

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

CÂNDIDO BASTOS NETO

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALFACE, NO SISTEMA NFT HIDROPÔNICO:
UMA INDICAÇÃO DE MANEJOS NUTRICIONAIS**

São Luís – MA

2019

CÂNDIDO BASTOS NETO

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALFACE, NO SISTEMA NFT HIDROPÔNICO:
UMA INDICAÇÃO DE MANEJOS NUTRICIONAIS**

Monografia apresentada à banca examinadora do curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Estadual do Maranhão como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ferreira Rodrigues.

São Luís – MA

2019

Bastos Neto, Cândido.

Avaliação de genótipos de alface, no sistema NFT hidropônico: uma indicação de manejos nutricionais/ Cândido Bastos Neto. – São Luís, 2019. 52 f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Agrônoma, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Ferreira Rodrigues.

1. Cultivo sem solo. 2. *Lactuca sativa*. L. 3. Nutrição de plantas. I. Título.

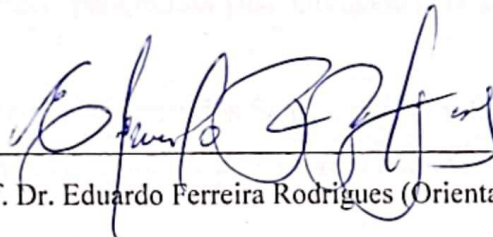
CDU 633.15:631.84

**AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE ALFACE, NO SISTEMA NFT HIDROPÔNICO:
UMA INDICAÇÃO DE MANEJOS NUTRICIONAIS**

Monografia apresentada à banca examinadora do curso de Engenharia Agrônoma da Universidade Estadual do Maranhão como requisito parcial para a obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

APROVADA EM 05/07/2019

BANCA EXAMINADORA



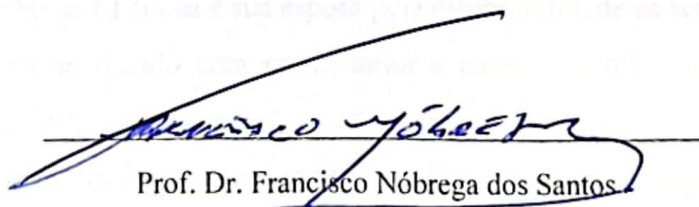
Prof. Dr. Eduardo Ferreira Rodrigues (Orientador)

Departamento de Química e Biologia (DQB)



Prof. Dr. Altamiro de Sousa Lima Ferraz Junior

Departamento de Química e Biologia (DQB)



Prof. Dr. Francisco Nóbrega dos Santos

Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade (DFF)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por está comigo em todos os momentos e ter me dado forças para superar as pedras que surgiram no meio do caminho dessa jornada. Jamais devemos desistir de lutar por nossos sonhos.

Agradeço aos meus pais (Francisca e Carlos) pelos quais tenho grande amor, respeito e eterna gratidão, pois sem eles nada disso seria possível.

A minha irmã Flávia pelo apoio em muitos momentos na minha logística de locomoção até a universidade e por toda colaboração possível.

Aos meus queridos amados e tão esperados sobrinhos Hebraim e Valentina, a quem tenho grande carinho e que muito me motiva na busca de ser alguém melhor.

A minha amada namorada Yasmin, que sempre foi um braço forte em toda minha jornada acadêmica, sendo um ombro amigo presente no meu dia a dia.

A meu orientador, professor Dr^o. Eduardo Ferreira Rodrigues, pela sua expertise e dedicação em todo período de orientação e nas atividades dentro e fora da universidade. Obrigado por sempre se preocupar em passar o conhecimento da melhor maneira possível, sendo assim uma grande referência para minha vida. Obrigado pela atenção, apoio confiança e amizade.

Ao Professor Dr^o Francisco Nóbrega dos Santos, por ter influenciado na continuidade desse trabalho, com sua experiência e notoriedade sobre o assunto. É uma honra de tê-lo em minha banca.

Ao professor Dr. Altamiro de Sousa Lima Ferraz Junior, por aceitar participar da minha banca e pelo qual tenho profundo respeito e admiração. Sei que suas contribuições servirão para enriquecer esse trabalho.

Ao Professor Dr^o Fabrício por ceder equipamentos utilizados neste trabalho.

A Professora Dr^a Valéria pela contribuição de me ceder o laboratório de nutrição de plantas para realização das análises.

Ao Professor Moacir Feitosa e sua esposa pela disponibilidade de realizar esse trabalho na sua residência, me acolhendo com muito amor e carinho, sendo um grande apoio na realização desse trabalho.

Ao Ilberth por toda dedicação, esforço e contribuição em todo o experimento e pela sua proatividade e sempre se mostrar à disposição. Obrigado por ser sempre solícito.

Aos meus amigos Gisele, Daniel, Weydson, Adriano, Thalles e Erivaldo por toda parcela de contribuição nas coletas de dados e análises das amostras no laboratório.

Aos meus amigos Eduardo, Bob, Luan e Naiton pela hospitalidade e ajuda, propiciando momentos agradáveis e sempre contribuindo na continuidade dos estudos.

A dona Eli, seu “PC”, dona Cecé e seu Júlio, por sempre me receber com alegria em suas salas, proporcionando ajuda em qualquer situação com palavras de incentivos e conselhos.

A todos que direta e indiretamente fizeram parte desta etapa da minha vida e me fizeram crescer tanto pessoalmente como profissionalmente.

RESUMO

O manejo da solução nutritiva constitui o fator mais relevante da hidroponia. Acompanhar o valor de CE é fundamental, pois se a condutividade da água é muito alta, é preciso reduzir a quantidade de fertilizante ou vice-versa. Assim, o objetivo desse trabalho foi o de avaliar o crescimento de diferentes genótipos de alface (*Lactuca sativa. L*) com o uso de três condutividades elétricas no sistema NFT. O experimento foi conduzido em uma estufa hidropônica comercial, localizada no bairro Residencial Eldorado, região metropolitana de São Luís, MA (2°30'05.6" de latitude sul, 44°13'50.4" de longitude oeste e 24 m de altitude). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x8 com 3 repetições. Os tratamentos foram constituídos de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva (1,0mS cm⁻¹, 1,5mS cm⁻¹ e 2,0mS cm⁻¹), para os 8 genótipos de alface: Brunela (G1), Gabriela (G2), Crocanela (G3), Mediterrânea (G4), BS AC0063 (G5), Rubinela (G6), Brida (G7) e Gloriosa (G8). O tratamento controle é representado pela condutividade 1,5mS cm⁻¹. Foram coletadas 3 plantas de cada repetição, referente a cada tratamento para se realizar as seguintes avaliações de área foliar, número de folhas por planta. Parte fresca da parte aérea e da raiz e parâmetro fisiológico (SPAD). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (p<5%). O programa estatístico utilizado para realização da análise de variância foi o software AgroEstat 1.0. Para a massa fresca da raiz e parte aérea, não houve efeito significativo para a interação entre fatores. Há diferenças significativas que explicam que a variação de C.E. promoveu uma alteração significativa para 5 dos tratamentos, em relação ao parâmetro número de folhas (NF). Na análise de variância para o parâmetro de área foliar, há efeito significativo para aos fatores analisados individualmente e na interação entre fatores. Há interação significativa entre genótipo para produção de clorofila, no entanto os fatores não foram significativos as suas interações. Com resultados obtidos neste trabalho, considera-se que a condutividade elétrica de 2,0mS cm⁻¹, para condições ambientais da cidade de São Luís, foram obtidos resultados superiores em vários parâmetros analisados nessa pesquisa, logo a alface se comporta melhor quando submetida a essa condutividade. Os resultados desse estudo podem indicar uma alternativa para produção de hortaliças hidropônicas. A cultivar Gloriosa, do grupo das americanas possuiu resultados muito promissores tanto para o n° de folhas como também para o teor de clorofila e a área foliar e sesses parâmetros conseguem explicar o excelente desempenho dessa cultivar nas condições ambientais de São Luís, quando a mesma atingiu maior peso de matéria fresca da parte aérea.

Palavras-chave: Cultivo sem solo, *Lactuca sativa. L*, Nutrição de plantas.

ABSTRACT

The management of the nutrient solution is the most important factor of hydroponics. Accompanying the CE value is fundamental, because if the water conductivity is too high, it is necessary to reduce the amount of fertilizer or vice versa. The objective of this work was to evaluate the growth of different genotypes of lettuce (*Lactuca sativa* L.) with the use of three electrical conductivities in the NFT system. The experiment was conducted in a commercial hydroponic greenhouse, located in the residential neighborhood Eldorado, metropolitan region of São Luís, MA (2°30'05.6 "south latitude, 44°13'50.4" west longitude and 24 m altitude). The experimental design was completely randomized, in a 3x8 factorial scheme with 3 replicates. The treatments were composed of different electrical conductivities of the nutrient solution (1,0mS cm⁻¹, 1,5mS cm⁻¹ and 2,0mS cm⁻¹) for the 8 lettuce genotypes: Brunela (G1), Gabriela (G2), Crunchy (G3), Mediterranean (G4), BS AC0063 (G5), Rubinella (G6), Flange (G7) and Gloriosa (G8). The control treatment is represented by the conductivity 1,5mS cm⁻¹. Three plants were collected from each replicate, for each treatment to perform the following leaf area evaluations, number of leaves per plant. Fresh part of aerial part and root and physiological parameter (SPAD). The data were submitted to analysis of variance (ANOVA). The means of the treatments were compared by the Tukey's test (p <5%). The statistical program used to perform the analysis of variance was the software AgroEstat 1.0. For the fresh root and shoot mass, there was no significant effect for the interaction between factors. There are significant differences that explain that the C.E. variation promoted a significant change for 5 of the treatments, in relation to the number of leaves (NF) parameter. In the analysis of variance for the parameter of leaf area, there is a significant effect for the factors analyzed individually and in the interaction between factors. There is significant interaction between genotype for chlorophyll production, however the factors were not significant their interactions. With results obtained in this work, it is considered that the electrical conductivity of 2.0mS cm⁻¹, for environmental conditions of the city of São Luís, were obtained superior results in several parameters analyzed in this research, so the lettuce behaves better when submitted to conductivity. The results of this study may indicate an alternative for the production of hydroponic vegetables. The Gloriosa cultivar of the American group had very promising results for both the number of leaves as well as the chlorophyll content and the leaf area and the parameters parameters can explain the excellent performance of this cultivar in the environmental conditions of São Luís, when it reached greater weight of fresh matter of the aerial part.

Key words: Cultivation without soil, *Lactuca sativa*. L, Nutrition of plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema básico de uma hidroponia no Sistema NFT. (Fonte: TUDO HIDROPONIA, 2013)	17
Figura 2: Analogia entre as origens dos nutrientes absorvidos por plantas cultivada em solo e em hidroponia (adaptado de Resh, 1996)	19
Figura 3: Ambiente protegido onde foi conduzido o experimento com alface sistema hidropônico NFT.....	22
Figura 4: Cortina removível, feita com sombrite aluminet a 50%, colocada abaixo do teto...	23
Figura 5: Croqui da distribuição da solução estoque para as bancadas e alteração das CE.....	24
Figura 6: Canais de cultivo utilizados durante o experimento para o cultivo das alfaces.....	25
Figura 7: Calibração da CE e aferição do pH das soluções nutritivas.....	26
Figura 8: (A) Umidificação da bandeja de espuma fenólica e (B) semeadura na bandeja.....	28
Figura 9: Irrigação da sementeira durante o período de germinação.....	28
Figura 10: Determinação da área foliar utilizando-se equipamento WinDIAS.....	29
Figura 11: Pesagem da massa fresca da parte aérea.....	30
Figura 12: Pesagem da parte fresca da raiz.....	30
Figura 13: Medição dos teores de clorofila com o aparelho SPAD.....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Soluções nutritivas dos tratamentos utilizados no experimento e suas condutividades elétricas.....	25
Tabela 2: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação – M. F. P. Aérea.....	32
Tabela 3: Comparação entre as Médias de C.E.....	32
Tabela 4: Comparação entre as Médias de Genótipo.....	32
Tabela 5: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação - M. F. Raiz.....	33
Tabela 6: Comparação entre as Médias de C.E.....	33
Tabela 7: Comparação entre as Médias de Genótipo.....	33
Tabela 8: Análise de variância para n° de folhas nas diferentes condutividades elétricas para os 8 genótipos.....	34
Tabela 9: Desdobramento da interação de C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de C.E. dentro de genótipo variável para o n° de folhas.....	35
Tabela 10: Comparação entre as médias de C.E dentro de G1(Brunela) para a variável n° de folhas.....	35
Tabela 11: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G3 (Crocantela) para a variável n° de folhas.....	35
Tabela 12: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G4 (Mediterrânea) para a variável n° de folhas.....	36
Tabela 13: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G5 (BS AC 0063) para a variável n° de folhas.....	36
Tabela 14: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G8 (Gloriosa) para a variável n° de folhas.....	37
Tabela 15: Desdobramento da Interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de genótipo dentro de C.E. para a variável n° de folhas.....	37
Tabela 16: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.1.....	37
Tabela 17: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.2.....	38
Tabela 18: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.3.....	38
Tabela 19: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação – Área foliar.....	39
Tabela 20: Comparação entre as Médias de C.E.....	39
Tabela 21: Comparação entre as Médias de Genótipo.....	40
Tabela 22: Desdobramento da Interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de C.E. dentro de Genótipo – Área foliar.....	40

Tabela 23. Comparação entre as médias de C.E dentro de G1.....	41
Tabela 24. Comparação entre as médias de C.E dentro de G2.....	41
Tabela 25: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G3.....	41
Tabela 26: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G4.....	41
Tabela 27: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G5.....	42
Tabela 28: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G6.....	42
Tabela 29: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G7.....	42
Tabela 30: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G8.....	42
Tabela 31: Desdobramento da Interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de Genótipo dentro de C.E – Área foliar.....	43
Tabela 32: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.1.....	43
Tabela 33: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.2.....	43
Tabela 34: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.3.....	44
Tabela 35: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação – SPAD.....	45
Tabela 36. Comparação entre as Médias de Genótipo.....	45

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
2.1 Aspectos gerais da cultura alface.....	13
2.2 O sistema NTF hidropônico e a cultura da alface.....	15
2.3 A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva.....	19
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
3.1 Localização da área experimental e caracterização do ambiente protegido.....	22
3.2 Delineamento experimental e condução dos tratamentos.....	23
3.3 Material vegetal utilizado e formação de mudas.....	26
3.4 Tratos culturais, manejo da área experimental e colheita.....	29
3.5 Parâmetros avaliados.....	29
3.5.1 Área foliar (cm ²)	29
3.5.2 Número de folhas por planta	29
3.5.3 Massa de matéria fresca da parte aérea das plantas (g planta ⁻¹)	30
3.5.4 Massa de matéria fresca da raiz das plantas (g planta ⁻¹)	30
3.5.5 Parâmetro fisiológico – Teor de clorofila.....	31
3.6 Análises dos resultados	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Massa fresca da parte aérea de plantas (g planta ⁻¹) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica.....	31
4.2 Massa de matéria fresca da raiz das plantas (g planta ⁻¹) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica	33
4.3 Número de folhas por planta.....	34
4.4 Área foliar (cm ²)	38
4.5 Parâmetro fisiológico - Teor de clorofila.....	44
5. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

O sistema hidropônico consiste no cultivo de plantas em meio a uma solução nutritiva. A planta recebe os nutrientes que necessita, nas quantidades adequadas, para que não haja desperdício. Essa técnica é empregada por muitos produtores, principalmente os de hortaliças, sendo a alface (*Lactuca sativa* L.) a mais cultivada por esse método. Essa hortaliça é de grande importância na alimentação humana, tanto pelo sabor, palatabilidade, baixo custo e qualidade nutritiva, pois é fonte de vitaminas, sais minerais e fibras (MAGALHÃES et al., 2010).

O manejo da solução nutritiva constitui o fator mais relevante da hidroponia. Quando realizado de forma correta, refletirá em um bom desenvolvimento da cultura e altas produtividades para o produtor. Portanto, essa solução deve ser preparada de modo que supra todas as exigências nutricionais do vegetal que está sendo cultivado.

Quando se adiciona nutrientes à água que irá ser utilizada na irrigação do vegetal, íons se dissolvem nessa mistura. Tal fato deve-se, pois, em contato com a água ocorrem quebras das moléculas dos nutrientes e com isso a liberação de íons. A adição desses íons faz a condutividade elétrica (CE) da água subir. Logo, podemos utilizar um condutivímetro para medir quanto de nutrientes colocamos na água que irá ser utilizada na nutrição do vegetal.

Acompanhar o valor de CE é fundamental, pois se a condutividade da água é muito alta, é preciso reduzir a quantidade de fertilizante ou vice-versa.

Existem controvérsias com relação ao melhor valor de CE a ser adotado para o cultivo da alface em hidroponia. Acredita-se que esses valores variam de acordo com a cultivar adotada, bem como com as condições climáticas.

Na literatura consultada não se encontrou informações sobre a determinação da CE para o cultivo de alface no Maranhão em sistema NFT. Devido à escassez de estudos sobre essa temática para as condições do nosso Estado, faz-se necessário que sejam realizadas pesquisas que sirvam para adoção de práticas de manejo mais adequadas e assim possibilitem maiores produtividades de alface cultivada em hidroponia.

Assim, o objetivo desse trabalho foi o de avaliar o crescimento de diferentes genótipos de alface (*Lactuca sativa*.L) com o uso de três condutividades elétricas no sistema NFT.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos gerais da cultura alface

A evolução da alface até o genótipo atual, adveio da espécie silvestre *Lactuca serriola* L. utilizada como planta forrageira e oleaginosa no Egito antigo (MOU, 2008) por volta do ano 4.500 a.C. (RYDER, 2002). Com a sua domesticação, a alface se disseminou para o Mediterrâneo, nas eras Grega e Romana e a partir desta região, para o resto do continente europeu. Foram os romanos que, por meio de técnicas agrícolas, conseguiram cultivar variedades menos amargas de alface utilizando-as como medicamento e alimento.

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem sua origem em regiões de clima temperado do Sul da Europa e Ásia Ocidental. Com as expedições de Cristóvão Colombo para o Novo Mundo, possivelmente foi introduzida na América em 1494 (RYDER, 2002) e no Brasil por volta de 1650 com os colonizadores portugueses (MOU, 2008). É a mais conhecida das hortaliças folhosas e é cultivada em quase todas as regiões do planeta (GOMES, 2001; RESENDE et al., 2003).

A planta de alface é uma dicotiledônea anual e encerra a fase vegetativa quando a planta atinge o maior desenvolvimento das folhas. Pertencente à família Asteraceae (Compositae), a mesma da chicória e do almeirão (FILGUEIRA, 2008). Possui o porte herbáceo (LISBÃO et al., 1990), com folhas alternas presas em um caule diminuto que crescem na forma de roseta e um sistema radicular delicado, muito ramificado e superficial (FILGUEIRA, 2008).

O período de floração acontece no verão e é estimulado por dias longos e temperaturas elevadas. Dias curtos e temperatura amenas ou até mesmo baixas, geralmente, beneficiam a etapa vegetativa do ciclo em grande parte das cultivares. (FILGUEIRA, 2008). A formação do pendão floral torna as folhas leitosas e com sabor amargo, diminuindo o seu valor comercial (VIGGIANO, 1990).

Os frutos de alface são do tipo aquênio pontiagudos, com formato oval, elíptico ou espatulado, apresentando estrias longitudinais na superfície e comprimento com variação de 2 a 5 mm. (FILGUEIRA, 2008).

Tem grande variabilidade quanto forma, cor e textura das folhas, o que caracteriza diferentes tipos comerciais (CARVALHO FILHO et al., 2009). Devido ao melhoramento genético, as folhas podem ser lisas ou crespas, soltas ou formando uma “cabeça”. Quanto

a coloração, podem ter variações entre verde-amarelado e verde-escuro até diferentes tons de roxo, dependendo da cultivar. (FILGUEIRA, 2008).

Cultivares do grupo Lisa foram as mais cultivadas até a década de 1980 com a predominância da cultivar ‘Regina’. Porém, a partir dos anos 90 ocorreu uma mudança no hábito de consumo o que levou a ascensão das cultivares pertencentes ao grupo Crespa, que passaram a ser produzidas em larga escala e, atualmente, correspondem ao principal segmento de alface cultivado no Brasil (SALA & COSTA, 2012).

De acordo com levantamento realizado por Sala & Costa (2012), aponta que os principais tipos de alface cultivados no Brasil, em ordem de importância econômica, são a cressa, americana, lisa e romana.

Segundo Mattarredona Neto (2008), a alface é considerada a hortaliça folhosa mais importante na alimentação dos brasileiros sendo facilmente adquirida. Oshe (2000) ainda cita que essa hortaliça é tradicionalmente consumida crua, suprimindo o organismo com vitaminas A, B1, B2, C e sais minerais de ferro e cálcio além do baixo valor calórico cujos teores variam de acordo com a cultivar.

Cada 100 g de folhas de alface contém somente 15 kcal, o que a faz ser um alimento importante em dietas de restrição calórica (NETO et al., 2006).

Essa cultura, em sua maioria, tem constituição física frágil, sendo sensíveis a ferimentos e à desidratação (CALBO, 2012). Mesmo após a colheita, os tecidos da planta continuam metabolizando-se e conseqüentemente há perda de água. Porém há maior perda de água como resultado de danos mecânicos (cortes), como acontece com a alface plantada no solo, em função do processo de colheita (KOEFFENDER, 1998).

Pelo fato da sua vida pós colheita ser de curta duração, implica na necessidade de um rápido escoamento da produção. Tal fato faz com que as zonas produtoras se concentrem perto de áreas metropolitanas, formando os “cinturões-verdes” (HENZ & SUINAGA, 2009).

No caso da alface produzida em meio líquido, no sistema denominado hidropônico, as raízes não são cortadas na colheita. Este é um fator importante para aumentar a durabilidade do vegetal, visto que as raízes produzem hormônios denominados citocininas que atrasam o amarelecimento e a senescência das folhas (CALBO, 2012).

2.2 O sistema NTF hidropônico e a cultura da alface

Além do crescimento populacional, o consumo de hortaliças está aumentando pela tendência de mudança no hábito alimentar do consumidor, tornando-se inevitável o aumento da produção. Porém para Oshe (2001), o consumidor de hortaliça tem se tornado mais exigente, havendo necessidade de produzi-la não somente em quantidade, como também em qualidade, mantendo o seu fornecimento o ano todo.

Aliado a esses fatores, a conscientização sobre a destruição do meio ambiente tem causado preocupação sobre a sustentabilidade das atividades humanas. Uma parcela considerável dos ecossistemas terrestres sofre alterações intensivas geradas pelo homem. Isso faz com que o ritmo de exploração dos recursos naturais ultrapasse a capacidade de regeneração de muitos desses ecossistemas (POTRICH et al., 2012).

Contudo, a estacionalidade da produção, a dependência de fatores climáticos, a terra como meio de produção, entre outras, são características do setor agrícola que limitam a produção de alimentos e aumentam os riscos das atividades rurais. Desta forma, é essencial a busca por alternativas de cultivo e tecnologias que auxiliem no aumento da produtividade (ARAÚJO et al., 2009) e minimizem os impactos ambientais.

Existem pelo menos quatro sistemas produtivos de alface no Brasil: o cultivo convencional, o sistema orgânico em campo aberto, o cultivo protegido no solo e no sistema hidropônico (FILGUEIRA, 2008; RESENDE et al., 2007).

O uso intensivo do solo pode gerar a salinização e problemas fitossanitários, o que torna os cultivos de diversas hortaliças inviáveis (FURLANI et al., 2013). Para contornar esses problemas, o uso dos sistemas de cultivo sem solo, a exemplo do cultivo hidropônico, torna-se uma alternativa ao produtor.

Define-se hidroponia como uma maneira de produção agrícola em que as raízes dos vegetais não ficam no solo e, sim, numa solução nutritiva para suprir as necessidades da planta que se deseja cultivar (FURLANI et al., 2009). Hidrocultura é outro termo utilizado para designar o cultivo hidropônico.

Essa técnica de cultivo tem por objetivo, estimular o crescimento da planta controlando as quantidades de água, de sais minerais e o oxigênio dissolvido, acessíveis às plantas (KEHDI, 2017).

O uso da hidroponia surgiu como alternativa devido a problemas como a não disponibilidade solos aptos para cultivo, a incidência de doenças de solo dificilmente controladas por métodos químicos, sanitários ou resistência genética, o interesse em

incrementar a eficiência do uso da água, o desejo de aumentar a produção e melhorar a qualidade dos alimentos (MELO et al. 2002).

Antes do desenvolvimento das plantas na terra, elas já se proliferavam em meio aquoso nos oceanos. Com o surgimento e desenvolvimento das civilizações, o cultivo dos vegetais em ambiente aquoso passou a ser utilizado com mais frequência. Registro de documentos hieroglíficos de centenas de anos antes de Cristo, narram crescimento de plantas na água ao longo do rio Nilo. (SANTOS, et. al., 2008).

Segundo Cometti (2003) os primeiros trabalhos com cultivo em água datam de 1650 com Van Helmont e de acordo com KOEFENDER (1988), em 1936, na Universidade da Califórnia, o pesquisador Dr. William Frederick Gericke impulsionou essa técnica de cultivo como atividade comercial com a publicação de “The Complete Guide to Soilless Gardening”.

Esse mesmo autor ainda cita que na década de 60 foi que a hidroponia começou a ser utilizada comercialmente no Canadá, como alternativa após a perda de plantios de tomates ocasionada pela alta incidência e severidade de doenças provenientes do solo. Devido os bons resultados, houve avanço rápido para outros países, como na Europa e América e em 1980 teve início o cultivo hidropônico no Brasil.

A hidroponia vem-se expandindo rapidamente próximo dos grandes centros urbanos, onde as terras agricultáveis são escassas e caras além de haver grande demanda por produtos hortícolas (MARTINEZ & SILVA FILHO, 2006).

Segundo Resh (1997), existem vários sistemas de hidroponia usados para o cultivo de alface. Carrasco & Izquierdo (1996) citam que o principal sistema de cultivo hidropônico utilizado no Brasil é o NFT (Fluxo laminar de nutrientes). Para Lopes et al., (2003) alface é cultivada principalmente na técnica do NFT devido à sua fácil adaptação ao sistema, revelado por altos rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo.

Proposto por Allen Cooper em 1965, no sistema NFT, traduzido para o português como Técnica de Fluxo Laminar de Nutrientes (Figura 1), tem-se o bombeamento da solução nutritiva para as canaletas onde se encontram os vegetais. Essa solução é escoada por gravidade, que origina uma fina lâmina de solução que irriga as raízes (FURLANI et al., 2009). As bancadas necessitam de uma inclinação em torno dos 2% para proporcionar a circulação normal da solução (FAQUIN, 1996; JONES JÚNIOR, 1983).

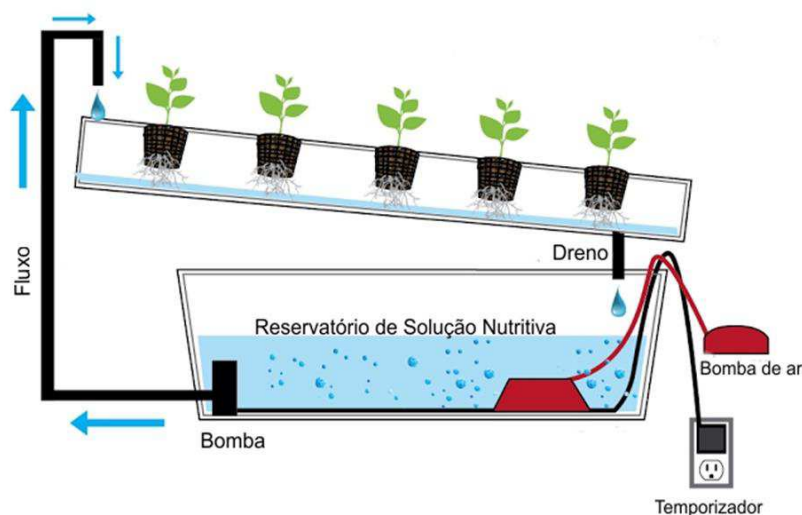


Figura 1: Esquema básico de uma hidroponia no Sistema NFT. (Fonte: TUDO HIDROPONIA, 2013).

O fluxo corrente de água não deve inundar a planta. Apenas 2/3 das raízes devem estar submersas para absorver a água e os nutrientes, e o restante, no ar, absorvendo oxigênio. Manter um fornecimento constante de oxigênio à planta é fator determinante para garantir a eficiência deste método. Caso contrário, iriam ser criadas condições anaeróbicas ao sistema radicular trazendo enormes danos ao cultivo (STAFF, 1998).

De acordo com Nogueira Filho & Mariani (2000), no Brasil o NFT é o tipo de hidroponia mais empregado na produção de hortaliças folhosas devido à praticidade para manipular a cultura e a higienização dos produtos. Dal'Sotto (2013) afirma que a alface é o vegetal que mais se produz em sistema hidropônico e Ohse et al., (2000) cita que aproximadamente 90% dos cultivos hidropônicos de alface são no sistema NFT.

Quando comparada ao sistema de cultivo tradicional, a hidroponia apresenta serviços mais leves para o trabalhador; pode ser efetuada em pequenas áreas; ser instalada uma estufa próxima aos grandes centros de consumo; consegue-se controlar o uso da água; os vegetais crescem de forma uniforme e apresentam alta qualidade; a colheita é precoce; sem necessidade de rotação de cultura; retorno rápido de investimento econômico (KOEFFENDER, 1998). Segundo Rodrigues (2002), há, de modo geral, o aumento da produtividade com menor impacto ambiental e Carmo Junior (2000) ainda cita que devido a independência do tipo de solo, a cultura hidropônica pode ser realizada em qualquer local.

Existe também maior higienização e controle da produção em ambiente protegido, menor incidência de pragas e doenças e a pouca ou nula necessidade de uso de defensivos (PATEKOSKI, 2010; LABHIDRO, 2015; TUDO HIDROPONIA, 2015). Para Giménez

et al., (2008) os sistemas de cultivo sem solo ainda permitem aumentar a densidade das plantas e a produtividade, diminuindo os custos da lavoura.

De acordo com Mascarenhas (2003) o uso de mão-de-obra na hidroponia é bem menor do que no cultivo convencional, já que não é necessário fazer capinas, ou outras práticas agrícolas, como aração ou gradagem. Os vegetais ficam mais saudáveis, uma vez que se tem o controle dos nutrientes que elas precisam, tornando a alface muito mais viçosa e o aproveitamento de todas suas folhas. Além disso, há uniformidade no tamanho das plantas, o que facilita a comercialização.

Ainda de destaque, o crescimento da hidroponia no Brasil, ficou ressaltado pela economia e uso sustentável da água. A alta eficiência de uso da água na hidroponia é uma de suas principais vantagens, em relação ao cultivo tradicional em solo (SANJUÁN & GAVILÁN, 2004). Cerca de 50 a 70% de água disponibilizada às plantas é economizada, pois as taxas de evaporação, escoamento superficial e percolação são significativamente reduzidas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Santos Junior et al., (2013) citam que os sistemas de cultivo hidropônico funcionam como um redutor de impactos ambientais causados por falhas no manejo do solo e da água, como a salinização, degradação e desertificação de áreas, além de apresentar como características o uso eficiente da água e nutrientes.

Porém como desvantagens desse sistema cita-se o elevado investimento inicial para abertura do negócio; serviços rotineiros frequentes; necessidade de habilidade técnica (KOEENDER, 1998) ou no mínimo que o produtor tenha um treinamento teórico-prático adequado, não podendo abstrair de uma assistência técnica (COMETTI, 2003). Faquin (1996) alerta que esse sistema requer um controle e fiscalização permanente do funcionamento do sistema, principalmente quanto ao fornecimento de energia elétrica e controle da solução nutritiva.

As verduras e legumes produzidos pelo sistema hidropônico são bem aceitos pelo comércio, embora, no varejo, haja uma elevação nos preços dos produtos, devido ao seu tamanho, aparência e qualidade (MASCARENHAS, 2003).

A rápida difusão do cultivo hidropônico de alface pode ser atribuída pelo melhor preço final do produto, maior demanda por produtos de qualidade superior e maior difusão de tecnologia (COMETTI et al., 2008). A diferença na qualidade do produto está na utilização ou não de defensivos e no tipo de insumos empregados, que na hidroponia podem ser controlados esses fatores (CAMPO & NEGÓCIOS, 2013).

2.3 A condutividade elétrica (CE) da solução nutritiva

Um dos princípios básicos para produção vegetal, tanto no solo como em sistemas de cultivo sem solo, é o fornecimento de todos os nutrientes de que a planta necessita. (SILVA & MELO 2005).

Furlani et al., (2009) ressaltam que a composição da solução de um solo apresenta pouca alteração em função da remoção de nutrientes pelos vegetais. Isso ocorre pois no solo há uma contínua reposição de nutrientes oriundos dos processos de decomposição e a relação volume de solução por volume de raiz é elevada. Porém tal fato não ocorre com soluções nutritivas uma vez que a relação solução/volume de raízes é menor quando comparada ao solo e a reposição de nutrientes não se dá de maneira natural (Figura 2).

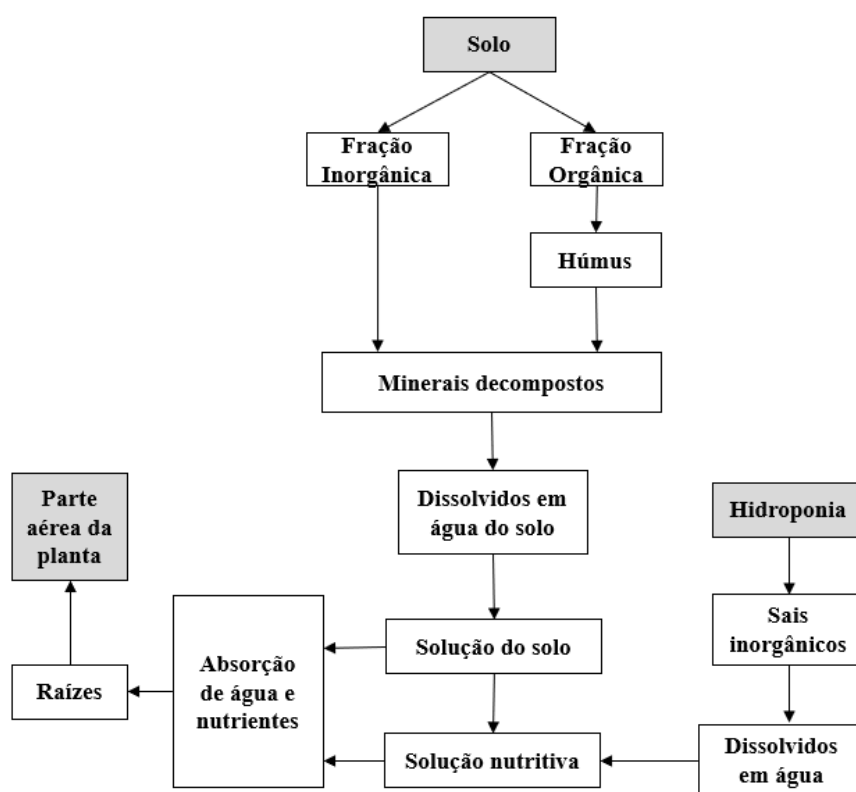


Figura 2: Analogia entre as origens dos nutrientes absorvidos por plantas cultivada em solo e em hidroponia (adaptado de Resh, 1996).

A solução nutritiva é o ponto principal do cultivo hidropônico. Ela determina os aspectos qualitativos e quantitativos da produção (SAVVAS & ADAMIDIS, 1999), já que é o meio pelo qual os nutrientes previamente dissolvidos na água são disponibilizados para as plantas e quando manejada de forma incorreta, pode gerar diversos prejuízos para as culturas (MARTINEZ & SILVA FILHO, 1997; ANDRIOLO, 1999).

A preocupação em diminuir a concentração das soluções nutritivas tem por finalidades: reduzir a concentração de nitrato nos tecidos vegetais; reduzir o potencial de eutrofização das soluções restantes dos cultivos hidropônicos (SIDDIQI et al., 1998; TURAZI et. al., 2006); e reduzir os custos de produção com o aumento da eficiência do uso do nutriente (TURAZI et. al., 2006).

Além desses fatores (SAVVAS & ADAMIDIS, 1999) citam que elevadas quantidades de nutrientes na solução nutritiva levam ao estresse osmótico, toxicidade de íons e falta de balanço nutricional. Por outro lado, escassez de nutrientes comumente induzem a deficiência nutricional. Segundo Andriolo et al., (2009) baixas concentrações de solução nutritiva combinadas com reduzida demanda evaporativa da atmosfera diminuem o teor de massa seca e a qualidade da produção.

Sua concentração determina a disponibilidade de nutrientes e a absorção de água pelas plantas (COSTA et al., 2001), o que altera o crescimento e a partição dos assimilados (BELTRÃO et al., 1997), afeta a abertura estomática assim influenciando na eficiência fotossintética, na expansão das folhas, no crescimento radicular e no índice de colheita (COSTA et al., 2001).

Bernardes (1997) e Furlani et al., (1999) afirmam que a solução nutritiva irá sofrer variações no sistema hidropônico, de acordo com o tipo de cultura, o estágio de crescimento, as condições climáticas, a estação do ano, a luminosidade e a altitude local.

Logo, não existe uma solução nutritiva ideal para todas as espécies vegetais e condições de cultivo.

Muitos dos cultivos hidropônicos não obtêm sucesso, principalmente devido ao desconhecimento dos aspectos nutricionais deste sistema de produção, isto é, à formulação e manejo mais adequado das soluções nutritivas. Para a alface, existem diferentes propostas de solução, a exemplo de Ueda (1990), Castelane & Araújo (1994) Furlani (1995) e Bernardes (1997).

No preparo das soluções e no emprego das dosagens recomendadas ou até mesmo em doses menores, registram-se aumentos na condutividade elétrica de toda e qualquer solução. Assim, o monitoramento frequente dos teores de sais solúveis nas soluções nutritivas é um dos critérios para prevenir o aumento dos processos de salinização, em resposta às concentrações dos fertilizantes utilizados, dentre os quais os nitrogenados e potássicos são os de maiores índices salinos (HU & SCHMIDHALTER, 2004).

Várias formas de repor os nutrientes são citadas na literatura (BERRY, 1996). A princípio, a solução nutritiva era renovada periodicamente. Porém, tal manejo gerava

desperdícios e efeito poluente. Tão logo a renovação passou a ser realizada com a adição de sais proporcionalmente ao volume de água que era consumido pelos vegetais. Porém dessa forma, provocava o aumento nas concentrações de nutrientes que eram extraídos em menores quantidades pelas plantas e deficiência dos nutrientes que eram extraídos em maiores quantidades (FURLANI et al., 2009).

Furlani et al., (2009) ainda cita que tão logo esses critérios de reposição de nutrientes foram substituídos pelo controle da concentração de sais na solução nutritiva através do monitoramento com condutivímetro portátil.

Quando se cultiva em sistemas hidropônicos, os nutrientes extraídos e acumulados no meio nutritivo são dependentes, entre outros fatores, da condutividade elétrica (CE), cujos valores refletem à concentração dos íons responsáveis pelo potencial osmótico da solução (HUETT, 1994; COSTA et al., 2001; FREIRE et al., 2010), apesar de não proporcionar a identificação dos nutrientes que faltam ou estão em excesso na solução nutritiva. (CARMELLO et al., 2009).

Em cultivos hidropônicos é comum avaliar, indiretamente, o teor de nutrientes na solução nutritiva medindo sua condutividade elétrica (CE) (VERDONCK et al., 1981). Isso é possível já que a solução nutritiva é composta, em grande parte, por elementos metálicos. Logo, medindo-se a capacidade da solução nutritiva de conduzir corrente elétrica, subentende-se que, quanto maior a concentração dos fertilizantes, maior será a capacidade da solução nutritiva de conduzir corrente elétrica (STAFF, 1998) e maior será o valor da CE (MOTA, 2007).

Quando, por exemplo, o cloreto de magnésio ($MgCl_2$) é adicionado à água, ocorre a quebra da ligação entre o magnésio e o cloreto e formação de Mg^{2+} e Cl^- . Esses íons, carregados, agora podem atuar como condutores elétricos e contribuirão para a condutividade elétrica (TUDO HIDROPONIA, 2018).

Martinez & Silva Filho (1997) sugerem que a reposição de sais na solução nutritiva seja realizada quando houver redução da condutividade elétrica a 35% do valor inicial. Através do monitoramento da condutividade elétrica, Furlani (1998) desenvolveu um sistema de ajuste químico de solução nutritiva para o cultivo de folhosas, onde se realiza a adição de nutrientes na solução nutritiva com soluções estoque sempre que houver diminuição de $0,25 \text{ mS cm}^{-1}$ na condutividade elétrica inicial.

Há controvérsia com relação ao melhor valor de condutividade elétrica a ser adotado para o cultivo da alface em hidroponia. Acredita-se também que esses valores devem variar de acordo com a cultivar adotada, bem como com as condições climáticas

(COSTA, 2001). Sabe-se que existe uma tendência de redução da concentração iônica da solução nutritiva nos cultivos hidropônicos quando estes são realizados nas estações mais quentes do ano e em ambientes com temperaturas, luminosidade e umidade relativa altas (FURLANI et al., 1999; COMETTI, 2003.)

Para a produção hidropônica de alface tem-se recomendado manter a CE entre 1,5 e 2,5 mS cm⁻¹ (CASTELLANE & ARAÚJO, 1995; MARTINEZ & SILVA FILHO, 1997) e o pH com variações entre 5,5 e 6,5, pois de acordo com Carmello & Rossi (1997) esta é a faixa onde haverá maior disponibilidade de nutrientes para as plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização da área experimental e caracterização do ambiente protegido

O experimento foi conduzido em uma estufa hidropônica comercial, localizada no bairro Residencial Eldorado, região metropolitana de São Luís, MA (2°30'05.6" de latitude sul, 44°13'50.4" de longitude oeste e 24 m de altitude). O clima regional, segundo classificação de Köppen-Geiger é Aw, (tropical com chuvas de verão), com temperaturas médias anuais superiores a 26 °C e índices pluviométricos superiores a 2200 mm (NuGeo UEMA, 2016).

O ambiente protegido utilizado para a realização do experimento é coberto com plástico, revestido com tela branca de sombreamento nas laterais e piso de pedra brita. As dimensões do ambiente são de 7,0 m x 9,0 m (63,0 m²) e 3,0 m de pé-direito (Figura 3).



Figura 3: Ambiente protegido onde foi conduzido o experimento com alface sistema hidropônico NFT.

Abaixo do plástico que cobria o ambiente, foi posta uma “cortina” feita com sombrite aluminet a 50% com o intuito de diminuir a incidência de raios solares e consequentemente a temperatura do local. Nos horários a partir de 11:00 da manhã até às 16:00 horas a cortina ficava estendida (Figura 4).



Figura 4: Cortina removível, feita com sombrite aluminet a 50%, colocada abaixo do teto.

3.2 Delineamento experimental e condução dos tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x8 com 3 repetições, com 72 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva ($1,0\text{mS cm}^{-1}$, $1,5\text{mS cm}^{-1}$ e $2,0\text{mS cm}^{-1}$), para os 8 genótipos de alface: Brunela (G1), Gabriela (G2), Crocantela (G3), Mediterrânea (G4), BS AC0063 (G5), Rubinela (G6), Brida G7) e Gloriosa (G8). O O tratamento controle é representado pela condutividade $1,5\text{mS cm}^{-1}$. O sistema hidropônico utilizado no estudo foi do tipo NFT com bancadas individualizadas programado para acionar as bombas todos os dias as 6:00 horas. Após acionado, 10 minutos eram destinados a recirculação e logo em seguida desligado por 10 minutos (sistema 10/10, ou seja, opera 10 minutos e desligado por 10 minutos).

O sistema foi programado para desligar as 22:00 horas, mantendo-se assim até o horário da 01:00 hora quando era acionado novamente para fazer apenas uma

programação de 10 min para recirculação e logo após era desligado. Às 6:00 horas o sistema era ligado novamente, reiniciando o ciclo descrito anteriormente.

A solução nutritiva era bombeada às canaletas e escoava por gravidade, formando uma fina lâmina de solução que irrigava as raízes.

A estrutura foi composta por 1 reservatório, com capacidade de 1.000 L contendo a solução padrão (estoque) e tubulações que conduziam a solução nutritiva para 3 outros reservatórios, com capacidade de 210 L, alojados dentro da estufa. Nesses reservatórios menores, fazia-se o controle da CE e do pH de acordo com os tratamentos (Figura 5).

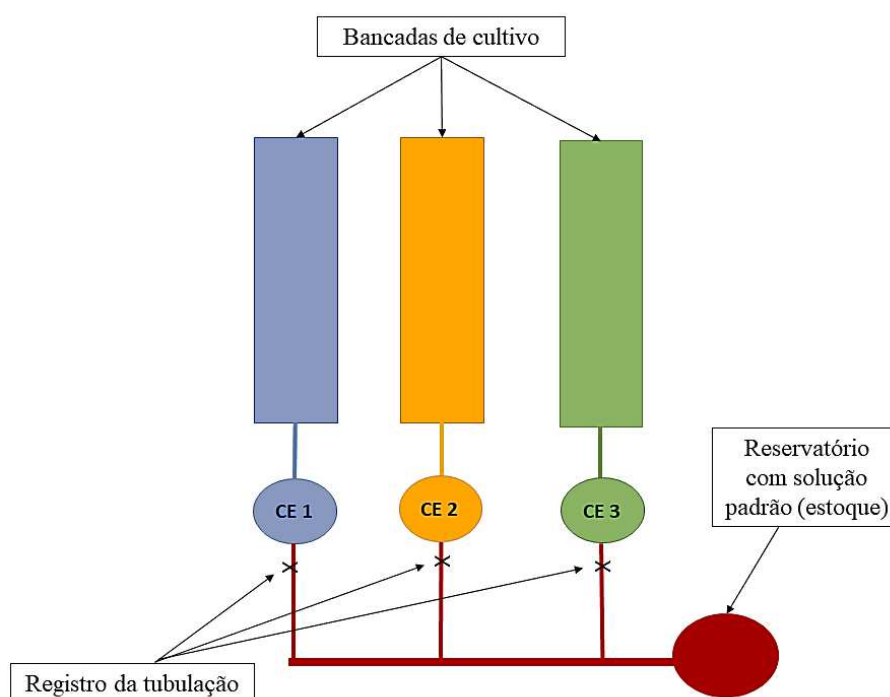


Figura 5: Croqui da distribuição da solução estoque para as bancadas e alteração das CE.

Para o reajuste das CE das soluções nos reservatórios referentes a cada tratamento, fazia-se a aferição diária para saber o valor de CE e pH em que a solução se encontrava. Quando se constatava que CE estava alta, abria-se o registro da tubulação que levava água para o reservatório até a CE alcançar o valor desejado, caso contrário, abria-se o registro que transferia solução estoque para o reservatório menor, assim provocando o aumento da CE.

Os micronutrientes foram mantidos em concentrações diferentes para cada tratamento: B= 4,10%, Cu= 4,09%, Fe= 6%, Mn= 4,09%, Mo= 0,916%, Zn=1,6% e Ni= 0,814%. As soluções de macronutrientes foram preparadas a partir de sais comerciais indicados para fertirrigação (nitrato de potássio, nitrato de cálcio, fosfato monoamônio e

sulfato de magnésio): N-NO³⁻ = 15,5%, N-NH⁴⁺ = 12%, P= 61%, K= 96%, Ca= 23,5%, Mg= 9% e S=13%. Para os micronutrientes, foram utilizados sais puros (Tabela 1).

Tabela 1: Soluções nutritivas dos tratamentos utilizados no experimento e suas condutividades elétricas.

CE	N-NO ³⁻	N-NH ⁴⁺	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Mo	Zn	Ni	Fe
mS cm ⁻¹	mg L ⁻¹													
1,0	3,25	2,52	12,81	20,37	4,93	1,89	2,73	0,86	0,85	0,85	0,19	0,33	0,17	1,26
1,5	4,87	3,78	19,21	30,55	7,39	2,83	4,09	1,29	1,27	1,27	0,28	0,49	0,25	1,89
2,0	6,50	5,04	25,62	40,74	9,86	3,78	5,46	1,72	1,70	1,70	0,38	0,66	0,34	2,52

Aos reservatórios foram ligadas quatro moto-bombas de 19 V, responsáveis pelo bombeamento da solução nutritiva aos canais de cultivo.

Os canais de cultivo eram constituídos de canaletas de polipropileno com 5,0 metros de comprimento com declividade de 5% a fim de permitir o retorno da solução nutritiva por gravidade para os reservatórios e perfurados no espaçamento 0,25m x 0,25m (Figura 6).



Figura 6: Canais de cultivo utilizados durante o experimento para o cultivo das alfaces.

O monitoramento da condutividade elétrica (CE) e controle do potencial hidrogeniônico (pH) entre (5,5 a 6,5) foi realizado no intervalo de 24 horas com o uso de aparelhos digitais de bolso (Figura 7), condutivímetro COM-80 hydrotester e pHmetro PH- 200 Waterproof ambos da marca HM digital.

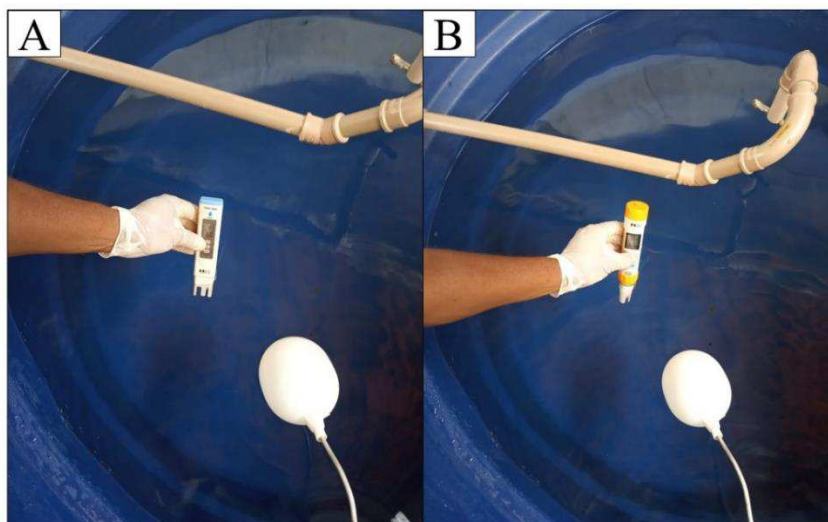


Figura 7: Calibração da CE e aferição do pH das soluções nutritivas.

3.3 Material vegetal utilizado e formação de mudas

G1: Brunela → Crocante. Mercado de mini-alface frizeé (gourmet), alto valor agregado. Cultivo bem adensado, alta rendimento por área. Sabor e textura diferenciados, nervura grossa crocante com sabor adocicado. Resistência a queima de borda e pendoamento. Por ser crocante possui barreira que dificulta entrada de fungos com *Septoria* e *Cercospora*. Resistente ao *Pythium*. Fabricante: Feltrin Sementes.

G2: Gabriela → Roxa. Planta de porte grande, rústica e tropicalizada. Folhas com bordos crespos, de coloração roxa intensa e brilhante. Indicado para cultivo protegido, campo aberto e hidroponia, podendo ser cultivada todo ano. Excelente pós-colheita. Tolerância a Tip burn e Pendoamento precoce. Fabricante: Feltrin Sementes.

G3: Crocantela → Crocante. Plantas vigorosa com elevado número de folhas de coloração verde clara Ciclo: Varia de 40 a 45 dias após o transplante. Cultivo ano todo em todo o Brasil. Tolerâncias ao pendoamento precoce, Tip Burn (queima de bordo nas folhas) e Míldio (*Bremia lactucae*). Fabricante: Feltrin Sementes.

G4: Mediterrânea → Crespa. Alface do segmento crespa de porte grande, mais ereta, vigorosa e produtiva. Folhas de cor verde oliva. Tolerante a queima das bordas (deficiência de cálcio) e altas temperaturas. Em média 4 a 6 dias de precocidade. Não amargam após ultrapassar o ponto de colheita. Alface desenvolvida pela Embrapa. Resistente ao calor. Fabricante: Feltrin Sementes.

G5: BS AC 0063 → Crespa. Cultivar vigorosa com talo grosso, excelente para regiões com temperaturas mais amenas, excelente para cultivo no sistema de Hidroponia. Tolerância a Tip Burn (Queima de Bordos) e Míldio. Fabricante: Feltrin Sementes.

G6: Rubinela → Roxa. Segmento crocante vermelha e tropicalizada. As folhas externas são vermelho brilhante e na parte interna verde, conferindo característica bicolor, muita apreciada em saladas Gourmet. Recomenda-se plantio o ano todo, campo aberto e hidroponia. Fabricante: Feltrin Sementes.

G7: Brida → Crespa. Planta de tamanho grande vigorosa, com folhas repicadas nos bordos de coloração verde médio com brilho. Recomendada para verão, porém pode ser plantada em outras estações do ano. Plantio em campo e hidroponia. A cultivar Brida é do tipo crespa, com excelente padrão, grande número de folhas, colheita uniforme, muito tolerante ao pendoamento precoce e queima dos bordos. Alta resistência ao LMV II e resistência moderada a septoriose. Excelente padrão e volume de plantas, grande número de folhas não quebradiças e boa conservação pós colheita. Fabricante: Feltrin Sementes.

G8: Gloriosa → Americana. Sementes Peletizadas de Alface Americana Gloriosa. Ideal para cultivo na hidroponia (Alface Americana Hidropônica). Produtividade (tonelada/ha): 800 a 900. Época de plantio: Todo ano (ideal para o verão) (tropicalizada). Tipo Americana. Cor das Folhas: Verde Escuro. Resistência a Murchadeira (*Thielaviopsis basicola*). Fabricante: Feltrin Sementes.

A produção de mudas, dos diferentes genótipos estudados, foi realizada em bandejas de espuma fenólica, com 216 células. A semeadura ocorreu no dia 08 de maio de 2019, com as bandejas previamente umedecidas (Figura 8). Após a semeadura, a bandeja foi colocada dentro de uma caixa do tipo isopor de 40 litros, mantida fechada por um período de 24 horas, na ausência de luminosidade, com a finalidade de proporcionar um ambiente favorável para a germinação das sementes.

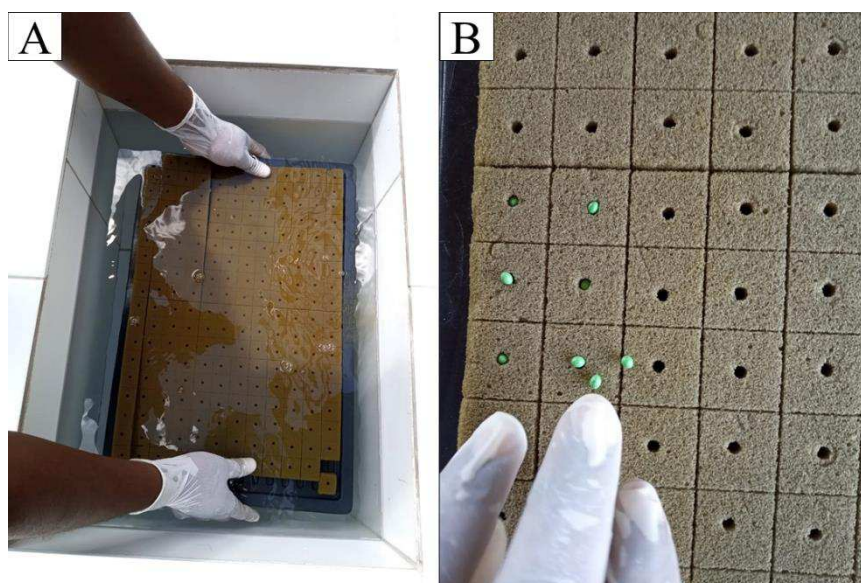


Figura 8: (A) Umidificação da bandeja de espuma fenólica e (B) semeadura na bandeja.

Para cada genótipo estudado, foi colocado um número fixo de 1(uma) semente peletizada por célula, de maneira a permitir a padronização do número de plantas. A irrigação das mudas foi realizada com um borrifador (Figura 9).

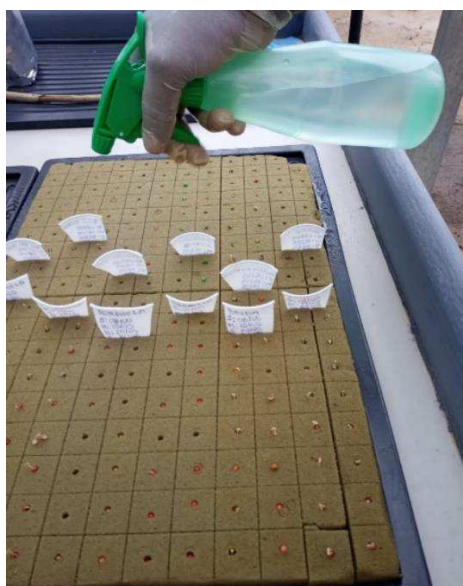


Figura 9: Irrigação da sementeira durante o período de germinação.

Após a germinação na sementeira, as plântulas foram transferidas para a maternidade, onde permaneceram por um período de aproximadamente 10 dias. Independentemente do genótipo, quando as mudas começaram a emitir o primeiro par de folhas verdadeiras, foram alocadas para o berçário onde se mantiveram por mais 15 dias e daí foram transferidas para os canais de cultivo definitivo onde permaneceram por mais 14 dias, completando assim um ciclo de 41 dias da semeadura a colheita.

3.4 Tratos culturais, manejo da área experimental e colheita

Antes da implantação do experimento, o ambiente protegido foi higienizado. As canaletas de cultivo e as caixas d'água limpas com hipoclorito de sódio a 2% e sabão neutro.

Para o manejo da solução durante a fase de desenvolvimento das plantas, as CE e o pH foram monitorados diariamente.

Durante o experimento não houve incidência de pragas e doenças, portanto não foi realizado controle fitossanitário. A colheita foi realizada no dia 18 de junho de 2019, aos 41 dias após a semeadura, quando as plantas atingiram o tamanho comercial.

3.5 Parâmetros avaliados

Foram coletadas 3 plantas de cada repetição, referente a cada tratamento para se realizar as seguintes avaliações:

3.5.1 Área Foliar (cm²)

Para a avaliação da área foliar, foi utilizado, de cada genótipo, 8 folhas destacadas ao acaso e realizada a média aritmética das folhas para obter o resultado de cada genótipo. A análise da área foliar foi realizada pelo equipamento WinDIAS, da empresa Delta-T Devices do Reino Unido (figura 10).



Figura 10: Determinação da área foliar utilizando-se equipamento WinDIAS.

3.5.2 Número de folhas por planta

Ao final do ciclo dos genótipos o número de folhas por planta foi determinado contabilizando as folhas verdadeiras totalmente expandidas e viáveis comercialmente.

3.5.3 Massa de matéria fresca da parte aérea (g planta⁻¹) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica

A massa de matéria fresca da parte aérea foi determinada, pesando-se apenas as folhas de cada planta, referente a cada tratamento (Figura 11). O valor total foi dividido pelo número de plantas dos genótipos para determinação média da unidade gramas por planta.



Figura 11: Pesagem da massa fresca da parte aérea

3.5.4 Massa de matéria fresca da raiz (g planta⁻¹) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica

A massa de matéria fresca da raiz foi determinada, pesando-se apenas as raízes de cada planta, referente a cada tratamento. O valor total foi dividido pelo número de plantas dos genótipos para determinação média da unidade gramas por planta. Utilizou-se uma balança de precisão em gramas de três casas decimais (Figura 12).



Figura 12: Pesagem da parte fresca da raiz.

3.5.5 Parâmetro fisiológico (Teor de clorofila)

A intensidade de coloração verde das folhas (estimativa do teor de clorofilas) foi avaliada por meio do Medidor Portátil de Clorofila, modelo SPAD-502® “Soil Plant Analyser Development” (Minolta, Japão) (Figura 13). Em cada folha, cinco determinações foram feitas, e destas foi obtida a média.



Figura 13: Medição dos teores de clorofila com o aparelho SPAD.

3.6 Análises dos resultados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 5\%$). O programa estatístico utilizado para realização da análise de variância foi o software AgroEstat 1.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Massa fresca da parte aérea de plantas (g planta^{-1}) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica.

Pela análise de variância (tabela 2), pode-se verificar que não houve efeito significativo para o fator C.E nem para a interação entre fatores.

Tabela 2: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação – M. F. P. Aérea

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Efeito fator C.E.	2	2073,7300194	1036,8650097	2,84NS	0,0685
Efeito fator Genótipo	7	136056,84693	19436,692418	53,16**	< 0,0001
Ef Interação C.E. x Genótipo (Tratamentos)	14	9674,4204472	691,03003194	1,89NS	0,0519
Resíduo	23	147804,99739	-	-	
Total	48	17551,258933	3,8163625000	-	
	71	165356,25633	-	-	

Tabela 3: Comparação entre as Médias de C.E.

C.E.	P. F. P. Aérea
3	102,74917 a
2	97,493750 a
1	89,686250 a
DMS (5%) = 13,3502	

Quando se analisa os pesos frescos da parte aérea dos genótipos (tabela 4), é possível verificar que a Gloriosa (G8), diferiu significativamente dos demais genótipos, com maiores valores. Sobre este comportamento, sendo esse material genético, incluído no grupo das alfaces americanas, é possível inferir que este genótipo pode ser manejado ou avaliado como muito promissor, já que o grupo das americanas é muito valorizado no mercado consumidor de São Luís.

A matéria fresca da parte aérea é um dos requisitos mais bem avaliados comercialmente, inclusive existe ocasiões onde o mercado consumidor leva em consideração o peso fresco da planta para relação de venda.

Tabela 4: Comparação entre as médias de Genótipo.

GENÓTIPO	M. F. P. Aérea
8	180,24889 a
4	120,06778 b
7	119,13000 b
5	106,68778 b
3	100,48889 b
1	56,552222 c
2	47,526667 c
6	42,442222 c
DMS (5%) = 28,5596	

4.2 Massa fresca da raiz das plantas (g planta⁻¹) de alface submetidas a diferente condutividade elétrica.

Para a massa fresca da raiz, verifica-se pela análise de variância que não houve efeito significativo para a interação C.E. e Genótipo. Contudo, quando esses fatores são analisados individualmente, observa-se diferenças significativas (tabela 5).

Tabela 5: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação - M. F. Raiz.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Efeito fator C.E.	2	31,380002778	15,690001389	4,11*	0,0225
Efeito fator Genótipo	7	434,23716528	62,033880754	16,25**	< 0,0001
Ef Interação C.E. x Genótipo	14	85,826730556	6,1304807540	1,61NS	0,1118
(Tratamentos)	23	551,44389861	-	-	
Resíduo	48	183,18540000	3,8163625000	-	
Total	71	734,62929861	-	-	

O tratamento 3 apresentou melhores valores de massa fresca da raiz juntamente com o tratamento 2. O tratamento 1 não diferiu significativamente do tratamento 2, porem o mesmo não ocorreu quando este foi comparado ao tratamento 3 (tabela 6).

Tabela 6: Comparação entre as Médias de C.E.

C.E.	M. F. Raiz
3	14,777500 a
2	13,477500 ab
1	13,294583 b
DMS (5%) = 1,3639	

Na comparação dos genótipos, verifica-se que maiores valores foram encontrados no Genótipo 7, diferindo dos demais tratamentos mostrando-se superior em relação a massa fresca da raiz (tabela 7).

Tabela 7: Comparação entre as Médias de Genótipo.

GENÓTIPO	M. F. Raiz
7	19,264444 a
3	15,551111 b
6	14,003333 bc
4	13,722222 bcd
2	13,161111 bcd
8	12,702222 bcd
5	11,454444 cd
1	10,940000 d
DMS (5%) = 4,4510	

Considerando que sobre este parâmetro de avaliação recai um processo fisiológico muito discutido que é a relação FONTE/DRENO, podemos observar marcadas diferenças em termos de habilidade dos diferentes genótipos de produzir raiz ou parte aérea.

Como o grande interesse é a produção de folhas para a alface, em termos de comércio, o genótipo Brida, que é descrito pela empresa de sementes como alface crespa, com crescimento vigoroso, não teve um bom comportamento sob este aspecto, e sim uma maior relação de produção radicular mas no entanto, não produziram um maior nº de folhas, e ainda também não produziu a maior massa fresca da parte aérea.

4.3 Número de folhas das plantas

Pela análise da tabela 8, do quadro de análise da variância, é possível identificar diferenças significativas que explicam que a variação de C.E. promoveu uma alteração significativa para 5 dos tratamentos, em relação ao parâmetro número de folhas (NF).

Tabela 8. Análise de variância para nº de folhas nas diferentes condutividades elétricas para os 8 genótipos.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Efeito fator C.E.	2	120,33333333	60,166666667	10,27**	0,0002
Efeito fator Genótipo	7	38,905555556	55,579365079	9,48**	< 0,0001
Ef. Interação C.E. x Genótipo (Tratamentos)	14	474,77777778	33,912698413	5,79**	< 0,0001
Resíduo	23	984,16666667	-	-	
Total	48	281,33333333	5,8611111111	-	
	71	1265,50000000	-	-	

Para número de Folhas (NF) a sua significância pode ser evidenciada como adaptação das variedades aos tipos de solução aos quais foram submetidas. Em várias regiões do Brasil, têm sido observados diferentes desempenhos para distintas variedades de alface, cada uma apresenta de forma divergente seu potencial genético quando submetidas em heterogêneas condições ambientais (QUEIROZ et al., 2014).

Verificou-se no presente trabalho efeito significativo para o fator C.E, fator Genótipo e para a interação entre eles, para os genótipos quando avaliados em diferentes concentrações de Condutividades Elétricas. No entanto, quando analisado o Fator C.E. dentro do Fator Genótipo se observou diferença significativa entre 5 variedades propiciando um maior números de folhas formadas (tabela 9).

Tabela 9: Desdobramento da interação de C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de C.E. dentro de genótipo variável para o nº de folhas.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Fator C.E. dentro de G1	2	130,888888889	65,444444444	11,17**	0,001
Fator C.E. dentro de G2	2	2,888888889	1,444444444	0,25NS	0,7826
Fator C.E. dentro de G3	2	88,222222222	44,111111111	7,53**	0,0014
Fator C.E. dentro de G4	2	131,555555556	65,777777778	11,22**	0,0001
Fator C.E. dentro de G5	2	78,000000000	39,000000000	6,65**	0,0028
Fator C.E. dentro de G6	2	16,222222222	8,111111111	1,38NS	0,2604
Fator C.E. dentro de G7	2	16,666666667	8,333333333	1,42NS	0,2513
Fator C.E. dentro de G8	2	130,666666667	65,333333333	11,15**	0,0001
Resíduo	48	281,333333333	5,861111111	-	-

Observou-se efeito significativo dos fatores, em algumas variáveis vegetativas Brunela (G1), Crocantela (G3), Mediterrânea (G4), BS AC 0063 (G5) e Gloriosa (G8). As variedades de alface diferiram entre si quando comparadas (C.E. x Genótipos) no sistema hidropônico, bem como quando analisadas o número de folhas formadas.

Observou-se que a C.E, no valor de 2,0 mS cm⁻¹ (tratamento 3), proporcionou o melhor resultado para o número de folhas para o genótipo G1 (Brunela). Os tratamentos 1 e 2 não diferiram significativamente entre si (tabela 10).

Tabela 10: Comparação entre as médias de C.E dentro de G1(Brunela) para a variável nº de folhas.

C.E.	nº de folhas
3	19,666667 a
2	13,000000 b
1	10,666667 b
DMS (5%) = 4,7807	

Observou-se que a C.E, tratamento 2 e 3, proporcionou o melhor resultado para o número de folhas (NF) para o genótipo G3 (Crocantela) e os tratamentos 1 e 3 não diferiram entre si, contudo o tratamento 2 diferiu do tratamento 1 (tabela 11).

Tabela 11: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G3 (Crocantela) para a variável nº de folhas.

C.E.	nº de folhas
2	20,000000 a
3	16,333333 ab
1	12,333333 b
DMS (5%) = 4,7807	

Observou-se que a C.E, no valor de 2,0 mS cm⁻¹ (tratamento 3) e 1,0 mS cm⁻¹ (tratamento 1), proporcionaram os melhores resultados para o número de folhas para o genótipo G4 (Mediterrânea) (tabela 12).

Tabela 12: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G4 (Mediterrânea) para a variável n° de folhas.

C.E.	n° de folhas
3	23,666666 a
1	19,666667 a
2	14,333333 b
DMS (5%) = 4,7807	

Observou-se que as C.E. no valor de 1,5 mS cm⁻¹ (tratamento 2) e 1,0 mS cm⁻¹ (tratamento 1), proporcionaram os melhores resultados para o número de folhas para o genótipo G5 (BS AC 0063), e o tratamento 3 (2,0 mS cm⁻¹) apresentou os piores valores, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos (tabela 13).

Tabela 13: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G5 (BS AC 0063) para a variável n° de folhas.

C.E.	n° de folhas
2	23,333333 a
1	18,333333 a
3	16,333333 b
DMS (5%) = 4,7807	

Observou-se que a C.E, no valor de 2,0 mS cm⁻¹ (tratamento 3), proporcionou o melhor resultado para o número de folhas para o genótipo G8 (Gloriosa) e os tratamentos 1 e 2 não diferiram entre si, contudo o tratamento 3 se diferenciou significativamente do 1 e 2 (tabela 14).

Tabela 14: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G8 (Gloriosa) para a variável n° de folhas.

C.E.	n° de folhas
3	21,666667 a
2	14,333333 b
1	13,000000 b
DMS (5%) = 4,7807	

Pela análise da tabela 15, do quadro de análise da variância, é possível identificar que diferenças significativas explicam a variação de C.E. promovendo uma alteração significativa quando se altera o genótipo, em relação ao parâmetro número de folhas.

Tabela 15: Desdobramento da interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de Genótipo dentro de C.E. para a variável nº de folhas.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Fator Genótipo dentro de C.E.1	7	208,66666667	29,809523810	5,09**	0,0002
Fator Genótipo dentro de C.E.2	7	364,50000000	52,071428571	8,88**	< 0,00
Fator Genótipo dentro de C.E.3	7	290,66666667	41,523809524	7,08**	< 0,000
Resíduo	48	28,133,333,333	58,611,111,111	-	

O maior número de folhas, é observado nas cultivares Mediterrânea (G4) com 19 folhas e BS AC 0063 (G5) com 18 folhas, para o tratamento 1 (C.E. 1,0 mS cm⁻¹), e a de menor números de folhas, foram as variedades Brunela (G1) com 10 folhas com 12 folhas (tabela 16).

Tabela 16: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.1.

GENÓTIPO	nº de folhas
4	19,666667 a
5	18,333333 ab
7	16,333333 abc
6	14,333333 abc
8	13,000000 bc
2	12,666667 bc
3	12,333333 bc
1	10,666667 c
DMS (5%) = 6,2628	

Para o tratamento 2 (C.E. 1,5 mS cm⁻¹) os genótipos que se destacaram foram a BS AC 0063(G5) com 23 folhas e a Crocanta (G3) com 20 folhas as de menor quantidades de folhas formadas foram a Rubinela (G6) com 11 folhas e a Brunela (G1) com 13 folhas (tabela 17).

Tabela 17: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.2.

GENÓTIPO	nº de folhas
5	23,333333 a
3	20,000000 ab
7	19,666667 abc
4	14,333333 bcd
8	14,333333 bcd
2	13,666667 cd
1	13,000000 d
6	11,666667 d
DMS (5%) = 6,2628	

Já o tratamento 3 (CE 2,0 mS cm⁻¹) as variedades em destaque foram a Mediterrânea (G4) com 23 folhas e a Gloriosa (G8) com 21 folhas e as de menor resultados foram a Gabriela (G2) com 12 folhas e Rubinela (G6) com 14 folhas (tabela 18).

Tabela 18: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.3.

GENÓTIPO	nº de folhas
4	23,666667 a
8	21,666667 ab
1	19,666667 abc
7	18,000000 abcd
3	16,333333 bcd
5	16,333333 bcd
6	14,666667 cd
2	12,333333 d
DMS (5%) = 6,2628	

Os valores obtidos neste experimento são inferiores aos observados por Blat et al. (2001), que avaliando o desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico encontram valores médios de aproximadamente 30 folhas por planta, indicando que o número de folhas é uma variável que pode ser influenciada pelo ambiente. O número de folhas pode às vezes não ser um bom indicativo de produtividade, pois temperaturas elevadas associadas à alta luminosidade podem estimular o florescimento precoce da planta, ocorrendo aumento no número de folhas, porém com tamanho reduzido.

4.4 Área foliar (cm²)

Na análise de variância para o parâmetro de área foliar, há efeito significativo para aos fatores analisados individualmente e na interação entre fatores (tabela 19).

Tabela 19: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação – Área foliar

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Efeito fator C.E.	2	20,419525000	10,209762500	1,62667509E ¹⁴ *	< 0,0001
Efeito fator Genótipo	7	324,51735000	46,359621429	7,38626794E ¹⁴ *	< 0,0001
Ef Interação C.E. x Genótipo	14	107,75887500	7,6970625000	1,22633801E ¹⁴ *	< 0,0001
(Tratamentos)	23	452,69575000	-	-	
Resíduo	48	3,012701E ⁻¹²	0,0000000000	-	
Total	71	452,69575000	-	-	

Quando comparadas as médias em função da C.E., observa-se diferenças significativas entre os tratamentos, sendo o tratamento 1 (1,0 mS cm⁻¹) superior e tratamento 2 (1,5 mS cm⁻¹), inferior aos demais (tabela 20).

Tabela 20. Comparação entre as Médias de C.E.

C.E.	Área foliar
1	12,420000 a
3	12,233750 b
2	11,208750 c
DMS (5%) = 0,0000	

Apesar dos genótipos Mediterrânea e BS AC 0063 terem apresentado maior N° de folhas, isso não refletiu na maior área foliar. No entanto, podemos observar que a cultivar Gabriela, do tipo roxo, apresentou a maior média deferindo inclusive estatisticamente dos demais genótipos.

Esse comportamento, também é considerado ser excelente resultado para especificidade, podendo ser indicado como material de boa adaptação para as condições locais tropicais de São Luís, e que de fato correspondem ao que foi descrito pelo fabricante da semente.

É necessário comentar que os materiais roxos, são ricos em carotenóides e que o complexo de formação dessas substâncias passa inevitavelmente pela compreensão de que os betacarotenóides, tem sido procurados na alimentação humana como moléculas que combatem os radicais livres e isso torna esse material com uma nova perspectiva de comércio.

Pela comparação das médias dos Genótipos para o parâmetro de área foliar (tabela 21), verifica que o genótipo 2 (Gabriela) diferiu significativamente dos demais genótipos se mostrando superior enquanto o genótipo 1 (Brunela) foi o pior entre os genótipos avaliados.

Tabela 21. Comparação entre as Médias de Genótipo.

GENÓTIPO	Área foliar
2	15,666667 a
8	14,400000 b
6	12,710000 c
4	12,083333 d
3	11,283333 e
7	10,743333 f
5	9,856667 g
1	8,890000 h
DMS (5%) = 0,0000	

Diferentemente do número de folhas, a área foliar de uma cultura é um parâmetro indicativo de produtividade, pois o processo fotossintético depende da interceptação da energia luminosa e a sua conversão em energia química (FAVANIN et al., 2002) sendo este um processo que ocorre diretamente na folha (TAIZ; ZEIGER, 2009). Desta forma, a superfície foliar de uma planta é a base do rendimento de uma cultura (PEREIRA et al., 1997).

Quando analisado o Fator C.E. dentro do Fator Genótipo se observou diferença significativa para todos os genótipos estudados (tabela 22).

Tabela 22: Desdobramento da Interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de C.E. dentro de Genótipo – Área foliar.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Fator C.E. dentro de G1	2	1,4496000000	0,7248000000	1,15479092E13*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G2	2	109,62500000	54,812500000	8,73302669E14*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G3	2	7,1864000000	3,5932000000	5,72488238E13*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G4	2	1,7738000000	0,8869000000	1,41305749E13*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G5	2	4,9208000000	2,4604000000	3,92004358E13*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G6	2	0,1422000000	0,0711000000	1,13280401E12*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G7	2	0,9344000000	0,4672000000	7,44368542E12*	< 0,0001
Fator C.E. dentro de G8	2	2,1462000000	1,0731000000	1,7097215E13**	< 0,0001
Resíduo	48	3,012701E ⁻¹²	0,0000000000	-	-

A redução da área foliar é um importante mecanismo adaptativo de plantas cultivadas em condições de excesso de sais, visto que, sob tal condição é interessante a redução na transpiração e, conseqüentemente, diminuição do carregamento de íons Na⁺ e

Cl⁻ no xilema e concomitante conservação de água nos tecidos das plantas (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Na comparação das médias de C.E. dentro de G1 (Brunela), verifica-se que o tratamento 3 (C.E. 2,0 mS cm⁻¹) se mostrou superior aos demais (tabela 23).

Tabela 23. Comparação entre as médias de C.E dentro de G1.

C.E.	Área foliar
3	9,4500000 a
1	8,6900000 b
2	8,5300000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação das médias de C.E. dentro de G2 (Gabriela), o tratamento 1 (1,0 mS cm⁻¹) se mostrou superior aos demais tratamentos (Tabela 24).

Tabela 24. Comparação entre as médias de C.E dentro de G2.

C.E.	Área foliar
1	18,500000 a
3	17,750000 b
2	10,750000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação de médias de C.E. dentro de G3 (Crocantela), o tratamento 2 (C.E. 1,5 mS cm⁻¹) diferiu dos demais, se mostrando superior (Tabela 25).

Tabela 25: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G3.

C.E.	Área foliar
2	12,430000 a
3	11,170000 b
2	10,250000 c
DMS (5%) = 0,0000	

No G4 (Mediterrânea), o tratamento 1 (C.E. 1,0 mS cm⁻¹) apresentou melhores resultados que os tratamentos 2 e 3, sendo esse último, o pior entre eles (tabela 26).

Tabela 26: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G4.

C.E.	Área foliar
1	12,690000 a
2	11,920000 b
3	11,640000 c
DMS (5%) = 0,0000	

No tratamento G5 (BS AC 0063), a condutividade 1,0 mS cm⁻¹ apresentou melhores valores de área foliar para esse genótipo (tabela 27).

Tabela 27: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G5.

C.E.	Área foliar
1	10,650000 a
2	10,050000 b
3	8,8700000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação de médias de C.E. dentro de G6 (Rubinela), o tratamento 1 (C.E. 1,0 mS cm⁻¹) apresentou melhores resultados que os tratamentos 2 e 3, sendo esse último, o pior entre eles (tabela 28).

Tabela 28: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G6.

C.E.	Área foliar
1	12,880000 a
2	12,670000 b
3	12,580000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação das médias do G7 (Brida) para as diferentes condutividades, o tratamento 3 (C.E. 2,0 mS cm⁻¹) foi superior aos demais e o tratamento 2 o pior entre os três. (tabela 29).

Tabela 29: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G7.

C.E.	Área foliar
3	11,010000 a
1	10,930000 b
2	10,290000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação das médias do G8 (Gloriosa) para as diferentes condutividades, o tratamento 1 (C.E. 1,0 mS cm⁻¹) foi superior aos demais e o tratamento 3 o pior entre os três (tabela 30).

Tabela 30: Comparação entre as médias de C.E. dentro de G8.

C.E.	Área foliar
1	15,070000 a
2	14,210000 b
3	13,920000 c
DMS (5%) = 0,0000	

Para o desdobramento da interação de C.E. dentro de Genótipo, analisando os efeitos do Genótipo dentro das C.E. houve diferença significativa para as três C.E. como pode-se verificar na tabela 31.

Tabela 31: Desdobramento da Interação C.E. x Genótipo, estudando os efeitos de Genótipo dentro de C.E – Área foliar.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Fator Genótipo dentro de C.E.1	7	204,18660000	29,169514286	4,64744624E14*	< 0,0001
Fator Genótipo dentro de C.E.2	7	80,520262500	11,502894643	1,83270396E14*	< 0,0001
Fator Genótipo dentro de C.E.3	7	147,56936250	21,081337500	3,35879376E14*	< 0,0001
Resíduo	48	3,012701E ⁻¹²	0,0000000000	-	

Na comparação das médias de Genótipo dentro da C.E.1 (1,0 mS cm⁻¹), o genótipo G2 (Gabriela), apresentou melhores valores de área foliar, seguido pelo genótipo 8 (Gloriosa). Dentre todos os genótipos estudados, o G1 (Brunela) foi o que apresentou menores valores para área foliar como mostra a tabela 32.

Tabela 32: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.1.

GENÓTIPO	Área foliar
2	18,500000 a
8	15,070000 b
4	12,690000 c
6	12,580000 d
7	10,930000 e
5	10,650000 f
3	10,250000 g
1	8,6900000 h
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação das médias de Genótipo dentro da C.E.2 (1,5 mS cm⁻¹), o genótipo G8 (Gloriosa), apresentou melhores valores de área foliar, seguido pelo genótipo 6 (Rubinela). Dentre todos os genótipos estudados, o G1 (Brunela) foi o que apresentou menores valores para área foliar como mostra a tabela 33.

Tabela 33: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.2.

GENÓTIPO	Área foliar
8	14,210000 a
6	12,670000 b
3	12,430000 c
4	11,920000 d
2	10,750000 e
7	10,290000 f
5	8,8700000 g
1	8,5300000 h
DMS (5%) = 0,0000	

Na comparação das médias de Genótipo dentro da C.E.3 (C.E. 2,0 mS cm⁻¹), o genótipo G2 (Gabriela), apresentou melhores valores de área foliar, seguido pelo genótipo 8 (Gloriosa). Dentre todos os genótipos estudados, o G1 (Brunela) foi o que apresentou menores valores para área foliar como mostra a tabela 34.

Tabela 34: Comparação entre as médias de Genótipo dentro de C.E.3.

GENÓTIPO	Área foliar
2	17,750000 a
8	13,920000 b
6	12,880000 c
4	11,640000 d
3	11,170000 e
7	11,010000 f
5	10,050000 g
1	9,4500000 h
DMS (5%) = 0,0000	

4.5. Parâmetro fisiológico – Teor de clorofila

Na Tabela 35 encontra-se a síntese da análise de variância, explicando que há interação significativa para o Fator C.E e Fator Genótipo para produção de clorofila. No entanto, os fatores não foram significativos para as suas interações.

Tabela 35: Análise de Variância para Efeitos Principais e Interação - SPAD

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Efeito fator C.E.	2	111,71257500	55,85628500	4,58*	0,0134
Efeito fator Genótipo	7	2463,6618958	351,95169940	28,86**	< 0,0001
Ef Interação C.E. x Genótipo (Tratamentos)	14	146,68024167	10,477160119	0,86NS	0,6047
Resíduo	23	2722,0547125	-	-	
Total	72	878,19765000	12,197189583	-	
Total	95	3600,2523625	-	-	

Com os dados expostos na tabela 36 pode-se evidenciar que os genótipos que mais obtiveram destaque foram a Gloriosa (G8) e Gabriela (G2) e Rubinela (G6) e as de menor expressão foram o genótipo BS AC 0063 (G5), Brida (G7) e Mediterrânea (G4). A Gloriosa (G8) obteve um maior valor em quantidade do teor de clorofila, possivelmente por ter apresentado uma precocidade no seu ciclo sintetizando maior quantidade de teor de clorofila.

Tabela 36. Comparação entre as Médias de Genótipo.

GENÓTIPO	SPAD
8	33,777500 a
2	29,675000 ab
6	27,285833 b
3	22,422500 c
1	21,547500 c
5	19,821667 c
7	19,713333 c
4	19,241667 d
DMS (5%) = 4,4510	

A diferença na resposta dos genótipos observada no presente trabalho poderia ser um indicativo que os genótipos estudados diferem quanto à tolerância à salinidade, pois, de acordo com Munns (1993), o teor de clorofila aumenta com os níveis de salinidade em espécies tolerantes e diminui em espécies sensíveis. Porém de acordo com Cruciani (1987), sob condições de estresse salino, as raízes mostram uma diminuição do alongamento e suberização, o que reduz a absorção de água e nutrientes. Essas características não foram observadas nesse experimento.

O teor de clorofila presente nas folhas pode ser influenciado por vários fatores abióticos e bióticos, que estão altamente relacionados com a capacidade fotossintética dos vegetais. Entre os fatores externos, os nutrientes minerais se destacam, por integrarem a estrutura molecular das plantas, como também por atuarem em alguma etapa das reações que levam à síntese desses pigmentos (TAIZ & ZEIGER, 2009) já que a molécula de clorofila é formada por um átomo central de magnésio ligado a quatro átomos de nitrogênio. O centro de reações dos fotossistemas I e II podem sofrer fotoativações, diminuindo assim a eficiência fotossintética.

Paulus et al. (2010) trabalhando com duas cultivares de alface em hidroponia, verificaram efeito positivo do aumento da concentração de sais sobre a concentração de clorofila. Esses autores também verificaram que essa resposta foi variável de acordo com a cultivar estudada, semelhante aos resultados obtidos neste trabalho.

De acordo com Lee (1988), estudos realizados evidenciaram que o teor de clorofila varia muito entre as espécies, assim como entre genótipo da mesma espécie das variedades estudadas Lisa (Regina), crespa (Grand Rapids) e Americana (Great Lakes).

Em trabalhos com a cultivar Verônica (crespa) em sistema hidropônico NFT, mas com águas salinas utilizadas apenas na reposição do volume consumido, Soares (2007)

obteve reduções lineares para massa fresca das folhas (2,34%), massa fresca do caule (4,3%) e massa fresca da parte aérea (2,27%).

Gondim et al., (2010) em estudo realizado com alface cv. Brasil constatou que a massa fresca da parte aérea (MFPA) da alface foi afetada significativamente pela condutividade. A CE de 2,6 mS cm⁻¹ apresentou máxima produção de parte aérea de 1.277,35 g por planta, superior em 26,6% à produção observadas em 0,5 mS cm⁻¹. Condutividades superiores a 2,6 mS cm⁻¹, proporcionaram redução da massa fresca da parte aérea, atingindo 10,5% em 4 mS cm⁻¹.

Furlani et al., (1999), considera que em regiões de clima tropical é conveniente trabalhar com soluções mais diluídas (menor CE). Segundo Silva et al., (2010), a exposição prolongada a sais, quando altas concentrações de íons se acumulam nos tecidos, a atividade fotoquímica também pode ser afetada. Para algumas espécies uma das respostas das plantas ao estresse salino é a redução no teor de clorofila, como exemplo pode-se citar Bosco et al. (2009) verificaram que a salinidade proporciona redução na condutância estomática e, em menores proporções, nas taxas de transpiração, fotossíntese e concentração interna de CO₂ nas folhas.

5. CONCLUSÃO

Com resultados obtidos neste trabalho, considera-se que a condutividade elétrica de 2,0mS cm⁻¹, para condições ambientais da cidade de São Luís, foram obtidos resultados superiores em vários parâmetros analisados nessa pesquisa, logo a alface se comporta melhor quando submetida a essa condutividade. Os resultados desse estudo podem indicar uma alternativa para produção de hortaliças hidropônicas.

A cultivar gloriosa, do grupo das americanas possuiu resultados muito promissores tanto para o n° de folhas como também para o teor de clorofila e a área foliar e sesses parâmetros conseguem explicar o excelente desempenho dessa cultivar nas condições ambientais de São Luís, quando a mesma atingiu maior peso de matéria fresca da parte aérea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRIOLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 142p. 1999.

ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D. I.; SHIMITT, O. J.; VAZ, M. A. B.; CARDOSO, F.L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutos do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.

ARAÚJO, J. S.; ANDRADE A. P. DE.; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A. V. de. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n. 2, p.152-157, 2009.

BELTRÃO, J.; TRINDADE, D.; CORREIA, P. J. Lettuce yield response to salinity of sprinkle irrigation water. **Acta Horticulturae**, v.449, p.623-627, 1997

BERNARDES, L. J. L. Hidroponia da alface: uma história de sucesso. **São Paulo: Estação Experimental de Hidroponia" Alface e Cia**, 1997.

BERRY, W.L. The evolution of hydroponics. Hydroponic Society of America. **Proceedings of 17th Conference**, San Jose, CA, USA, p. 87-95, 1996.

BLAT, S. F.; SANCHEZ, S. V.; ARAÚJO, J. A. C.; BOLONHEZI, D. Desempenho de cultivares de alface crespa em dois ambientes de cultivo em sistema hidropônico. **Revista Horticultura Brasileira**, v.29, n.1, p.135-138, 2011.

BOSCO, M.R.O.; OLIVEIRA, A.B.; HERNANDEZ, F.F.F.; LACERDA, C.F. Efeito do NaCl sobre o crescimento, fotossíntese e relações hídricas de plantas de berinjela. **Revista Ceres**, v.56, n.3, p.296-302, 2009.

CALBO, A. G., 2012. **Alface**. Disponível em: http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/alface.htm. <Acesso em: 15 de junho de 2019>.

CAMPO & NEGÓCIOS. Produção de hortaliças gourmet em hidroponia. In: Campo & Negócios. Novembro, 2013.

CARMELO, Q. A C.; ROSSI, F. Hidroponia – solução nutritiva. Manual nº 111. Viçosa, **Centro de produções Técnicas**, 56p, 1997.

CARMO JUNIOR, R. R. **O que é hidroponia?** GB Fórum. 2000. Disponível em: <http://www.gforum.tv/board/623/264958/o-que-e-hidroponia.html>. Acesso em: 10. abril.2019

CARRASCO, G.; IZQUIERDO, J. A. **A média empresa hidropônica**. A técnica da solução nutritiva recirculante (“NFT”). Talca Chile, Universidade de Talca/FAO,43p. 1996.

CARVALHO FILHO, J. L.S.; GOMES, L. A. A.; MALUF, W. R. Tolerância ao florescimento precoce e características comerciais de progênies F4 de alface do cruzamento Regina 71 x Salinas 88. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 31, n. 1, 2009.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. Cultivo sem solo – Hidroponia. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 43p, 1995.

CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. de. Cultivo sem solo: hidroponia. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 43p. 1994.

COMETTI NN; MATIAS GCS; ZONTA E; MARY W; FERNANDES MS. Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico– sistema NFT. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 252-257, 2008.

COMETTI, N. N. Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica– sistema NFT. **Seropédica: UFRRJ. 128p (Tese doutorado)**, 2003.

COSTA, P.C.; DIDONE, E.B.; SESSO, T.M.; CAÑIZARES, K.A.L.; GOTO, R. Condutividade elétrica de solução nutritiva de alface em hidroponia. **Scientia Agricola**, v.58, p.595-597, 2001.

DAL’SOTTO, T. C. **Estudo de viabilidade econômica para implantação de um sistema de cultivo hidropônico em uma propriedade rural no oeste do Paraná.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. 2013.

FAQUIN. V.; FURTINI NETO. A. E; VILELA L. A. A Produção de alface em hidroponia. **Lavras: UFLA/FAEPE**, 50p. 1996.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3 ed. **Viçosa, MG: Editora UFV**, 2008.

FREIRE, A.L.O.; Saraiva, V. P.; Miranda, J. R. P.; Bruno, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, suplemento 1, p. 1133-1144, 2010.

FURLANI, P. R. Cultivo de alface pela técnica de hidroponia - NFT. (Documentos, 55). Campinas: **IAC**, 18p. 1995.

FURLANI, P. R.; FAQUIN, V.; ALVARENGA, M. A. R.; SENO, S. Produção em substrato e em hidroponia. In. ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia.2. ed. **Lavras: UFLA**. 2013.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo Hidropônico de Plantas: Parte 1-Conjunto hidráulico**. 2009.. Disponível em:< http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/hidroponiap1/index.htm.

FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L.C. P.; BOLONHEZI, D.; FAQUIM, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 1999.

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

GIMÉNEZ, G; ANDRIOLO, J. L.; GODOI R. 2008. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 1, 2008.

GOMES, T. M. **Efeito do CO₂ aplicado na água de irrigação e no ambiente sobre a cultura da alface (*Lactuca sativa* L.)**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2001.

GONDIM, A. R. O., FLORES, M. E. P., MARTINEZ, H. E. P., FONTES, P. C. R., PEREIRA, P. R. G. Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 894-904, 2010.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. A. Tipos de alface cultivados no Brasil. **Embrapa Hortaliças-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2009.

HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. Limitation of salt stress to plant growth. **HOCK, E. Plant toxicology**, v. 4, p. 191-224, 2004.

HUETT, D.O. Growth, nutrient uptake and tipburn severity of hidroponic lettuce in response to electrical conductivity and K:Ca ratio in solution. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, p.251-267, 1994.

JONES JÚNIOR., J. B. A guide for the hidroponic & soilless culture grower. **Portland: Timber Press**, 124p. 1983.

KEHDI, N. Hidroponia ou solo, a grande questão? Pergunte a um especialista. (2017) Disponível em http://www.eurohydro.com/pdf/articles/p_hydroponics.pdf Acesso em: 20 abr. 2019.

KOEFENDER, R. B. Hidroponia: Como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo. **São Paulo: Nobel**, 102p. 1998.

LABHIDRO. 2015. **Hidroponia**. Disponível: <http://www.labhidro.cca.ufsc.br> (acesso em 15 de abril de 2019).

LISBÃO, R. S.; NAGAI, H.; TRANI, P. E. Alface. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. **Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo**. (Boletim, 200). 5.ed. Campinas, p.11-12. 1990.

LOPES, M. C.; FREIER, M.; MATTE, J.C.; GÄRTNER, M.; FRANZENER, G.; NOGAROLLI, E.L.; SEVIGNANI, A. Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. **Horticultura Brasileira**. v.21, n.2, p.211-215, 2003.

MAGALHÃES AG; MENEZES D; RESENDE LV; BEZERRA NETO E. 2010. Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, p. 316-320, 2010.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J. B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. UFV, 2006.

MARTINEZ, H. E. P.; SILVA FILHO, J.B. **Introdução ao cultivo hidropônico de plantas**. Viçosa: UFV, 52 p. 1997.

MASCARENHAS, S. P. Hidroponia. **IrrigaFértil**. 2003. Disponível em: <http://www.geocities.ws/irrigafertil/hidroponia.htm>. Acesso em: 10. abril.2019

MATTARREDONA NETTO, R.; SILVA, J. B.; SCHWENGBER, J. E.; SCHIEDECK, G. Produção de mudas de alface em diferentes substratos orgânicos. **Anais XVII Congresso de iniciação científica, X Encontro de Pós-graduação**, 17, 2008.

MELO, H.; MELO FILHO, C.; PEREIRA, M.; OLIVEIRA, F.; ANDRADE NETO, C. O. Uso de esgoto doméstico tratado em filtros anaeróbios como fonte de macro e micronutrientes para cultivos hidropônicos. **Vitória: PROSAB**, 2002.

MOTA, P. R. D.; BOAS, R. L. V.; SOUSA, V. F.; RIBEIRO, V. Q. Desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso em resposta a níveis de condutividade elétrica. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.164-171, 2007.

MOU, B. Lettuce. In: PROENZ, J.; NUEZ, F. **Vegetables I: Asteraceae, Brassicaceae, Cheonopiaceae, and Cucurbitaceae**. New York: Springer Science + Business Media, p. 75-118. 2018

NETO, F. B.; JÚNIOR, A. P. B.; Silva, E. O.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J.; Nunes, G. H.S. Qualidade nutricional de cenoura e alface cultivadas em Mossoró-RN em função da densidade populacional. **Hortic. bras**, v. 24, n. 4, 2006.

NOGUEIRA FILHO, H.; MARIANI, O. A. Estruturas para produção de alface hidropônica. **Hidroponia da alface. Santa Maria: UFSM**, p. 102-110, 2000.

NUGEO, Núcleo Geoambiental da Universidade Estadual do Maranhão, Laboratório de Meteorologia, 2016 (http://www.nugeo.uema.br/?page_id=81), acesso em junho de 2019.

OHSE, S. Qualidade nutricional e acúmulo de nitrato em alface. **Hidroponia da alface. Santa Maria: Imprensa Universitária**, p. 10-24, 2000.

OHSE, S.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. **Scientia agrícola**, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001.

PATEKOSKI, K. S. 2010. **Patogenicidade e controle biológico de *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp. em variedades de alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico**. São Paulo: Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. 58p. 2010.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

POTRICH, A. C. G.; PINHEIRO, R. R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v.8, n.15. 2012.

QUEIROZ, J. P. S., COSTA, A. J. M., NEVES, L. G., SEABRA Junior, S., BARELLI, M. A. A. Estabilidade fenotípica de alfaces em diferentes épocas e ambientes de cultivo. *Revista Ciência Agronômica*, v.45, p.276-283, 2014.

RESENDE, F. V.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. Cultivo de alface em sistema orgânico de produção. **Circular Técnica 56**. Embrapa. Brasília, p. 16, 2007.

RESENDE, G. M.; YURI, J. E.; MOTA, J. H.; SOUZA, R. J. de; FREITAS, S. A. C. de; RODRIGUES Jr., J. C. Efeitos de tipos de bandejas e idade de transplante de mudas sobre o desenvolvimento e produtividade de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 3, p. 558-563, 2003.

RESH. H. M. **Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción: una guía completa de los métodos actuales de cultivo sin suelo para técnicos y agricultores profesionales, así como para los aficionados especializados**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 4. ed. 509 p. 1997.

RODRIGUES, L. R. F. Cultivo pela técnica de hidroponia: técnicas de cultivo hidropônico e de controle ambiental no manejo de pragas, doenças e nutrição vegetal em ambiente protegido, **Jaboticabal: FUNEP**, 726 p, 2002.

RYDER, E. J. The new salad crop revolution. **Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA**, p. 408-412, 2002.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, n. 2, p 187-194, 2012.

SANJUÁN, M. C. S.; GAVILÁN, M. U. Métodos de riego y fertirrigación en cultivos sin suelo. In: GAVILÁN, M.U. (Coord.). Tratado de cultivo sin suelo. **Madrid: Mundi Prensa**, p. 161 - 237. 2004.

SANTOS JÚNIOR, J. A.; GHEYI, H. R.; GUEDES FILHO, D. H.; SOARES, F. A. L.; DIAS, N. DA S. Efficiency of water use in sunflower grown in hydroponic system under saline stress. **Engenharia Agrícola**, v.33, n.4, p.718-729, 2013.

SANTOS, A. O.; RIBEIRO NETO, B. L.; ZWIRTES, D. S.; SILVA, R. B.; YONENAGA, W. H. Produção de alface hidropônica: uma abordagem pela dinâmica de sistemas. **Congresso Brasileiro de Sistemas Centro Universitário de Franca Uni-FACEF**, 2008.

SAVVAS, D.; ADAMIDIS, K. Automated management of nutrient solutions based on target electrical conductivity, pH, and nutrient concentration ratios. **Journal of plant nutrition**, v. 22, n. 9, p. 1415-1432, 1999.

SIDDIQI, M. V.; KRONZUCKER, H. J.; BRITTO, D. T.; GLASS, D. M. 1998. Growth of a tomato crop at reduced nutrient concentrations as a strategy to limit eutrophication. **Journal of plant nutrition**, v. 21, n. 9, p. 1879-1895, 1998.

SILVA, E. N.; RIBEIRO, R. V.; FERREIRA-SILVA, S. L.; VIÉGAS, R. A.; SILVEIRA, J. A. G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. *Journal of Arid Environments*, v. 74, p. 1130-1137, 2010.

STAFF, H. *Hidroponia*. 2. ed. Cuiabá: **Sebrae/MT**, 86 p. 1998.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal* 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 719p, 2009.

TUDO HIDROPONIA. 2015. Disponível: <http://www.tudohidroponia.net> (acesso em março de 2019).

TUDO HIDROPONIA. 2018. Disponível: <http://tudohidroponia.net/condutividade-eletrica-importancia-na-hidroponia/> (acesso em junho de 2019).

TURAZI, C. M. V.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, S. A. de; BORGIO, L. A. Acúmulo de nitrato em alface em função da adubação, horário de colheita e tempo de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 65-70, 2006.

UEDA, S. **Hidroponia: guia prático**. São Paulo: Agrocasa-de-Vegetação, 50p. 1990.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUWER, D.; BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 126, p. 251-258, 1981.

VIGGIANO, J. Produção de sementes de alface. In: CASTELLANE, P. D. Produção de sementes de hortaliças. Jaboticabal: **FCAV/FUNEP**, 1990.