm, respectivamente. Para a cultivar Great Lakes 659, obteve-se resposta linear crescente, em que ocorreu uma variação de 2,91 cm ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$) a 3,66 cm ($2,5 \text{ dS m}^{-1}$), representando um ganho total de 25,91% (Figura 4B).



G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; ns – não significativo; cultivares seguidas pelas mesmas letras, em cada CE não difere pelo teste Tukey, 5%

Figura 4. Comprimento da raiz principal em mudas de cultivares de alface em função de tipos de bandejas (A), soluções nutritivas (B), tipos de bandejas e solução nutritiva (C)

Esses resultados podem ser indicativos de que a cultivar Great Lakes 659 é mais exigente nutricionalmente que as demais cultivares. Indicando também que as soluções mais diluídas supriram a exigência de nutrientes necessário para promover o crescimento da raiz principal. Em estudos desenvolvidos com outras hortaliças, como em cultivares de pimentão (COSTA et al., 2015) e cultivares de tomate cereja (SANTOS et al., 2016), os autores verificaram respostas variadas de acordo com cada genótipo estudado.

Os tipos de bandejas não diferiram estatisticamente quando as mudas foram irrigadas com solução de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto nas demais CE as bandejas de 128 células proporcionaram maior comprimento da raiz principal. Analisando o efeito da solução nutritiva sobre o comprimento da raiz principal em função do tipo de bandeja, foi observada resposta significativa na bandeja de 128 células, ocorrendo resposta quadrática em que o maior valor na CE de $1,89 \text{ dS m}^{-1}$ ($3,63 \text{ cm}$), promoveu um aumento de $19,58\%$ em comparação com o valor obtido na CE de $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ ($3,03 \text{ cm}$). Por outro lado, não houve resposta significativa para a bandeja de 200 células obtendo-se comprimento médio de $2,99 \text{ cm}$ (Figura 4C).

O fato de ter ocorrido resposta significativa das mudas produzidas em bandejas de maior volume pode ser atribuído a maior capacidade de armazenamento de água e nutrientes no torrão, alterando assim o desenvolvimento radicular das mudas.

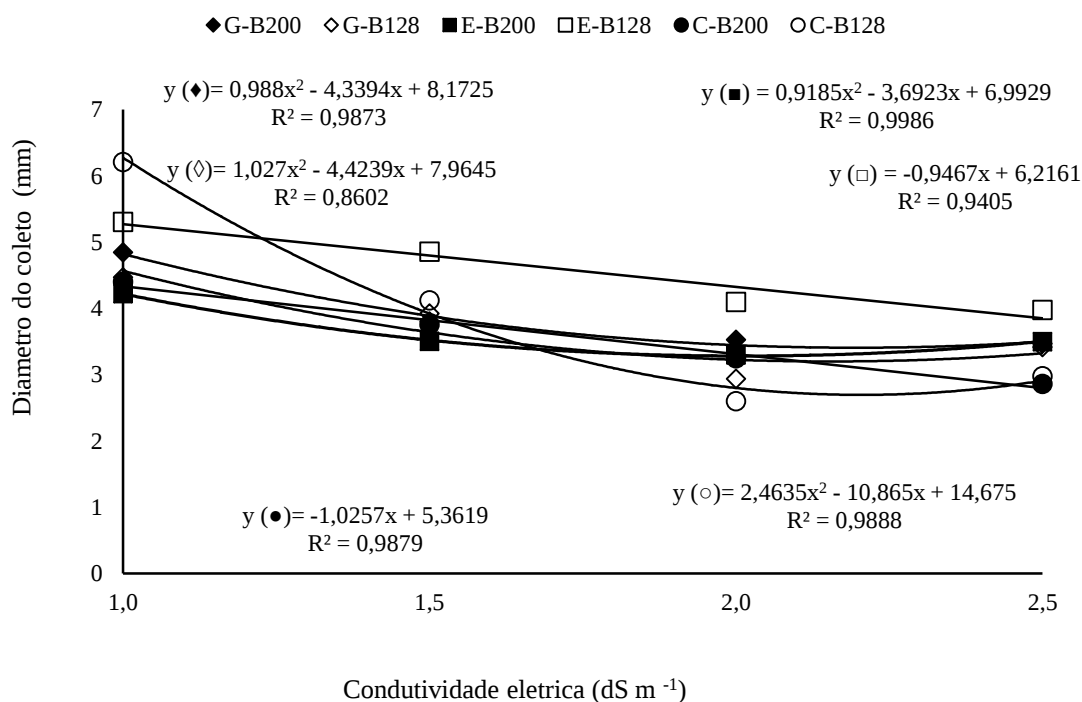
O diâmetro de coleto das mudas de alface diferiu entre as cultivares apenas quando foram produzidas em bandejas de 128 células. Nas CEs $1,0$ e $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, maiores valores foram obtidos nas cultivares Creta e Elba, enquanto na CEs $2,0$ e $2,5 \text{ dS m}^{-1}$, maiores valores ocorreram nas cultivares Great Lakes 659 e Elba. Quanto ao efeito dos tipos de bandejas sobre o diâmetro de coleto, verificou-se resposta significativa nas CEs $1,0$; $1,5$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$. Na CE $1,0 \text{ dS m}^{-1}$, as bandejas diferiram para as cultivares Elba e Creta, sendo maiores valores obtido na bandeja de 128 células para ambas cultivares. Na CE de $1,5 \text{ dS m}^{-1}$, houve diferença entre os tipos de bandeja para a cultivar Elba, na qual a bandeja de 128 células proporcionou maior valor. Por outro lado, na CE $2,0 \text{ dS m}^{-1}$, houve resposta significativa apenas na cultivar Great Lakes 659, sendo os maiores diâmetro de coleto obtidos na bandeja de 200 células (Tabela 2).

Tabela 2. Diâmetro de coleto em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas.

Bandejas	Cultivares	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			
		1,0	1,5	2,0	2,5
200 células	Great Lakes 659	4,84 Aa	3,80 Aa	3,52 Aa	3,47 Aa
	Elba	4,22 Ba	3,50 Ba	3,69 Aa	3,49 Aa
	Creta	4,40 Ba	3,75 Aa	3,25 Aa	2,86 Aa
128 células	Great Lakes 659	4,47 Ac	3,92 Ab	2,93 Bab	3,41 Aab
	Elba	5,30 Ab	4,85 Aa	3,44 Aa	3,97 Aa
	Creta	6,20 Aa	4,12 Aab	2,61 Ab	2,97 Ab

Medias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey (P < 0,05)

Analisando efeito das CE sobre o diâmetro de coleto em cada cultivar e para cada tipo de bandeja, verificaram-se respostas quadráticas para as cultivares Great Lakes 659 (200 e 128 células), Elba (200 células) e Creta (128 células). Nestas combinações os maiores valores de diâmetro de coleto ocorreram na menor CE e reduziram com o aumento da CE até determinados níveis, de acordo com cada combinação entre cultivar e bandeja. Os menores valores de DC ocorreram nas CE 2,19; 2,16; 2,01 e 2,20 dS m⁻¹, para as combinações G-B200, G-B128, E-B200 e C-B128, as quais apresentaram reduções de 29,32; 29,93; 22,21 e 57,04%, respectivamente, em comparação os valores obtidos na menor CE. Além disso, houve resposta linear na cultivar Elba (128 células) e Creta (200 células), de modo que os maiores diâmetro de coleto ocorreram na menor CE e reduziram linearmente até a maior CE, com perda total 26,95 e 35,48%, para as combinações E-B128 e C-B200, respectivamente (Figura 5).



G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; B128-bandeja de 128 células, B200-bandeja de 200 células

Figura 5. Diâmetro de coleto em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

De forma geral o uso de solução nutritiva com maior CE proporcionou menor desenvolvimento do diâmetro do coleto para ambas as cultivares cultivadas nos diferentes tipos de bandejas. A redução do diâmetro do coleto, nas plantas submetidas às maiores concentrações de solução nutritiva, está relacionada ao aumento da condutividade elétrica (SANTOS et al., 2016). Este resultado ocorreu devido, possivelmente, ao desbalanço hormonal ocasionado pelo estresse salino devido a elevada concentração de fertilizantes, que exerceu efeito sobre a síntese de citocininas nas plantas, tendo em vista que esse hormônio atua no desenvolvimento caulinar (TAIZ et al., 2017).

Área foliar das mudas de alface diferiu entre as cultivares de forma diferente de acordo com o tipo de bandeja e solução nutritiva utilizada. Na bandeja de 200 células a cultivar Great Lakes 659 apresentou maiores valores para maioria das soluções nutritivas, não diferindo da cultivar Elba nas CE 1,0; 2,0 e 2,5 dS m⁻¹, enquanto a cultivar Creta apresentou menor área foliar na maioria das soluções. Na bandeja de 200 células a cultivar Great Lakes 659 foi superior as demais, independentemente da CE utilizada (Tabela 3).

Tabela 3. Área foliar em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

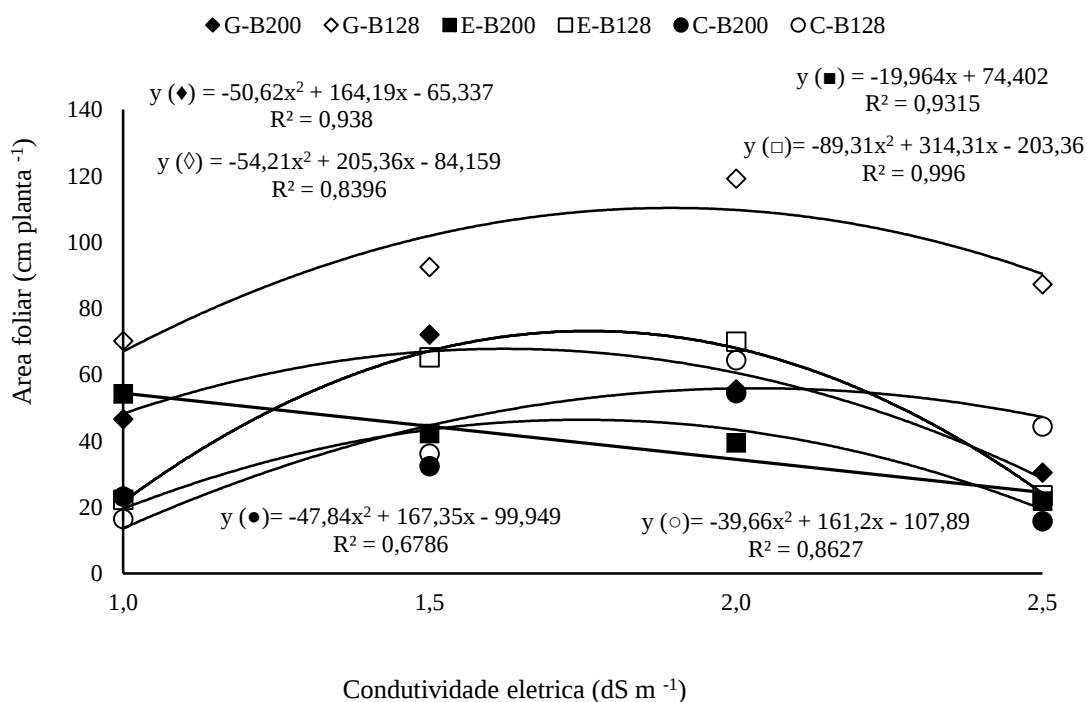
Bandejas	Cultivares	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			
		1,0	1,5	2,0	2,5
200 células	Great Lakes 659	46,56 Bab	72,09 Ba	55,54 Ba	30,45 Ba
	Elba	54,25 Aa	42,24 Bb	54,43 Aa	21,91 Aab
	Creta	23,24 Ab	32,39 Ab	39,47 Bb	15,74 Bb
128 células	Great Lakes 659	70,14 Aa	92,45 Aa	119,17 Aa	87,27 Aa
	Elba	22,28 Bb	65,26 Ab	69,93 Ab	23,60 Ac
	Creta	16,50 Ab	36,13 Ac	64,42 Ab	44,39 Ab

Medias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$)

Analisando área foliar em função do tipo de bandeja, verifica-se que a cultivar Great Lakes 659 apresentou maior área foliar na bandeja de 128 células em todas as soluções nutritivas. Para a cultivar Elba, a bandeja de 200 células proporcionou maior área foliar nas CE's 1,0; 2,0 e 2,5 dS m⁻¹, enquanto a bandeja de 128 células foi superior na solução de 1,5 dS m⁻¹. Na cultivar Creta, a bandeja de 200 células proporcionou maiores áreas foliar nas CE's 1,0 e 1,5 dS m⁻¹, mais foi inferior nas CE's 2,0 e 2,5 dS m⁻¹ (Tabela 3)

De forma geral, a maior área foliar das mudas foram obtidas na bandeja com célula de maior volume. Provavelmente isto aconteceu em função da maior área explorada pelo sistema radicular nesses maiores volumes, conforme também observado por outros autores (SILVA et al 2014; e LIMA et al., 2017).

Referente ao efeito das soluções nutritivas sobre área foliar, foi constatado que as respostas das cultivares variou de acordo com o tipo de bandeja utilizada. Para as cultivares Great Lakes 659 (G-B200 e G-B128), Elba (E-B128) e Creta (C-B200 e C-B128) foram observadas respostas quadráticas, sendo os maiores valores obtidos nas CE's 1,62; 1,89; 1,76; 1,75 e 2,03 dS m⁻¹. Para estes níveis obteve-se valores máximos de 67,80; 110,33; 73,18; 46,40 e 55,91 cm² planta, para as combinações G-B200, G-B128, E-B128, C-B200 e C-B128, respectivamente. Comparando-se esses valores na menor CE, verifica-se que os maiores ganhos percentuais ocorreram na cultivar Elba para bandeja de 128 células (238,16%) e na cultivar Creta para ambas as bandejas, sendo 137,22 e 309,61% nas bandejas de 200 e 128 células, respectivamente. Para a cultivar Elba na bandeja de 200 células, ocorreu resposta linear decrescente, de forma que a área foliar reduziu de 54,44 para 24,49 cm² planta⁻¹, nas CE's 1,0 e 1,5 dS m⁻¹, e resultou em perda total de 55,00% (Figura 6).



G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; B200-bandeja de 200 células, B128-bandeja de 128 células

Figura 6. Área foliar em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

Estes resultados mostram que ocorreu grandes diferenças as cultivares ao aumento da CE da solução nutritiva. Isto já era esperado, pois em alguns casos, o aumento da CE da solução nutritiva pode afetar positivamente o crescimento foliar, enquanto em outras espécies pode reduzi-lo (CARBALLO-MÉNDEZ et al., 2023). Isso está relacionado ao grau de tolerância da cultivar à salinidade, conforme demonstrado pela diferença no nível ótimo de CE entre as plantas estudadas neste experimento.

A área foliar é um índice importante, em estudos de nutrição e crescimento vegetal, pois a folha assume funções muito relevantes na planta, como as de interceptar e de absorver luz e realizar fotossíntese, trocas gasosas e transpiração (TAIZ et al., 2017). Assim, teoricamente, plantas com maior área foliar apresentam maior capacidade para produção de fotoassimilados.

Para o acúmulo de massa seca total (MST), verifica-se interação C x B x S ao nível de 5% de probabilidade. A razão MSPA/MSR foi influenciada pela interação dupla B x S, e pelo fator C de forma isolada ($p < 0,05$). A massa seca da parte aérea (MSPA) foi influenciada pelos fatores isolados C ($p < 0,01$) e S ($p < 0,05$), enquanto a massa seca de raiz (MSR) foi afetada pelo fator isolado B ($p < 0,01$) (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST) e razão MSPA/MSR em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes bandejas e soluções nutritivas.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		MSPA	MSR	MST	MSPA/MSR
Cultivares (C)	2	0,021**	0,000ns	0,025**	0,809*
Bandejas (B)	1	0,007ns	0,010**	0,036**	0,243ns
Soluções (S)	3	0,010*	0,001ns	0,012*	0,816*
C x B	2	0,003ns	0,000ns	0,005ns	0,237ns
C x S	6	0,004ns	0,000ns	0,007ns	0,180ns
B x S	3	0,005ns	0,000ns	0,002ns	0,615*
C x B x S	6	0,002ns	0,000ns	0,009*	0,090ns
Resíduo	48	0,83	0,10	0,54	0,29
CV (%)		20,75	19,49	15,30	24,59

*, ** - significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A massa seca da parte aérea diferiu apenas entre as cultivares, e a cultivar Great Lakes 659 respondeu com maior acúmulo. Por outro lado, para a massa seca de raiz não houve diferença significativa entre as cultivares, no entanto, a bandeja com maior número de células (200) proporcionou maior acúmulo de massa seca radicular (Tabela 5).

A maior massa seca de raiz observadas nas mudas produzidas em bandejas de maior volume da célula teve reflexo do resultado observado no comprimento de raiz principal, corroborando os relatos de outros autores (MONTEIRO et al., 2013; LIMA et al., 2017). Provavelmente estes resultados foram obtidos em função da arquitetura do sistema radicular presentes nos diferentes volumes, onde células com maior capacidade volumétrica apresentaram raízes maiores e, conseqüentemente mais pesadas (LIMA et al., 2017).

Tabela 5. Massa seca de parte aérea e massa seca de raiz em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

		Massa seca de parte aérea (g planta ⁻¹)	Massa seca de raiz (g planta ⁻¹)
Cultivares	Great Lakes 659	0,27 a	0,13 a
	Elba	0,23 b	0,14 a
	Creta	0,22 b	0,12 a
Bandejas	200 células	0,23 a	0,12 b
	128 células	0,25 a	0,15 a
Soluções nutritivas	1,0 dS m ⁻¹	0,21	0,14
	1,5 dS m ⁻¹	0,23	0,12
	2,0 dS m ⁻¹	0,26	0,15
	2,5 dS m ⁻¹	0,25	0,13

Medias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey (P < 0,05)

A massa seca da parte da aérea foi afetada de forma quadrada pelo aumento da CE da solução nutritiva, independentemente da cultivar e tipo de bandeja. Os maiores valores foram obtidos nas mudas fertirrigadas com solução nutritiva com CE 1,93 dS m⁻¹, (0,25 g planta⁻¹), representando um aumento de 20,89% em comparação com a massa seca da parte aérea obtida na menor CE, na qual obteve-se 0,21 g planta⁻¹ (Figura 7).

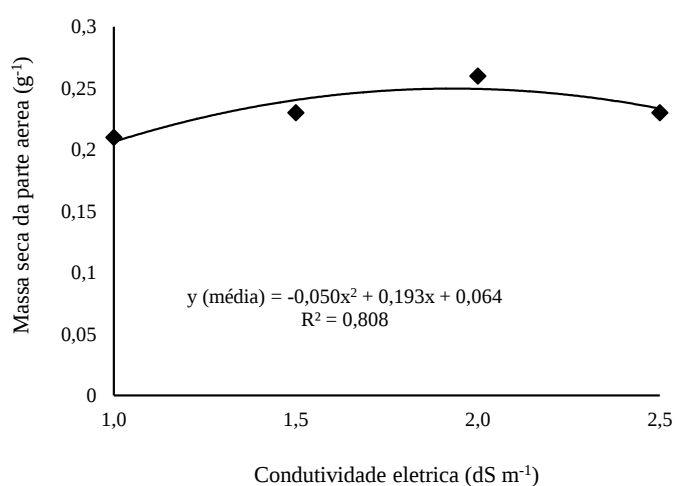


Figura 7. Massa seca de parte aérea em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

A massa seca total das mudas de alface diferiu entre as cultivares de acordo com o tipo de bandeja e solução nutritiva utilizada. Na bandeja de 200 células, a cultivar Great Lakes 659 produziu mais massa seca total, quando comparadas as demais cultivares quando fertirrigadas com solução nutritiva à 2,5 dS m⁻¹. Nas CEs 1,0 e 2,0 dS m⁻¹, os maiores valores ocorreram nas cultivares Great Lakes 659 e Elba, sendo que a cultivar Elba não diferiu da cultivar Creta nestas CEs. Para a bandeja de 128 células, as cultivares Great Lakes 659 e Creta apresentaram maior massa seca total, enquanto na CE 2,0 dS m⁻¹, maiores valores ocorreram nas cultivares Great Lakes 659 e Elba. Não houve diferença entre as cultivares da CE 1,5 dS m⁻¹, bem como, na bandeja de 128 células para as CEs de 1,5 e 2,0 dS m⁻¹ (Tabela 6).

Tabela 6. Massa seca total em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

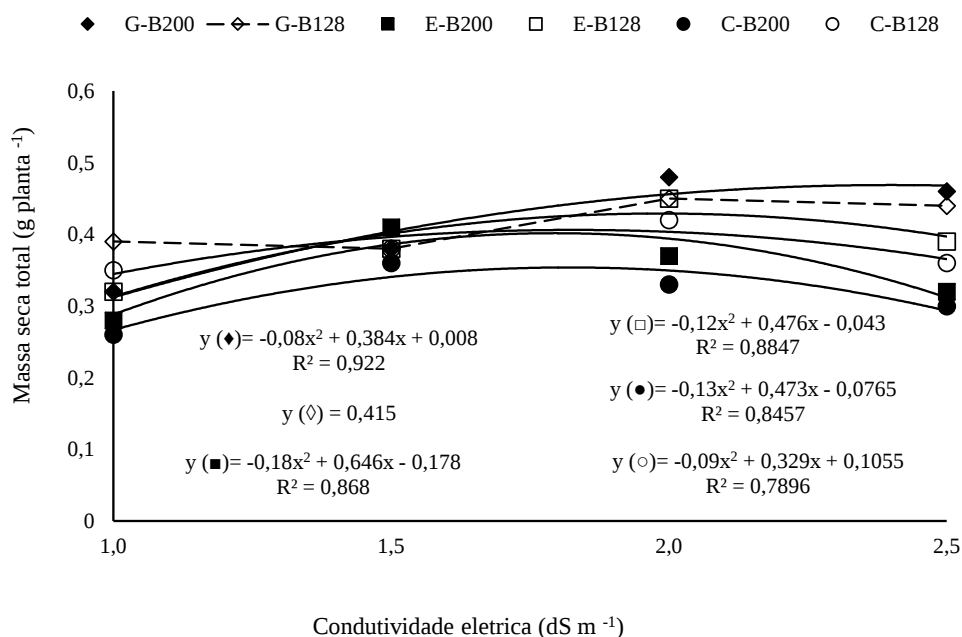
Bandejas	Cultivares	Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)			
		1,0	1,5	2,0	2,5
200 células	Great Lakes 659	0,32 Ba	0,38 Aa	0,48 Aa	0,46 Aa
	Elba	0,28 Bab	0,41 Aa	0,37 Bab	0,32 Bb
	Creta	0,26 Bb	0,36 Aa	0,33 Bb	0,31 Bb
128 células	Great Lakes 659	0,39 Aa	0,38 Aa	0,43 Aa	0,44 Aa
	Elba	0,32 Ab	0,39 Aa	0,45 Aa	0,39 Aab
	Creta	0,35 Aab	0,37 Aa	0,42 Aa	0,36 Ab

Medias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem pelo teste Tukey (P < 0,05)

Analisando o efeito das bandejas sobre a MST, verifica-se que as cultivares responderam de forma variada de acordo com a solução nutritiva avaliada. Na cultivar Great Lakes 659 houve diferença significativa apenas na CE 1,0 dS m⁻¹, onde a bandeja de 128 células proporcionou maior MST. Para as cultivares Elba e Creta verificou-se que, a bandeja de 128 células foi superior, exceto na CE 1,5 dS m⁻¹ (Tabela 6).

Quanto ao efeito das soluções nutritivas da MST, foi observado que não houve resposta significativa da cultivar Great Lakes 659 para a bandeja de 128 células (G-B128), obtendo-se MST média de 0,415 g planta⁻¹. Para as demais combinações de cultivares e bandejas, os dados foram ajustados para o modelo quadrático. Os maiores valores de MST foram obtidos nas CEs 2,40; 1,79; 1,98; 1,82 e 1,83 dS m⁻¹ para as combinações G-B200, E-B200, E-B128, C-B200 e C-B128, sendo os valores máximos de 0,47; 0,40; 0,43; 0,35 e 0,41 g planta⁻¹, respectivamente.

Comparando esses valores obtidos na menor CE, ocorreram ganhos variando de 17,90% (C-B128) a 50,25 (G-B200) (Figura 8).



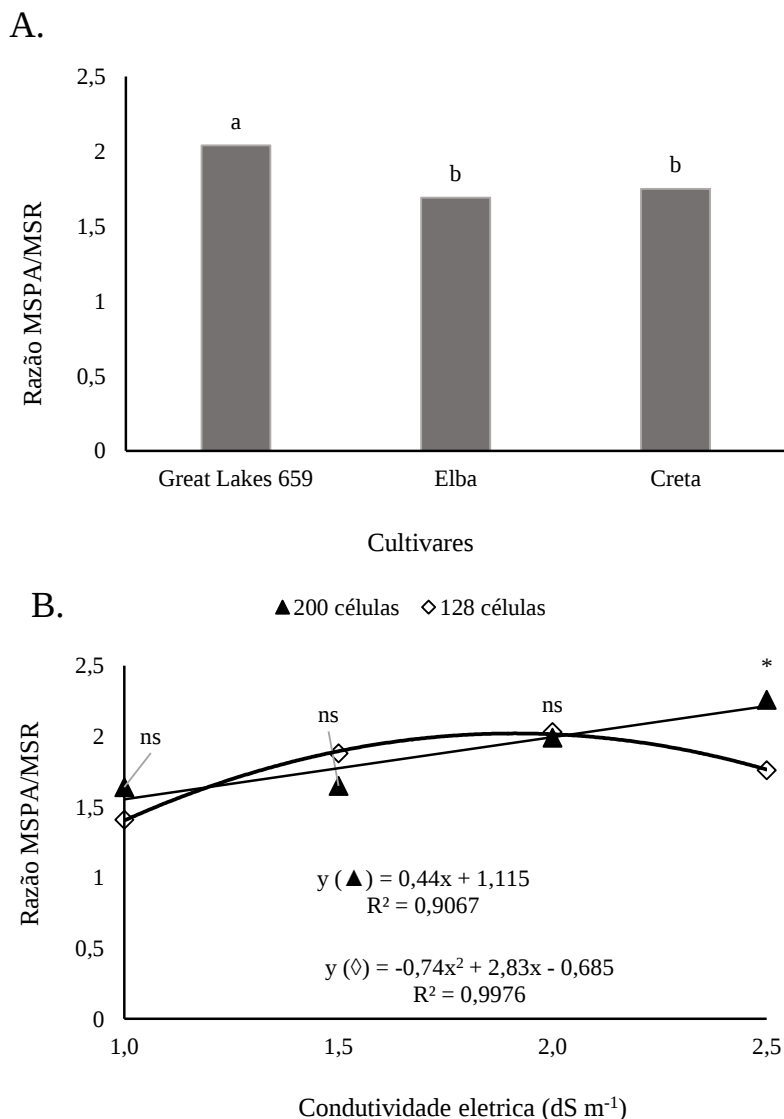
G – Cultivar Great Lakes 659, E – cultivar Elba, C – cultivar Creta; B200-bandeja de 200 células, B128-bandeja de 128 células

Figura 8. Massa seca total em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

Esses resultados demonstram a grande importância do uso de uma solução nutritiva com concentração adequada de nutrientes, pois CE baixa limita o crescimento das plantas devido à deficiência de nutrientes. Por outro lado, a elevada CE inibe o crescimento das plantas devido à diminuição da assimilação e distribuição de nutrientes na planta, em consequência do potencial osmótico reduzido no ambiente radicular devido ao excesso de sais que causam o estresse salino (CARBALLO-MÉNDEZ et al., 2023). Particularmente nas raízes, a salinidade pode causar diminuição do alongamento e suberização, o que pode levar a alterações morfológicas e anatômicas e, consequentemente, reduzir a transpiração e o crescimento das plantas. A redução do acúmulo de massa seca observada na mais alta concentração ocorreu, provavelmente, devido à elevada salinidade da solução nutritiva, refletindo o efeito da redução do potencial osmótico da solução do solo, inibindo a absorção de água pela planta e, consequentemente, reduzindo seu crescimento (MUNNS, 2002).

A razão entre massa seca de parte aérea e massa seca de raiz (MSPA/MSR) diferiu entre as cultivares estudadas, sendo a cultivar Great Lakes 659 superiores as demais (Figura 9A).

Estes resultados demonstram que a cultivar Great Lakes 659 apresentou maior desenvolvimento da parte aérea em comparação com o sistema radicular, em comparação com as demais cultivares.



Colunas com a mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 0,05 (A). ns – as bandejas não diferem pelo teste Tukey a 0,05 (B); * - diferem pelo teste Tukey a 0,05

Figura 9. Razão MSPA/MSR em mudas de cultivares de alface produzidas em diferentes tipos de bandejas e fertirrigadas em diferentes soluções nutritivas

A razão MSPA/MSR foi influenciada pelo tipo de bandeja, apenas na solução com maior CE (2,5 dS m⁻¹), na qual a bandeja com 200 células foi superior. Quanto ao efeito das soluções nutritivas na razão MSPA/MSR, foi observada resposta linear nas mudas em bandeja de 200 células, ocorrendo aumento de 1,55 (1,0 dS m⁻¹) para 2,21 (2,5 dS m⁻¹), correspondente do aumento de 42,44%. Para as bandejas de 128 células ocorreu resposta quadrática, em que a

maior razão MSPA/MSR ocorreu na CE $1,91 \text{ dS m}^{-1}$ (2,02), sendo superior em 48,82% em comparação o valor obtido na menor CE ($1,0 \text{ dS m}^{-1}$), na qual obteve-se MSPA/MSR de 1,40 (Figura 9B).

O aumento na razão MSPA/MSR em resposta ao incremento do CE evidencia que o efeito da nutrição mineral foi mais evidente no desenvolvimento da parte aérea do que do sistema radicular. Além disso, percebe-se que nas plantas cultivadas na bandeja de 128 células ocorreu redução na razão MSPA/MSR na maior CE. Este comportamento pode ser atribuído de forma indireta ao maior desenvolvimento radicular proporcionado pela bandeja com célula de maior volume.

CONCLUSÕES

A cultivar Great Lakes 659 apresenta mudas mais vigorosas para a maioria das variáveis analisadas.

Mudas de alface de maior qualidade foram obtidas com usos de bandejas de 128 células nas três cultivares estudadas.

A produção de mudas de alface em sistema floating com solução nutritiva com condutividade elétrica variando de 1,8 a 2,0 dS m⁻¹ promoveu a formação de mudas mais vigorosas para todas as cultivares

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- CARBALLO-MÉNDEZ, F. J. URRESTARAZU, M.; RODRÍGUEZ-ORTIZ, J, C.; MORALES, I. Electrical conductivity of the nutrient solution on the vegetative propagation of bell pepper and tomato. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 53, n. 2, e20210730, 2023.
- CARDOSO, A. I. I.; PIEDADE, M. B. S.; RODRIGUES, J. M.; RICARDO, L. E. Produção de couve chinesa em função da fertirrigação nitrogenada e potássica nas mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 35, n.4, p. 512-518, 2017.
- CARDOSO, A. I. I.; USTULIM FILHO, A. J. Produção de chicória em função de doses de nitrogênio e potássio aplicadas na fase de mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 4, p. 654-658, 2013.
- CECCHERINI, C. J.; Lima, T. J. L.; Marchi, L. F.; Sala, F. C. Avaliação de diferentes volumes de bandejas sobre o desenvolvimento de alface. **Ciência, Tecnologia & Ambiente**, Araras, v. 8, n. 1, p. 30-36, 2018.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Boletim Hortifrutigranjeiro, v. 8, n. 1, 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/hortigranjeiros-prohort/boletim-hortigranjeiro>. Acessado em: 14 jun. 2022.
- COSTA, E.; SANTO, T. L. E.; SILVA, A. P.; SILVA, L. E.; OLIVEIRA, L. C.; BENETT, C. G. S.; BENETT, K. S. S. Ambientes e substratos na formação de mudas e produção de frutos de cultivares de tomate cereja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 1, p. 110-118, 2015.
- COSTA, J. P. B. M.; OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; NETA, M. L. S.; BEZERRA, F. M. S.; CAVALCANTE, A. L. G. Produção de mudas de pimentão utilizando fertirrigação. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 58, n. 3, p. 263-269, 2015.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, Lavras, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GODOY, M. C.; CARDOSO, A. I. I. Produtividade da couve-flor em função da idade de transplântio das mudas produzidas e tamanhos de células na bandeja. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 837-840, 2005.
- JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. C. E; HABER, L. L.; REYES, C. P.; COSTA, E.; BORGES, S. R. dos S. **Recomendações técnicas para utilização de bandejas multicelulares na produção de mudas de hortaliças**. (2019). 30p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110312/recomendacoes-tecnicas-para-utilizacao-de-bandejas-multicelulares-na-producao-de-mudas-de-hortalicas>.
- KIM, M. J.; MOON, Y.; TOU, J. C.; MOU, B.; WATERLAND, N. L. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 49, p. 19-34, 2016.

LIMA, T. J. L.; CECCHERINI, G. J.; SALA, F. C.; PEIXOTO, C. Mudanças de *Lactuca sativa* L. produzidas em diferentes formatos e volumes de bandejas. **Revista Científica UNAR**, Araras, v. 15, n. 2, p. 117-125, 2017.

LIMA, T. J. L.; GAZAFFI, R.; CECCHERINI, G. J.; MARCHI, L.; MARTINEZ, M.; FERREIRA, C. G.; SALA, F. C. Volume of cells on trays influences hydroponic lettuce production. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 408-413, 2018.

MACHADO, T. M.; SANTOS, G. DOS; AMORIM, G. V. P.; SANTOS, L. M. DOS; SANTOS NETO, J. Volume de substrato na produção de mudas influencia desempenho de tomateiro no campo. **Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa**, Londrina, v. 34, n. especial, p. 373-386, 2018.

MARTINEZ, H. E. P. **Manual prático de hidroponia**. 4. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2021, 294p.

MONTEIRO, G. C.; CARON, B. O.; SOUZA, V. Q.; ELOY, E.; ELLI, E. F. Avaliação de diferentes tipos de bandejas e substratos alternativos na produção de mudas de *Lactuca sativa* L. **Enciclopédia Biosfera: centro científico conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 16, p. 377-390, 2013.

MUNNS, R.; HUSAIN, S.; RIVELLI, A. R.; RICHARD, A. J.; CONDON, A. G.; LINDSAY, M. P.; LAGUDAH, E. S.; SCHACHTMAN, D. P.; HARE, R. A. Avenues for increasing salt tolerance of crops, and the role of physiologically based selection traits. **Plant and Soil**, The Hague, v. 247, n. 1, p. 93-105, 2002.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; LINHARES, P. S. F.; ALVES, R. C.; MEDEIROS, A. M. A.; OLIVEIRA, M. K. T. Produção de mudas de pimenta fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 458-463, 2014.

OLIVEIRA, F. A.; RIBEIRO, M. S. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MARTINS, D. C.; SOUZA NETA, M. L.; MEDEIROS, J. F. Produção de mudas de cultivares de maxixeiro em fibra de coco fertirrigadas com diferentes concentrações de nutrientes. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 5, p. 698-705, 2016.

RAMOS, A. R. P.; DIAS, R. C. S.; ARAGÃO, C. A.; MENDES, A. M. S. Mudanças de melancia produzidas com substrato à base de pó de coco e soluções nutritivas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 339-344, 2012.

SANTOS, S. T.; OLIVEIRA, F. A.; COSTA, J. P. B. M.; SOUZA NETA, M. L.; ALVES, R. C.; COSTA, L. P. Qualidade de mudas de cultivares de tomateiro em função de soluções nutritivas de concentrações crescentes. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 10, n. 4, p. 326-333, 2016.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, Amsterdam, v. 63, n. 1-3, p. 147-157, 2008.

SILVA, E. C.; QUEIROZ, R. L. Formação de mudas de alface em bandejas preenchidas com diferentes substratos. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 3, p. 725-729, 2014.

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

YANG, X.; GIL, M. I.; YANG, Q.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A. Bioactive compounds in lettuce: Highlighting the benefits to human health and impacts of preharvest and postharvest practices. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, Chicago, v. 21, p. 4-45, 2022.