



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

VICTOR GURGEL PESSOA

**CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE CRESPA FERTIRRIGADA
COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS ENRIQUECIDAS COM
NITRATO DE CÁLCIO**

MOSSORÓ

2019

VICTOR GURGEL PESSOA

**CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE CRESPA FERTIRRIGADA
COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS ENRIQUECIDAS COM
NITRATO DE CÁLCIO**

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

Orientador: Prof. D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira

Co-orientadora: D. Sc. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira

MOSSORÓ

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

P Pessoa, Victor Gurgel.
475c CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE CRESPA
 FERTIRRIGADA COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS
 ENRIQUECIDAS COM NITRATO DE CÁLCIO / Victor
 Gurgel Pessoa. - 2019.
 43 f. : il.

 Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
 Coorientadora: Mychelle Karla Teixeira de
 Oliveira.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2019.

 1. Lactuca sativa L.. 2. Hidroponia. 3.
 Hortaliça folhosa. I. Oliveira, Francisco de
 Assis de , orient. II. Oliveira, Mychelle Karla
 Teixeira de, co-orient. III. Título.

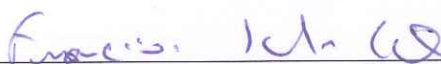
VICTOR GURGEL PESSOA

**CULTIVO SEMI-HIDROPÔNICO DE ALFACE CRESPA FERTIRRIGADA
COM SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINIZADAS ENRIQUECIDAS COM
NITRATO DE CÁLCIO**

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

Defendida em: 15 / 02 / 2019

BANCA EXAMINADORA



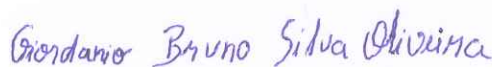
Prof. Dr. Sc. Francisco de Assis de Oliveira (UFERSA)
Presidente



Dra. Sc. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira (UFERSA)
Membro Examinador



M. Sc. Sandy Thomaz dos Santos (UFERSA)
Membro Examinador



Engº. Agrº. Giordano Bruno Silva Oliveira (UFERSA)
Membro Examinador

Dedico

Ao ilustre José Pessoa (Dedé da Praça) (*In memorian*), que além de pai, foi amigo, um ser em que sempre habitou a humildade, acima de tudo. Para sempre será minha fonte de inspiração, um exemplo de pessoa a ser seguido.

Aos meus queridos pais José Pessoa (*in memorian*) e Maria Celeste Gurgel Pessoa que sempre me apoiaram e lutaram para que eu concluísse mais esta etapa na minha vida, tão importante pra mim.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo agradeço ao autor e consumidor da fé, Deus, que através do Espírito Santo, fez com que todo o cansaço, estresses, lágrimas, distância, assim como tantos outros entraves enfrentados ao longo da graduação, fossem amenizados através do Seu auxílio. Sem a presença Dele eu não conseguiria!

Aos meus pais José Pessoa (*in memoriam*) e Celeste Pessoa que nunca mediram esforços para me proporcionar uma educação de qualidade, educação esta que vai além do âmbito escolar, sempre acreditando piamente que o caráter de um ser humano é moldado através desta. Assim como agradeço por todo amor e apoio que sempre foram superiores a qualquer dificuldade que enfrentássemos, fazendo com que assim os meus objetivos fossem alcançados. Além disso, agradeço às minhas irmãs Lisandra Mara e Lidiany Kelly por sempre se fazerem presentes em minha vida, torcendo e acreditando em meu melhor, como também sou grato por me abençoarem através da vida dos meus sobrinhos (Layza Maeg, José Gabriel, Miguel Ângelo e Maria Heloísa). Aos demais familiares agradeço por todo carinho e torcida pelo meu sucesso, em especial à minha prima/irmã Najara Cibely, pelas hospitalidades, caronas e a parceria de sempre.

Ao meu orientador, Francisco de Assis de Oliveira (Thikão) por todas as contribuições acadêmicas e pessoais, antes até mesmo de participar de seu grupo de pesquisa, sempre repassando seus conhecimentos de maneira humilde e amigável. Além disso, contribuindo também para que assim obtivesse êxito na condução dos meus experimentos. Assim como também sou grato aos demais integrantes do grupo de pesquisa “IRRIGANUTRI” por todo auxílio fornecido ao longo deste tempo.

A Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, a qual tive a oportunidade de realizar o curso, o qual muito contribuiu para minha formação acadêmica e pessoal.

A Helena Morais (Netinha), pela irmandade construída ao longo da graduação, a qual sempre dividi de perto todos os momentos enfrentados no decorrer do curso, começando pelo desespero nas disciplinas que nos rendeu longos momentos de estudos, mas que mesmo assim conseguimos tirar intervalos de boas risadas. Parte dessa conquista devo a você!

A família que pude construir dentro da universidade e que sempre me incentivaram, assim como aguentaram minhas “chocuras” durante essa jornada, pelos bons almoços fraternos, pelas confraternizações dos finais de períodos, pelos bons finais de semana (às vezes nem tanto), agradeço a Palloma Vitória, Leandro Alves, Erika Elayne, Tiago Gondim, Elias Gomes, Pedro Igor, Rayr Cezar e José Mateus. Também agradeço aos “amigos das

agrárias”, Bruno Vinícios, Nicolas Lima e Tayná Moura, pela amizade construída desde minha entrada na universidade. Além disso, agradeço aos companheiros da residência universitária masculina da UFERSA, em especial aos colegas da casa 05, por todos esses anos de companheirismo.

A Joelma Santos, Jayne Myrelle, Peter John, Luma Lorena, Francisco Wellington, Moises Bento e Fancismar Maick, aqueles que sempre fizeram render boas histórias, até mesmo quando tínhamos que enfrentar altas madrugadas estudando aquelas disciplinas “fumo”. Vocês são grandes amigos que a Agronomia me presenteou!

Aos amigos do grupo “Conhecendo a Cristo” da UFERSA que sempre proporcionaram momentos que nos aproximavam mais de Deus, além da fraternidade construída diante de cada encontro.

Aos meus amigos conterrâneos Wesia Silva, Djuliane Mcnamara, Caliene Bezerra, Mayana Rebouças, Fernanda Karla, Isabel Samara, Allysson Vinícius, Fábio Mendes e Danyelle Moraes (quase caraubense), que mesmo diante das distâncias sempre se fizeram presentes, incentivando e apoiando através de gestos e palavras.

Ao Sr. Sérgio, técnico da empresa terceirizada, por sempre está auxiliando na condução dos meus experimentos, principalmente pela ajuda durante o trabalho de campo.

Enfim, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para minha formação pessoal e profissional. Meus sinceros agradecimentos!

*Um Deus tão grande,
com um amor tão grande,
me faz alcançar
muito além do que sonhei.
Amor tão grande,
de um Deus tão grande.
Fiel pra cumprir
o que um dia começou em mim.*

(Um Deus tão grande – Quatro Por Um)

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça folhosa sensível à salinidade, seja do solo, da água de irrigação ou da solução nutritiva, e sob condições de estresse salino apresenta redução no crescimento e desbalanço nutricional, especialmente na absorção de cátions, como o cálcio, decorrente do elevado teor de sódio na água. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do enriquecimento da solução nutritiva com nitrato de cálcio em soluções preparadas com água salina. O experimento foi realizado em casa de vegetação no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais, no campus oeste da UFERSA, em Mossoró. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualiza do, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por cinco soluções nutritivas (S1 – solução nutritiva padrão, S2 – solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹); S3 – Solução padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (50%), S4 – Solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (100%), S5 – solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (150%)) em alface do grupo crespa, cv. Elba. As plantas foram colhidas aos 30 dias após o transplântio e foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: diâmetro da copa, número de folhas, área foliar, diâmetro do caule, massa fresca comercial, massa seca total, suculência foliar, área foliar específica, pH, acidez titulável (%), sólidos solúveis (%) e Vitamina C. Com exceção das variáveis diâmetro do caule, pH e teor de vitamina C, as soluções nutritivas afetaram as demais variáveis analisadas. As soluções nutritivas S1 e S2 proporcionaram maiores valores para as variáveis massa fresca total, massa seca total, área foliar e área foliar específica, enquanto os menores valores ocorreram na solução S5. O número de folhas foi reduzido apenas com a solução S5. O aumento da concentração de nitrato de cálcio na solução nutritiva salinizada proporcionou maior suculência foliar, apesar de ter proporcionado menor crescimento das plantas. A cultivar de alface Elba cultivada em fibra de coco é tolerante a salinidade de 4,8 dS m⁻¹. O enriquecimento da solução nutritiva com Ca(NO₃)₂ potencializou o efeito deletério da salinidade na alface cultivada em fibra de coco.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Hidroponia. Hortaliça folhosa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Área do no setor experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAF). Em detalhe: local de desenvolvimento do experimento.....	18
Figura 2	– Vista geral do experimento com 10 (A) e 30 dias após o transplântio (B).....	20
Figura 3	– Diâmetro da copa de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	24
Figura 4	– Diâmetro do caule de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	25
Figura 5	– Número de folhas de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	25
Figura 6	– Área foliar de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	26
Figura 7	– Massa fresca de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	27
Figura 8	– Massa seca de alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	28
Figura 9	– Índice relativo de clorofila em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	29
Figura 10	– Área foliar específica em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	30
Figura 11	– Suculência foliar em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	31
Figura 12	– Teores de sólidos solúveis em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	32
Figura 13	– Acidez titulável em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	33
Figura 14	– Potencial hidrogeniônico (pH) em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	33
Figura 15	– Teor de Vitamina C em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.....	34

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Quantidades de fertilizantes e cloreto de sódio, utilizadas no preparo das soluções nutritivas e suas respectivas condutividades elétricas ($\text{g } 60 \text{ L}^{-1}$)......19
- Tabela 2 – Resumo da análise de variância para diâmetro da copa, diâmetro do caule, número total de folhas comerciais, massa fresca total, massa seca total, índice relativo de clorofila, área foliar, área foliar específica, suculência foliar, sólidos solúveis, acidez titulável potencial hidrogeniônico (pH) e vitamina C em alface submetida a diferentes soluções nutritivas..... 23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Aspectos gerais da cultura da alface	14
2.2 Cultivo da alface em sistema hidropônico	15
2.3 Salinidade na alface	17
2.4 Adubação mineral na cultura da alface.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Localização geográfica e características da área experimental	21
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	21
3.3 Irrigação e tratos culturais	22
3.4 Variáveis analisadas	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5 CONCLUSÕES.....	38
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertence à família das Asteracea, é considerada a olerícola folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que lhe garante expressiva importância econômica, dentro do grupo das hortaliças folhosas (CARVALHO et al., 2005). De acordo com os dados da CEAGESP-SP, o volume comercializado de alface no ano de 2014 foi de 49.648 t, sendo que a alface crespa foi responsável pela produção de 22.123 t, correspondendo a 44,6% do volume comercializado no Estado (AGRIANUAL, 2016).

Para o cultivo da alface em hidroponia, a técnica do filme nutriente (NFT) é a mais utilizada, porém, pesquisas utilizando substratos tem sido desenvolvidas por vários pesquisadores (OLIVEIRA et al., 2018; TARGINO et al., 2019). De acordo com Andriolo et al. (2004) essa técnica simplifica o manejo nutricional e minimiza os gastos com energia elétrica.

Neste sistema de cultivo, a qualidade da água é fator primordial, pois o uso de água salina no preparo da solução nutritiva provoca redução no crescimento das plantas, como decréscimo o número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012; DIAS et al., 2011). No preparo da solução nutritiva deve se dar atenção à qualidade da água utilizada, principalmente quanto à concentração de sais dissolvidos, pois a salinidade do meio prejudica o desenvolvimento das plantas por diminuição do potencial osmótico da solução associado ao estresse hídrico pela dificuldade de absorver água e nutrientes, além de ocorrer o acúmulo de íons tóxicos nos tecidos (Cl^- e Na^+) e, consequentemente, o desequilíbrio iônico (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012).

Além da redução no crescimento das plantas cultivadas em solução salina estudos mostraram que o excesso de sódio e cloro na água provoca um desbalanço nutricional nas plantas, como redução na absorção de potássio, cálcio e magnésio (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012; SOARES et al., 2016; COVA et al., 2017).

O cálcio é constituinte da parede celular e atua na maioria dos processos de crescimento, desenvolvimento, manutenção e reprodução, sendo responsável pela resistência mecânica das estruturas vegetais, promoção da junção das células e exoesqueleto, além disso, controla altas pressões de turgência e atua na proteção contra agressões físicas e químicas (TAIZ et al., 2017).

A deficiência de cálcio em plantas de alface acarreta em menor altura, área foliar e número de folhas e, consequentemente, menor produção de massa seca da parte aérea e

radicular (ALMEIDA et al., 2011). A deficiência de cálcio também caracteriza na redução no crescimento dos tecidos meristemáticos, resultando em prejuízo para as extremidades das folhas, apresentando-se deformadas e cloróticas (ALBERONI, 1998). Além disso, o cálcio quando apresenta níveis de deficiência para a planta ocasiona a “Queima das Bordas (*Tip burn*)” que é um distúrbio fisiológico ocasionado pela concentração salina desbalanceada.

A queima das bordas, na maioria das vezes, está associada à deficiência de cálcio, induzida por condições edafoclimáticas adversas do meio, tais como estresse osmótico, normalmente encontrado em condições de controle inadequado da solução nutritiva (PEREIRA; JUNQUEIRA; OLIVEIRA, 2005).

Devido à escassez de estudos sobre estresse salino em nutrição mineral em alface e tendo em vista que o cálcio é um dos principais nutrientes absorvidos pela cultura sendo também o mais afetado em condições salinas, surge a necessidade do desenvolvimento de estudo sobre a nutrição cálcica na cultura da alface submetida a estresse salino. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito do enriquecimento da solução nutritiva com nitrato de cálcio em soluções preparadas com águas salinas na cultura da alface, bem como a tolerância da cultivas à salinidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura da alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae, a mesma das chicórias e almeirões. É originária de espécies silvestres, ainda encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental. Quanto às suas características, a alface é classificada como uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. As partes comestíveis (folhas) crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, como também pode haver ou não a formação de uma “cabeça”, que possui uma coloração variada, podendo ter diversos tons de verde ou roxa conforme a cultivar (FILGUEIRA, 2008).

Por ser uma hortaliça de clima temperado, a alface possui melhor adaptação a baixas temperaturas. De acordo com Gomes et al. (2005), a alface é cultivada em todas as regiões brasileiras, porém há restrições quanto a seu cultivo, uma vez que esta apresenta sensibilidade quanto às condições adversas de temperatura, umidade do ar e precipitação pluvial. De maneira geral, para Henz e Suinaga (2009), a maioria das cultivares de alface apresentam melhor desenvolvimento em ocorrência de temperaturas amenas, entre 15°C e 24°C, principalmente no período de crescimento vegetativo. Por outro lado, Turini et al. (2011), relatam que elevadas temperaturas do ar (acima de 20 °C) e intensa radiação solar favorecem o pendoamento precoce das plantas, podendo provocar queima das bordas das folhas externas, formar cabeças pouco compactas e também contribuir para a ocorrência de deficiência de cálcio conhecida como “*tipburn*” (queima das bordas das folhas novas).

A alface é considerada a principal hortaliça folhosa no Brasil (SALA; COSTA, 2012). Atualmente, a alface do grupo crespa tem apresentado maior importância econômica, apresentando uma taxa de preferência de 70% no mercado brasileiro, seguida pela americana (15%), lisa (10%) e romana (SUINAGA et al., 2013). De acordo com Silva (2017), a predominância no mercado da alface tipo crespa, no Brasil, se dá pelo fato das plantas deste grupo apresentarem grande porte e serem facilmente manuseadas e acondicionadas devido às características de suas folhas.

O consumo desta hortaliça vem aumentando devido não somente ao crescimento populacional, mas também devido a uma tendência de mudança nos hábitos alimentares dos consumidores (POTRICH; PINHEIRO; SCHMIDT, 2012). Os hábitos alimentares da população evidenciam essa condição que é favorecida pela fácil aquisição do produto, pelo

seu sabor, por ser uma hortaliça de baixo custo e, além disso, pela qualidade nutricional (ABREU et al., 2010).

A qualidade nutricional é um fator importante, uma vez que a alface é fonte de vitaminas e sais minerais, como também devido ao baixo teor de calorias e a fácil digestão, é recomendada para dietas alimentares ricas em fibras (MOTA et al., 2012). Além disso, são encontradas quantidades significativas de betacaroteno, potássio, cálcio, ferro, e alguns fitoquímicos, como a lactucina e os flavonoides (SILVA et al., 2011), além de propriedades antioxidantes (MELO et al., 2006).

Conforme dados da CEAGESP, no ano de 2017 foram comercializadas 49.435,5 toneladas de alface. É o 18º produto mais comercializado na CEAGESP. Além disso, as variedades mais comercializadas no CEAGESP são: Americana (47%), Crespa (38,5%), Mimosa (5,9%), Lisa (4,28%) e Romana (1%) (CEAGESP, 2017).

Na safra 2017/2018, as principais microrregiões que forneceram alface para as Ceasas encontravam-se no estado de São Paulo. Já na região Nordeste, o Ceará é o principal estado ao qual fornece alface para as Ceasas, com destaque para a microrregião de Ibiapaba-CE, que no mês de novembro de 2018 apresentou uma quantidade ofertada de 275.850 kg (CONAB, 2018).

2.2 Cultivo da alface em sistema hidropônico

Diversos são os sistemas produtivos de alface adotados no Brasil, tais como o cultivo convencional, o sistema orgânico em campo aberto, o cultivo protegido no sistema hidropônico e no solo. Estes sistemas diferenciam-se no manejo da espécie e também no manuseio pós-colheita (RESENDE et al., 2007; FILGUEIRA, 2008).

A técnica de cultivo de hortaliças em ambiente protegido tem sido uma atividade bastante consolidada, com avanços tecnológicos nas últimas décadas no Brasil e no mundo (SILVA et al., 2003; ANDRADE et al., 2011). De acordo com algumas pesquisas, o cultivo da alface em ambiente protegido tem evidenciado resultados significativos quando comparado ao cultivo em campo (DIAMANTE et al., 2013).

Diversos são os benefícios proporcionados quando se trabalha com cultivo em ambiente protegido, uma vez que, além da praticidade no manejo, a limpeza e versatilidade desta modalidade, torna-se possível reduzir o uso de produtos químicos, diminuir o consumo de água, produzir fora de época, gerar maior produtividade e, conseqüentemente, melhor

preço, devido à alta qualidade do produto (CASTELLANE; ARAÚJO, 1994; FAQUIN; FURTINI NETO; VILELA, 1996; RESH, 1997; PAIVA, 1998).

A hidroponia é considerada um dos métodos mais adotados quando se trabalha em ambientes protegidos (SOUZA NETO et al., 2010). Diante disso, a cultura da alface tem ganhado destaque quando cultivada em sistema hidropônico, uma vez que o porte e conformidade da planta proporciona uma fácil adaptação, resultando em alto rendimento e reduções de ciclo em relação ao cultivo no solo (OHSE, et al 2001).

A hidroponia consiste em uma das técnicas de cultivo protegido que utiliza solução para a nutrição das plantas podendo haver ou não, a presença de substrato para a fixação das raízes (FURLANI et al., 2009).

Para Santos (2000), o cultivo hidropônico apresenta vantagens para o consumidor, produtor e meio ambiente. Para o consumidor, o autor cita como vantagens o consumo de hortaliças com alta qualidade nutritiva, sendo estas produzidas com ausência ou uso reduzido de defensivos; maior uniformidade, aproveitamento e durabilidade das hortaliças. Quanto ao produtor, realçam-se as seguintes vantagens: ambiente de trabalho agradável, confortável e higiênico, despendendo menos esforço físico; operações como gradagem, aração, capinas, aplicação de herbicidas, e rotação de culturas são dispensadas; maior número de colheitas ao ano; maior produtividade, assim obtendo mais lucro (também pelo fato deste produto ser vendido com preços superiores aos dos produtos convencionais). No que diz respeito ao meio ambiente, as vantagens são que o mesmo recebe menos adubos minerais, defensivos e menores perdas de água no sistema quando se comparados na produção à campo aberto (convencional).

Vários são os sistemas de cultivo hidropônico, os quais diferem entre si quanto à forma de sustentação da planta (meio líquido e substrato), ao reaproveitamento da solução nutritiva (circulantes ou não circulantes) e ao fornecimento da solução nutritiva (contínua ou intermitente) (UFRB, 2007). Existem diferentes técnicas de cultivo hidropônico, sendo elas a aeroponia, cultivo por submersão e drenagem (*flood and drain*), hidroponia de aeração estática (*floating*), cultivo com substratos e a técnica do filme nutriente (NFT) ou técnica do fluxo laminar de nutrientes (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012). Conforme Cometi (2003), o sistema NFT tem sido considerado o mais viável comercialmente para o cultivo de diferentes culturas, em especial para as hortaliças folhosas.

No sistema NFT, as plantas são cultivadas em canais de cultivo por onde a solução nutritiva circula, intermitentemente, em intervalos definidos e controlados por um temporizador. Além disso, as raízes das plantas ficam apenas parcialmente submersas na

lâmina de solução nutritiva que circula, de forma a permitir a respiração normal das raízes (BEZERRA NETO; BARRETO, 2012).

O sistema hidropônico NFT é o mais utilizado a nível comercial devido a várias vantagens em relação a outros sistemas, como por exemplo, menor gasto de mão-de-obra com limpezas, principalmente quando não utiliza substrato; fornecimento adequado de nutrientes sendo desnecessário o uso de substratos; maior rapidez e custo de implantação; possibilidade de ajustar o sistema de acordo com a cultura; permite acompanhamento bem facilitado do sistema radicular quando não se usa substrato; admite a injeção de possíveis substâncias reguladoras de crescimento e fungicidas via solução nutritiva. Apesar disso, ainda de acordo com o autor, o sistema apresenta problemas que merecem cuidados, visto que o sistema é circulante e na maioria das vezes não usa substrato, seu funcionamento fica inteiramente dependente do suprimento de energia elétrica ou de sistemas alternativos de bombeamento da solução, como também, o controle de doenças pode ser bastante dificultado pela rápida disseminação através da solução (COMETI, 2003).

A grande desvantagem deste sistema é que qualquer eventual problema de energia elétrica pode causar problema na bomba, impedindo o fluxo do filme, o que se ocorrido nos períodos mais quentes do dia pode até ocasionar a perda da produção (MATSURA et al., 2015). Concomitantemente, o elevado consumo de energia elétrica empregada para a circulação da solução nutritiva em intervalos curtos de tempo, geralmente de 15 minutos, por meio de motobombas, também tem-se apresentado como um fator limitante (NOGUEIRA FILHO; MARIANI, 2000).

O uso de substrato inerte no cultivo hidropônico surgiu como um sistema de cultivo alternativo ao NFT, garantindo com que haja uma redução no tempo de irrigação, uma vez que o substrato mantém umidade do meio radicular por mais tempo, ocasionando assim menor consumo de energia, podendo proporcionar economia de até 92% (ANDRIOLO et al., 2004).

2.3 Salinidade na alface

Para a FAO, a alface é classificada como moderadamente sensível à salinidade do solo, observando que seu rendimento potencial é alcançado quando a condutividade elétrica do extrato saturado atinge o valor limiar de $1,3 \text{ dS m}^{-1}$ com redução de 13% do rendimento por aumento unitário de salinidade acima do valor limite (AYERS; WESTCOT, 1999).

Diversos trabalhos estão disponíveis na literatura, nos quais utilizam águas salinas no cultivo de alface em diferentes sistemas de cultivo. Em trabalho realizado por Paulus et al. (2010), utilizou-se duas cultivares de alface (Verônica e Pira Roxa) produzidas em casa de vegetação e adotando-se do sistema NFT, neste estudou-se os efeitos de cinco níveis de salinidade da água de irrigação (0,42, 1,53, 3,52, 5,55 e 7,43 dS m⁻¹), nos quais pôde-se comprovar que o aumento da salinidade da água reduziu linearmente as massas fresca e seca das folhas, caule, raízes e da parte aérea, mas que apesar disso, quando se dispõe de cultivo hidropônico, há a possibilidade do uso da água salina como alternativa para produção de hortaliças.

Pesquisando analisando o aproveitamento da água salobra subterrânea e do rejeito da sua dessalinização no cultivo hidropônico de duas variedades de alface (Vera e AF-1743), verificando que o aumento da salinidade levou à redução linear do crescimento das plantas de alface, sendo que a variedade ‘Vera’ teve menor crescimento e rendimento absoluto que a ‘AF-1743’, por outro lado, para ambas as variedades a redução percentual em função da salinidade foi equivalente: o acúmulo de massa fresca da parte aérea foi reduzido à razão de 17,06 e 15,74% para ‘Vera’ e ‘AF-1743’, respectivamente (SANTOS et al., 2010a).

Em outras pesquisas avaliaram os índices de produção da alface (*Lactuca sativa* L., cultivar Vera) cultivada em sistema hidropônico alternativo, sendo as plantas nutridas com solução preparada com água de abastecimento, água de rejeito coletada no dessalinizador e da sua diluição com água de abastecimento a 75, 50 e 25%. Os autores observaram que a salinidade da solução nutritiva reduziu em 6,64% a produção de matéria seca da alface, cv. Vera, por cada incremento unitário acima de 1,73 dS m⁻¹, apesar disso, rejeito da dessalinização da água pode ser usado para produção de alface em sistema hidropônico na proporção de 23% em solução nutritiva (MORAES et al., 2014).

Analisando as variáveis número de folhas, fitomassa fresca e seca de folhas, caule e raízes, e fitomassa total da parte aérea, utilizando a variedade de alface do grupo crespa (cv. Valentina e Alcione), submetidas a quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (variando de 1,6 a 7,6 dS m⁻¹), os autores observaram que todas as variáveis foram significativamente afetadas pelos níveis de salinidade, observando que apenas a fitomassa seca das folhas e a fitomassa fresca das raízes diferiram entre as cultivares. Os mesmos autores ainda verificaram que o ponto de máxima produção de matéria fresca das folhas foi observado na condutividade elétrica de 3,5 dS m⁻¹, enquanto que o acúmulo de fitomassa decresceu 31,48% para condutividade elétrica de 7,6 dS m⁻¹ (GUIMARÃES et al., 2017)

2.4 Adubação mineral na cultura da alface

Para cultivos comerciais, a adubação mineral equilibrada se faz necessária, visto que, na fertilização da alface, os elementos mais absorvidos são o potássio, nitrogênio, o cálcio e o fósforo (SILVA et al., 2018). A cultura da alface é exigente em nitrogênio e, uma vez que este nutriente esteja em deficiência, retardará o crescimento da planta, induzindo a má formação da cabeça e o amarelecimento das folhas mais velhas (OLFATI et al., 2009). Devido à alface ser constituída basicamente por folhas, a mesma responde bem ao fornecimento de nitrogênio, sendo que este nutriente requer um manejo especial quanto à adubação por ser de fácil lixiviação e pelo fato da alface absorver maior quantidade na fase final do ciclo (MOTA et al., 2016).

Vários fatores são responsáveis pela dinâmica dos nutrientes da planta, dentre alguns que podem ser citados, têm-se as características do solo, época de aplicação, condições climáticas e as práticas de manejo de solo adotadas (SANTOS et al., 2010b).

O cálcio tem muitos efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento da planta (TAIZ et al., 2017). Dentre algumas funções que o cálcio apresenta, podem ser citadas que o mesmo é essencial na manutenção da integridade estrutural das membranas e das paredes celulares, no processo de divisão celular, na absorção iônica, na germinação do grão de pólen e no crescimento do tubo polínico (VITTI; LIMA; CICARONO, 2006). A baixa concentração de cálcio na planta ocasiona a fuga de íons e metabólitos pela membrana plasmática, uma vez que o cálcio liga-se a fosfolipídeos, estabilizando as bicamadas lipídicas e proporcionando integridade estrutural das membranas celulares (MARSCHNER, 1995). Visualmente, a característica da deficiência de cálcio é observada pelo surgimento de necrose, principalmente nas extremidades das folhas em desenvolvimento (COLLIER; TIBBITTS, 1982), deficiência esta conhecida como “*tip burn*”.

O desenvolvimento de plantas de alface crespa solta (cv. Brisa) em um ensaio de omissão de macronutrientes, verificando que omissão de macronutrientes ocasiona a redução do desenvolvimento nas plantas de alface crespa. Além disso, a ordem de limitação no desenvolvimento, determinada por meio da massa seca da parte aérea nas plantas de alface crespa é $N > S > Ca > Mg > P$ e K (TISCHER; SIQUEIRA NETO, 2012).

Martins et al. (2017), avaliaram a aplicação de diferentes doses de nitrato de cálcio em diferentes épocas de aplicação na alface americana, sendo a 1ª época (50% da dose no transplantio e 50% aos 20 dias após o transplantio) e a 2ª época (50% aos 10 dias e 50% aos 20 dias após o transplantio) em cinco doses (0, 150, 300, 450 e 600 kg ha⁻¹). Os mesmos

autores observaram que para as características altura da cabeça e diâmetro da cabeça não houve alterações com o aumento das doses de nitrato de cálcio, ao passo que para o diâmetro do caule ocorreu interação entre as épocas e doses de nitrato de cálcio, cuja aplicação na 2ª época apresentou ponto de máximo estimado de 351 kg ha^{-1} , enquanto que na 1ª época houve incremento crescente em função do aumento das doses de nitrato de cálcio.

Dalastra (2017) avaliou o efeito de diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva em sistema hidropônico NFT, na nutrição e a produção econômica de alface americana (cv. Betty), sendo os estudos realizados aos 10, 17, 24 e 31 dias após o transplantio. O autor pôde observar que a condutividade elétrica da solução nutritiva alterou o desempenho técnico e econômico da cultura, como também, que a maior produção e lucratividade de alface americana foi obtida com condutividade de $1,8 \text{ dS m}^{-1}$, devido ao maior acúmulo de nutrientes na parte aérea e raízes, bem como pela maior eficiência de utilização de nutrientes.

Conforme apresentado, é possível observar que a absorção de nutrientes pode ser comprometida em situações em que as plantas estejam submetidas ao estresse salino, sendo o cálcio um dos componentes mais afetados. Em parte, a redução na produtividade das culturas sob estresse salino deve-se ao desequilíbrio nutricional provocado, ocasionado, principalmente, pelo acúmulo de sódio no tecido foliar, o qual promove a redução na absorção de potássio, cálcio, magnésio e nitrogênio, conforme observado em estudos com alface (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização geográfica e características da área experimental

O experimento foi conduzido nos meses de fevereiro a março de 2018, realizado em casa de vegetação localizada no setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF), no campus oeste da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no município de Mossoró, RN (5° 11' LS; 37° 20' LO e 18 m de altitude).

Figura 1. Área do setor experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais (DCAF). Em detalhe: local de desenvolvimento do experimento.



Fonte: Google Maps.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi instalado seguindo o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram representados por cinco soluções nutritivas (S1 – solução nutritiva padrão, S2 – Solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹); S3 – solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (50%), S4 – solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (100%), S5 – solução nutritiva padrão + NaCl (3,5 dS m⁻¹) + Ca(NO₃)₂ (150%)). Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições, representadas por quatro sacos plásticos de 3 L, usando como substrato fibra de coco, onde em cada saco foi colocada uma planta.

A solução S1 correspondeu à solução padrão (FURLANI et al., 1999), contendo as seguintes doses de fertilizantes, em mg L⁻¹: 750 de nitrato de cálcio; 500 de nitrato de potássio; 150 de fosfato monoamônio; 400 de sulfato de magnésio; 0,15 de sulfato de cobre; 0,50 de sulfato de zinco; 1,50 de sulfato de manganês; 1,50 de ácido bórico; 0,15 de molibdato de sódio e 60 de FeEDDHA-6%. Para o ajuste do pH da solução, entre 6,0 a 6,5, foram aplicadas soluções de 0,1 mol L⁻¹ de KOH ou HCl. Após o preparo das soluções nutritivas foram determinadas as suas respectivas condutividades elétricas utilizando-se um condutivímetro de bancada, obtendo-se os seguintes valores 1,8; 4,8; 5,4; 6,0; 6,6 dS m⁻¹, para as soluções S1, S2, S3, S4 e S5, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidades de fertilizantes e cloreto de sódio, utilizadas no preparo das soluções nutritivas e suas respectivas condutividades elétricas (g 60 L⁻¹).

Fertilizantes	S1* SNP	S2 SNP + NaCl	S3 SNP + NaCl + Ca(NO ₃) ₂ (50%)	S4 SNP + NaCl + Ca(NO ₃) ₂ (100%)	S5 SNP + NaCl + Ca(NO ₃) ₂ (150%)
MAP	9	9	9	9	9
Nitrato de Cálcio	45	45	67,5	90	112,5
Nitrato de potássio	30	30	30	30	30
Sulfato de magnésio	24	24	24	24	24
Rexolin [®]	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
NaCl	0	80	80	80	80
CE (dS m ⁻¹)	1,8	4,8	5,4	6,0	6,6

* (FURLANI et al., 1999)

3.3 Irrigação e tratos culturais

As irrigações foram realizadas através de sistema de irrigação por gotejamento, independente para cada solução nutritiva. Ao todo, o sistema de irrigação foi composto por cinco reservatórios de PVC (60 L), motor bomba, linhas laterais com diâmetro de 16 mm e emissores do tipo microtubos com 0,8 mm de diâmetro interno e 25 cm de comprimento, com vazão média de 2,5 L h⁻¹, utilizando um emissor por planta.

A implantação da cultura foi realizada utilizando mudas de alface do grupo crespa, cv. Elba, produzidas em bandejas de poliestireno expandido e substrato comercial para hortaliças. As mudas foram transplantadas quando apresentarem 4-5 folhas definitivas, colocando-se uma muda em cada saco. Os vasos foram dispostos sobre uma bancada de madeira com 0,5 m de altura, utilizando o espaçamento de 0,25 m entre plantas (Figura 2).



Figura 2. Vista geral do experimento com 10 (A) e 30 (B) dias após o transplantio.

O controle da irrigação foi realizado através de temporizador digital (Timer), ajustando-o de acordo com cada tratamento, sendo o primeiro realizado as 7:00 da manhã, a segunda irrigação as 09:00 da manhã, a terceira irrigação as 11:00 da manhã, a quarta irrigação as 13:00 da tarde, a quinta irrigação as 15:00 da tarde e a sexta irrigação as 17:00 da tarde. De forma geral, a programação da irrigação foi definida ajustando-se o tempo de cada evento para 30 segundos no período do transplantio (DAT) e 1 min de 16 aos 30 DAT, aplicando-se em cada irrigação o volume de solução suficiente para provocar pequena drenagem nos sacos.

3.4 Variáveis analisadas

Antes da colheita (30 dias) determinou-se o índice relativo de clorofila utilizando um clorofilômetro portátil (CCM-200, Opti-Science), analisando duas plantas por parcela.

As plantas foram colhidas aos 30 dias após o transplantio e foram avaliadas quanto às seguintes variáveis: diâmetro da copa, número de folhas totais, área foliar, diâmetro do caule, massa fresca comercial, massa seca total, suculência foliar ($\text{g H}_2\text{O cm}^{-2}$ folha) e área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ massa seca de folhas).

Além disso, em parte das plantas foi realizada a análise das características de qualidade, sendo analisadas as seguintes variáveis: pH, acidez titulável (%), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) e Vitamina C (mg 100 mL).

A) Diâmetro da copa - determinado utilizando-se de uma régua graduada, medindo a parte aérea da planta de uma extremidade a outra.

B) Número de folhas totais - determinados no dia da colheita, sendo considerado para o número de folhas comerciais apenas aquelas com tamanho superior a 3 cm e que apresentassem mais de 70% de coloração verde, e sem a presença de danos físicos e/ou secas.

C) Área foliar - determinada pelo método dos discos foliares utilizando um anel volumétrico de inox com diâmetro interno de 5 cm, coletando se 10 discos foliares por planta. Os discos foliares foram acondicionados em sacos de papel e secos em estufa com circulação forçada de ar em temperatura 65 °C até atingir peso constante. A partir dos valores da área dos discos, da massa seca dos discos e das folhas determinou se a área foliar da planta utilizando a equação 1.

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

Em que:

AF – área foliar, cm²;

AD – área foliar do disco, cm²;

MSF – massa seca de folhas, g;

MSD – massa seca do disco foliar, g;

N – número de discos utilizados na parcela.

D) Diâmetro do caule - determinado utilizando um paquímetro digital, medindo-se distante 1,0 cm da região do corte.

E) Massa fresca das plantas - determinada logo após a coleta, utilizando-se uma balança digital de precisão.

F) Massa seca - as plantas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 65 °C (±1), permanecendo na estufa até que atingiram peso constante. Em seguida foram pesadas em balança digital de precisão (0,01g).

G) Suculência foliar – determinada pela relação entre a massa de água contida na folha e a área foliar, segundo a equação 2.

$$SF = \frac{(MFF - MSF)}{AF} \quad (2)$$

Em que:

SF – suculência foliar, mg H₂O cm⁻² MSF;

MFF – massa fresca de folhas, g;

MSF – massa seca de folhas, g;

AF – área foliar, cm².

H) Área foliar específica - determinada pela razão entre a área foliar e sua respectiva massa seca, segundo a equação 3.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (3)$$

Em que:

AFE – área foliar específica, cm² g⁻¹ MSF;

AF – área foliar, cm²;

MSF – massa seca de folhas, g.

As análises de qualidade das folhas foram realizadas no Laboratório de Pós-colheita da UFRSA, onde as amostras foram trituradas em liquidificador doméstico, em seguida retiradas as quantidades necessárias para cada análise.

I) pH - utilizou-se amostras contendo 10 g de polpa de alface, adicionada 100 mL de água destilada e a determinação foi feita através de pHmetro de bancada.

J) Sólidos solúveis (SS) - determinado utilizando um refratômetro digital, os resultados expressos em °Brix.

K) Acidez titulável (AT) - determinada pelo método da titulação, utilizando 10 g de polpa diluída em 100 mL de água destilada. Procedimento volumétrico: encheu-se a bureta com Hidróxido de sódio (NaOH) 0,02N, acrescentou-se a amostra 3 a 4 gotas de fenolftaleína e titulou com o NaOH até que a cor ficasse levemente rósea.

L) Vitamina C - utilizando uma amostra de 10g do material triturado diluída para 100 mL de ácido oxálico, em seguida retirou-se uma alíquota de 5 ml e adicionou 45 mL de água. A titulação foi efetuada com DFI (0,094 mg/mL) até atingir uma coloração rosada.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando detectada significância pelo teste F, as médias foram submetidas ao teste de Tukey (p < 0,05). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR 5.0 (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de variância verificou-se efeito significativo das soluções nutritivas sobre as variáveis diâmetro da copa, massa fresca total, número de folhas, número de folhas totais, massa seca total, área foliar, área foliar específica, acidez titulável ($p < 0,01$), bem como para as variáveis índice relativo de clorofila, suculência foliar e sólidos solúveis ($p < 0,05$). Não houve resposta significativa as soluções nutritivas para o diâmetro do caule, potencial hidrogeniônico (pH) e vitamina C (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para diâmetro da copa, diâmetro do caule, número total de folhas totais, massa fresca total, massa seca total, índice relativo de clorofila, área foliar, área foliar específica, suculência foliar, sólidos solúveis, acidez titulável, potencial hidrogeniônico (pH), vitamina C em alface submetida a diferentes soluções nutritivas.

Variáveis	FV		CV
	Solução Nutritiva	Resíduo	
Diâmetro da copa	133,50**	7,82	8,87
Diâmetro do caule	3,03 ^{ns}	1,71	14,0
Número de folhas totais	49,17**	6,57	14,08
Área foliar	16517780,41**	460807,27	19,06
Massa fresca total	11037,81**	1293,44	31,48
Massa seca total	26,63**	3,39	26,49
Índice relativo de clorofila	7,19*	5,09	15,95
Área foliar específica	88785,82**	11450,23	22,42
Suculência foliar	47,39*	14,79	12,51
Sólidos solúveis	1,66*	0,38	9,74
Acidez titulável	0,00039**	0,000051	8,36
Potencial hidrogeniônico (pH)	0,040 ^{ns}	0,025	2,70
Vitamina C	0,078 ^{ns}	0,069	9,05

*, **, ns – significativos a 5%, 1% e não significativos, respectivamente.

O diâmetro da copa não foi afetado pela adição de cloreto de sódio na solução nutritiva (S2), porém verificou-se que esta variável foi reduzida quando a solução nutritiva salinizada (S2) foi enriquecida com nitrato de cálcio, principalmente a partir da adição extra

de 100% de nitrato de cálcio (S4), sendo a maior perda (36,5%) observada na solução nutritiva na dose extra de 150% desse fertilizante (Figura 3).

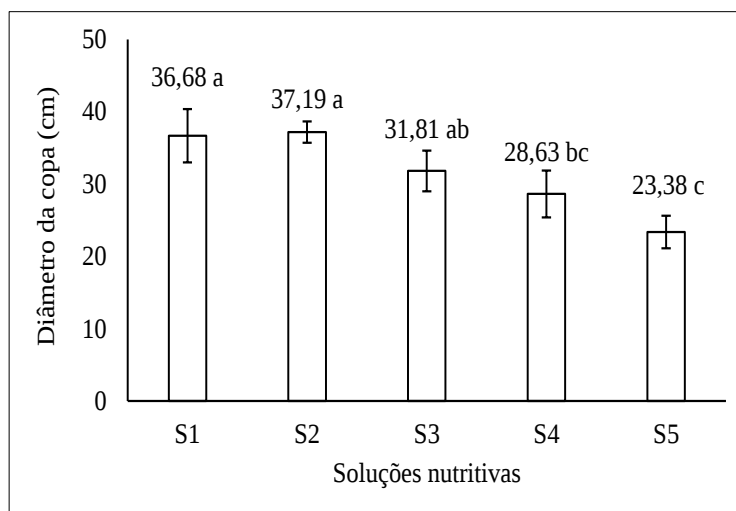


Figura 3. Diâmetro da copa da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Na literatura são encontrados resultados divergentes quanto ao efeito da salinidade sobre o diâmetro da copa em alface, sendo em alguns casos observado resposta quadrática dessa variável com o aumento da salinidade (FERNANDES et al., 2018), trabalhando com alface americana em sistema hidropônico NFT; por outro lado, Guimarães et al. (2016) trabalhando com sete cultivares de alface cultivada em solo acondicionadas em vasos, verificaram resposta variada de acordo com a cultivar analisada, sendo observada resposta positiva para algumas cultivares, negativa para outras, inclusive não apresentando resposta significativa. Esses resultados mostram que a variável diâmetro da copa não apresenta-se como um parâmetro a ser avaliado na tolerância da alface a salinidade, pois além de ser essa variável em função da condição de cultivo e da cultivar utilizada, depende do arranjo das folhas no caule.

Não houve efeito significativo da solução nutritiva sobre diâmetro do caule (DC), obtendo-se diâmetro médio de 9,36 mm (Figura 4). Esse resultado corrobora com o apresentado por Guimarães et al. (2017) trabalhando com duas cultivares de alface em cultivo hidropônico NFT. Entretanto diferem dos resultados apresentados por Oliveira et al. (2011) e Paulus et al. (2012), onde, observaram que a salinidade da água influenciou negativamente o número de folhas, altura de planta e o diâmetro de caule da alface.

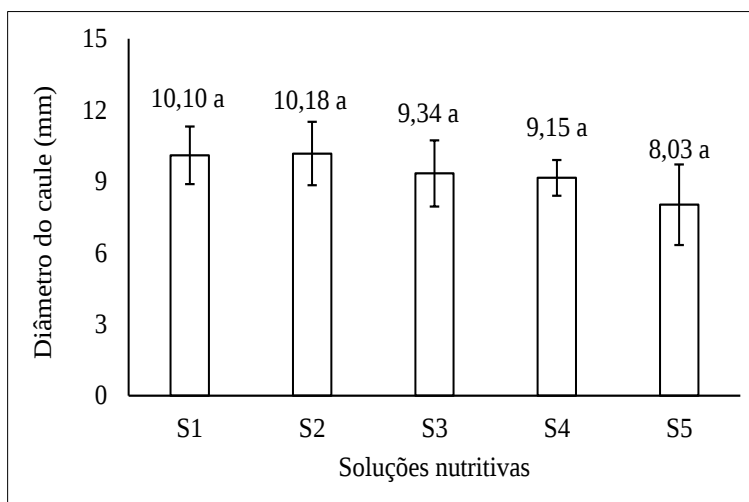


Figura 4. Diâmetro do caule da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

O número de folhas não foi afetado pela salinidade da solução nutritiva com a adição de NaCl, no entanto foi reduzida significativamente quando a solução nutritiva salinizada foi enriquecida com nitrato de cálcio em 150% extra (S5), ocorrendo uma perda de 34,7%, quando comparada a solução nutritiva padrão (S1) (Figura 5).

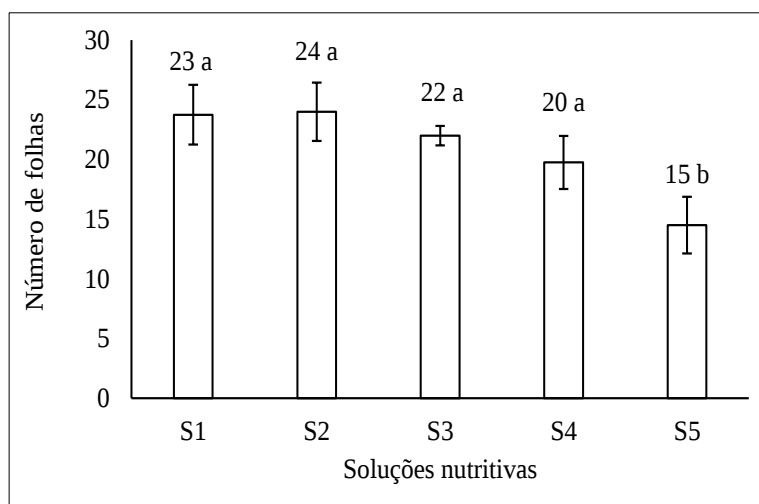


Figura 5. Número de folhas da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Silva et al. (2018), que não verificaram efeito significativo da salinidade sobre o número de folhas da alface. Porém, divergem, em parte, dos observados por Oliveira et al. (2011) e Fernandes et al. (2018), os quais observaram redução linear no número de folhas com aumento da salinidade. No entanto outros autores, a exemplo de Guimarães et al. (2016), verificaram que o efeito da salinidade

pelo número de folhas depende do material genético utilizado. Oliveira et al. (2018), trabalhando com salinidade e nitrato de cálcio em alface não verificaram efeito do cálcio sobre o número de folhas, divergindo do observado no presente trabalho.

A área foliar foi reduzida significativamente pela adição de cloreto de sódio na solução nutritiva (S2) ocorrendo perda de 30,6%. Além disso, verificou-se que o enriquecimento da solução S2 com nitrato de cálcio aumentou o efeito da salinidade sobre a área foliar, sendo os menores valores obtidos nas maiores concentrações de nitrato de cálcio, nas quais ocorreram perdas de 67,8 e 77,5% em S4 e S5, respectivamente, em comparação com a área foliar obtida em S1 (Figura 6).

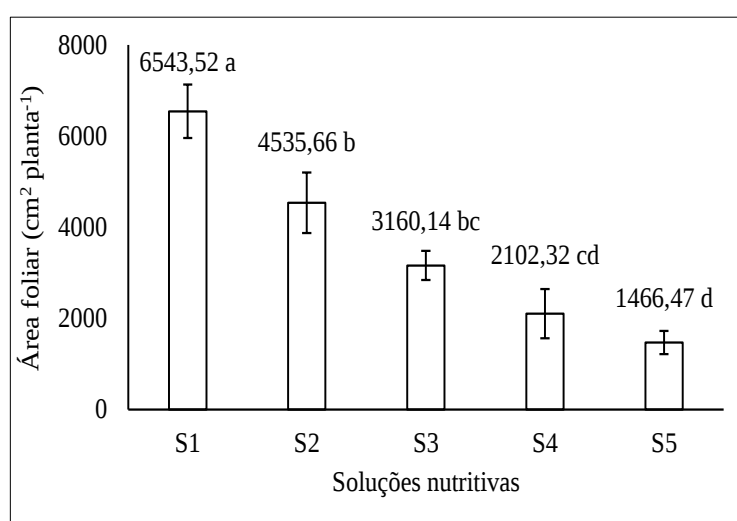


Figura 6. Área foliar da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

A redução no desenvolvimento foliar nas soluções com maior concentração de nitrato de cálcio pode ser atribuído ao efeito direto do fertilizante com o aumento da salinidade na solução nutritiva, em que a dose extra de 150% de nitrato de cálcio proporcionou na solução nutritiva uma condutividade elétrica de $6,6 \text{ dS m}^{-1}$.

A área foliar é a variável de crescimento mais afetada pela salinidade (OLIVEIRA et al., 2011, 2018; GUIMARÃES et al. 2016). A redução na área foliar sob estresse salino ocorre devido à diminuição no volume de células, e contribui de certo modo, para adaptação da cultura à salinidade, uma vez que permite a conservação de água, pela menor área transpiratória das plantas (MITTOVA et al., 2002; TAIZ et al., 2017). Considerando que a área foliar é em função do número e do tamanho unitário de folhas, percebe-se que o efeito da salinidade foi mais evidente sobre a expansão do limbo foliar, estando de acordo com resultados apresentado por Dias et al. (2011) e Oliveira et al (2018).

A massa fresca total da alface não foi afetada pela adição de cloreto de sódio na solução nutritiva (S2), no entanto verificou-se redução expressiva à medida que a solução nutritiva salinizada (S2) foi enriquecida com nitrato de cálcio, ocorrendo perdas de 28,5; 56,7 e 71,6% para S3, S4 e S5, respectivamente, em relação à solução nutritiva padrão (S1) (Figura 7).

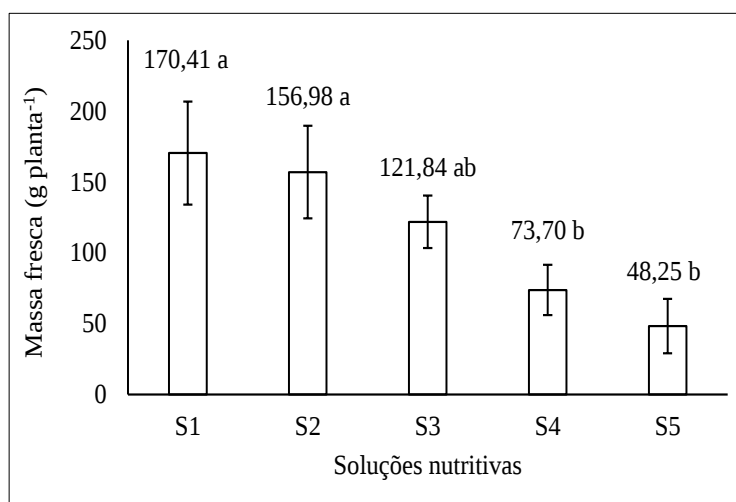


Figura 7. Massa fresca total da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

A massa fresca da alface apresenta comportamento semelhante ao ocorrido para área foliar nas soluções com maior concentração de nitrato de cálcio, tendo em vista que as folhas representam o órgão da planta mais representativo nesta espécie. Esta redução provocada pelo uso da solução nutritiva mais salina (S5) está de acordo com o observado por vários autores (DIAS et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011, 2018; GUIMARÃES et al., 2016; FERNANDES, 2018).

Assim como observado para a massa fresca, também não houve diferença entre a solução nutritiva padrão (S1) e a solução salinizada com NaCl (S2) sobre o acúmulo de massa seca, assim como ocorreu redução significativa com o incremento de nitrato de cálcio na solução nutritiva salinizada, especialmente nas concentrações extras de 100% (S4) e 150% (S5) de nitrato de cálcio, nas quais ocorreram perdas de 44,9 e 64,9% em comparação com a massa seca obtida nas plantas fertirrigadas com solução nutritiva padrão (S1) (Figura 8).

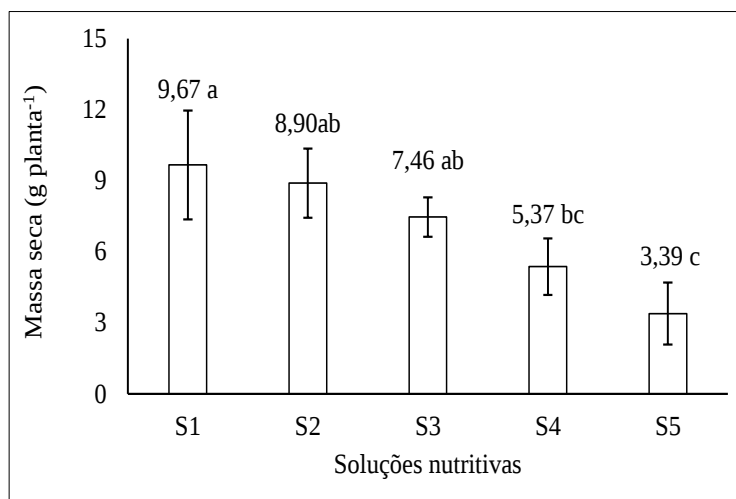


Figura 8. Massa seca total da alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

A semelhança observada na resposta da alface à salinidade para as variáveis massa fresca e massa seca ocorre devido a reduzida interferência no teor de matéria seca nas plantas em decorrência da salinidade, conforme observado por Borghesi et al. (2013). Outros autores também verificaram redução significativa na matéria seca da alface em plantas submetidas ao estresse salino, seja no cultivo em solo (OLIVEIRA et al., 2011, GUIMARÃES et al., 2017), em sistema hidropônico NFT (PAULUS et al., 2012; COVA et al., 2017) ou no cultivo em substrato (BORGHESI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2018; TARGINO et al., 2019).

A redução na massa seca em plantas cultivadas sob estresse salino ocorre porque o excesso de sais modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a elasticidade da parede celular, reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (TAIZ et al, 2017).

De acordo com Munns (2005), os principais efeitos da salinidade nas culturas não tolerantes ao sal é a diminuição da taxa fotossintética, este efeito ocorre, sobretudo, pelo acúmulo excessivo de íons tóxicos, distúrbios na nutrição mineral e/ou redução na turgescência que favorecem a inibição da expansão foliar afetando o processo fotossintético e reduzindo, consequentemente, a produção de fotoassimilados.

O índice relativo de clorofila (IRC) foi afetado de forma positiva com incremento da salinidade e da adição extra de nitrato de cálcio, sendo o maior valor obtido nas plantas fertirrigadas com solução salinizada enriquecida com a maior concentração de nitrato de cálcio (S5), na qual obteve-se aumento de 40,3% em comparação com o índice de clorofila obtido na solução nutritiva padrão (Figura 9).

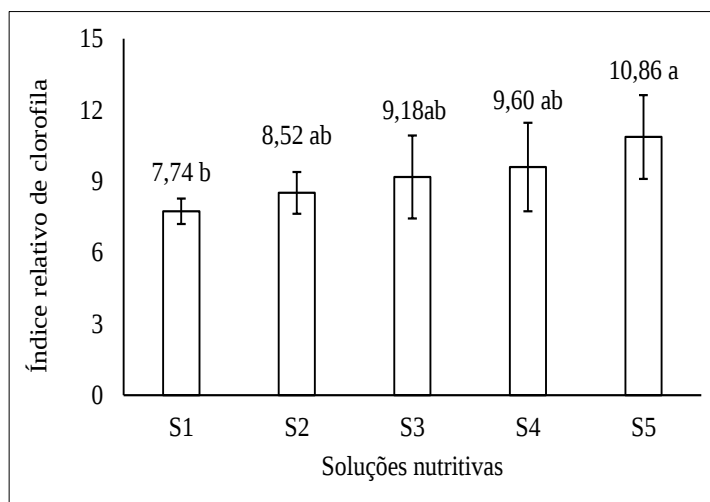


Figura 9. Índice relativo de clorofila em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Aumento no teor de clorofila em função do incremento da condutividade elétrica também foi observado por Borghesi et al. (2013), que atribuiu esse aumento ao efeito atenuante do cálcio sobre o efeito deletério da salinidade na clorofila. Além disso, o aumento no IRC pode ser atribuído ao efeito concentração tendo em vista que na solução S5 as plantas apresentaram menor desenvolvimento. Outra provável causa do aumento do IRC pode ser atribuída ao aumento na disponibilidade de nitrato, uma vez que o teor de clorofila é correlacionado diretamente com o teor de nitrogênio nas plantas (ARGENTA; SILVA; BORTOLINI, 2001; MARENCO; LOPES, 2007).

A área foliar específica foi reduzida pela salinidade da solução nutritiva provocada pela adição de NaCl, ocorrendo perda de 29,1%, quando comparada a solução nutritiva padrão (S1). Verificou-se ainda que esta variável não foi afetada significativamente pela adição extra de nitrato de cálcio, apesar de ter ocorrido uma perda absoluta de 29,8% na solução S4 em comparação a solução S2 (Figura 10).

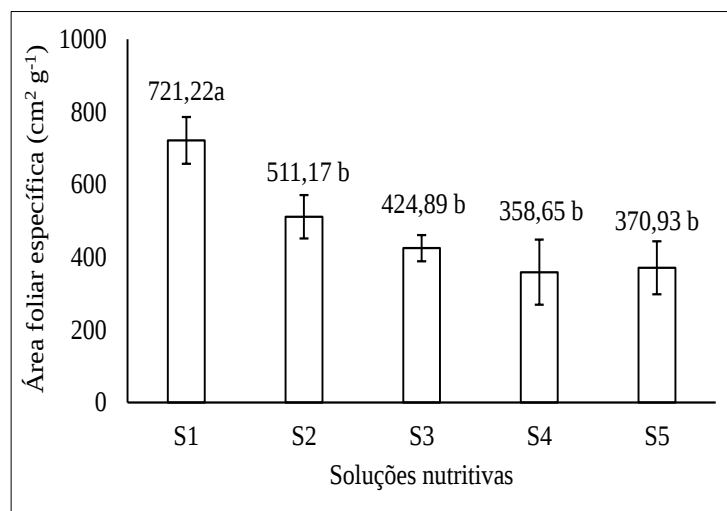


Figura 10. Área foliar específica em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

A área foliar específica diz respeito a relação entre o tamanho e a massa da folha, e reflete sobre a espessura do limbo foliar, de forma que a redução da área foliar específica reflete no aumento da espessura do limbo, confirmando os resultados observados por Oliveira et al. (2018) e Targino et al. (2019). As taxas de elongação e divisão celular dependem diretamente do processo de extensibilidade da parede celular, de forma que a resposta imediata das plantas a salinidade é a redução na expansão celular (PARIDA; DAS, 2005). De acordo com Parida, Das e Mittra (2004), a espessura do mesófilo foliar aumenta devido ao incremento no número e comprimento de células.

Não foi observado efeito significativo da salinidade sobre a suculência foliar (SF), porém ocorreu resposta significativa quando as soluções nutritivas salinizadas foram enriquecidas com nitrato de cálcio, ocorrendo incremento máximo de 31,25% na solução S4 quando comparada a solução nutritiva padrão (S1). A solução S4 não diferiu das demais soluções S2, S3 e S5 apresentando valores médios para suculência foliar de 28,53; 32,36 e 33,14 mg H₂O cm², respectivamente.

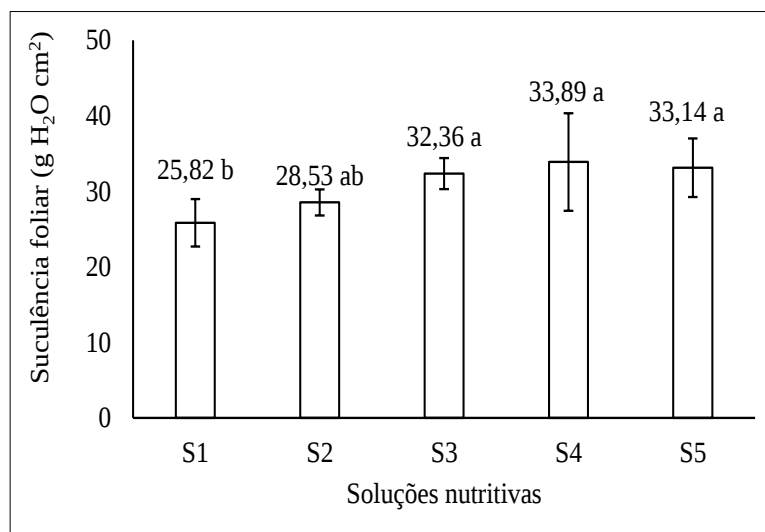


Figura 11. Suculência foliar em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Conforme Martínez et al. (2004), plantas submetidas ao estresse salino induzido pelo NaCl podem apresentar aumento da suculência foliar, sendo esta alteração um indicativo de um efetivo ajustamento osmótico. Além disso, a suculência permite a regulação da concentração de sais nos tecidos foliares permitindo a hidratação das folhas em condição de baixa disponibilidade de água e depende diretamente da absorção, transporte e acúmulo de íons nos tecidos foliares, podendo contribuir para reduzir o efeito dos sais sobre o crescimento da planta (MATOS et al., 2013).

Há divergência na literatura quanto aos estudos das culturas ao estresse salino no tocante a suculência foliar. Cruz et al. (2017) verificaram redução na suculência foliar em couve-flor irrigada com águas salobras em cultivo hidropônico. De forma semelhante, Aquino et al. (2007) verificaram redução na SF em duas cultivares de rúcula submetidas à salinidade da água de irrigação. Porém, vale ressaltar que esses autores trabalharam unicamente com a adição de NaCl à solução nutritiva. Oliveira et al. (2018), em trabalho realizado com duas cultivares de alface (Elba e Irene), também verificaram aumento na suculência foliar em função do incremento de nitrato de cálcio na solução nutritiva, no entanto, verificaram resposta diferente com as cultivares utilizadas.

O teor de sólidos solúveis aumentou com a adição de NaCl na solução nutritiva, apesar de não diferir significativamente da solução nutritiva padrão, porém ocorreu aumento significativo quando as plantas foram fertirrigadas com solução nutritiva salinizada com NaCl e enriquecidas com nitrato de cálcio em 150% (S5), na qual houve um incremento de 23,5% quando comparada a solução nutritiva padrão (S1) (Figura 12).

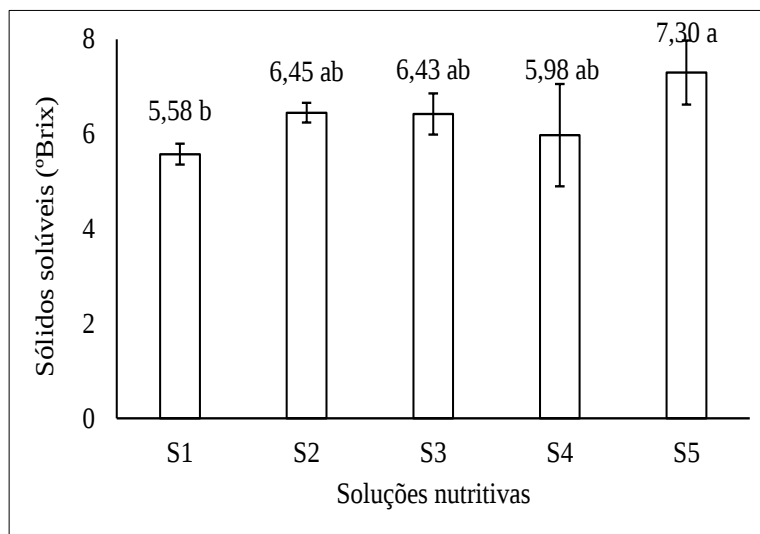


Figura 12. Teor de sólidos solúveis em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

O aumento no teor de sólidos solúveis em alface sob condições salinas tem sido observado por outros autores (FREIRE et al., 2009; SARMENTO et al., 2014) e pode ser atribuído ao efeito concentração, pois nas soluções nutritivas mais salinas as plantas apresentaram menor desenvolvimento, resultando em maior concentração de açúcares provavelmente em função do ajustamento osmótico pela planta, na tentativa de atingir o equilíbrio em relação ao potencial osmótico da solução (FREIRE et al., 2009).

Para o teor de acidez titulável houve aumento com a adição de NaCl na solução nutritiva, apesar de não diferir significativamente da solução nutritiva padrão, porém ocorreu aumento significativo quando as plantas foram fertirrigadas com solução nutritiva salinizada com NaCl e enriquecidas com nitrato de cálcio em 150% (S5), na qual houve um incremento de 26,4% em comparação a solução nutritiva padrão (S1) (Figura 13).

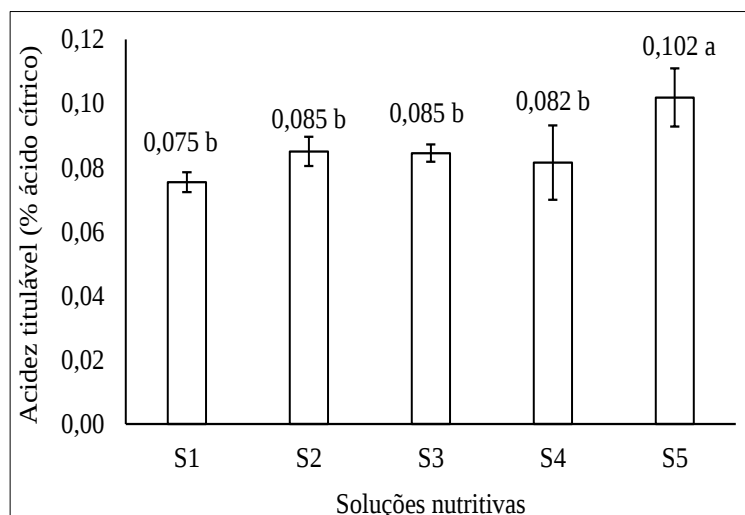


Figura 13. Acidez titulável em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Ausência de resposta sobre alteração significativa na acidez titulável em alface submetida a estresse salino também foi observada por Sarmento et al. (2014). Por outro lado, os resultados divergem, em parte, dos apresentados por Freire et al. (2009), os quais verificaram resposta significativa em cultivares de alface, sendo o efeito variado de acordo com cada cultivar.

O potencial hidrogeniônico (pH) não foi afetado pelas soluções nutritivas, seja pela adição de NaCl bem como pelo incremento de nitrato de cálcio, obtendo-se pH médio de 5,8 (Figura 14).

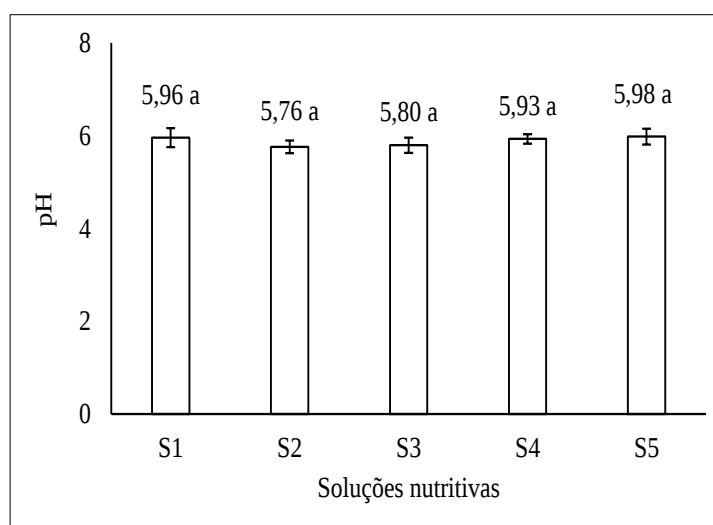


Figura 14. Potencial hidrogeniônico (pH) em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Dentre as características de qualidade da alface, o pH é uma variável pouco influenciada pela salinidade em cultivo hidropônico, conforme os resultados apresentados por Sarmento et al. (2014) e Moraes et al. (2011). Por outro lado, em estudo desenvolvido com alface cultivada em solo, Freire et al. (2009) verificaram aumento no pH em folhas de plantas irrigadas com água salina, indicando assim que a resposta da alface à salinidade é influenciada, tanto pela diferença genética, quanto pelas condições de cultivo.

Assim como observado para o pH, também não houve diferença entre a solução nutritiva padrão (S1) e a solução salinizada com NaCl (S2) sobre o teor de vitamina C, obtendo-se um teor médio de vitamina C de $25,5 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, valor próximo ao observado por Sarmento et al. (2014), os quais trabalhando com 2 cultivares de alface (Verônica e Quatro Estações) obtiveram teores de vitamina C variando de $24,54$ a $26,67 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ (Figura 15).

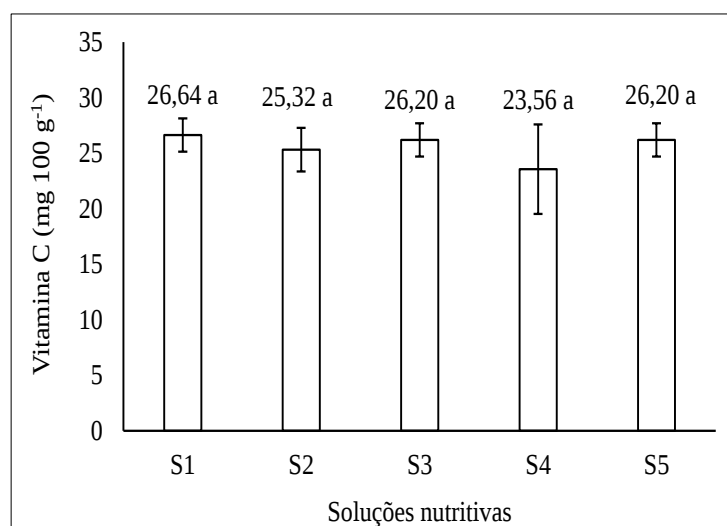


Figura 15. Teor de Vitamina C em alface crespa cultivada em fibra de coco e fertirrigada com diferentes soluções nutritivas.

Estes resultados diferem dos obtidos por Freire et al. (2009) trabalhando com cinco cultivares de alface e irrigação com águas salinas em plantas cultivadas em solo, os quais verificaram efeito significativo da salinidade sobre o teor e vitamina C. Em estudo desenvolvido no cultivo em fibra de coco, Sarmento et al. (2014) observaram uma pequena elevação no teor de vitamina C com aumento da salinidade. A divergência entre estes resultados apresentados por estes autores e os obtidos no presente trabalho pode ser atribuída ao genótipo estudado, bem como ao sistema de cultivo utilizado.

5 CONCLUSÕES

A cultivar de alface Elba cultivada em fibra de coco é tolerante a salinidade de 4,8 dS m⁻¹.

O enriquecimento da solução nutritiva com nitrato de cálcio nas doses de 67,5; 90 e 112,5 g 60 L⁻¹ potencializaram o efeito deletério da salinidade na alface cultivada em fibra de coco.

REFERÊNCIAS

- ABREU, I. M. D. O.; JUNQUEIRA, A. M. R.; PEIXOTO, J. R.; OLIVEIRA, S. A. D. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 108-118, 2010.
- AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira**. 21 ed. São Paulo: FNP. Consultoria e Comércio, 2016. 516p.
- ALBERONI, R B. **Hidroponia**: como instalar e manejar o plantio de hortaliças dispensando o uso do solo. São Paulo: Nobel, 1998. 102p.
- ALMEIDA, T. B. F.; PRADO, R. M.; CORREIA, M. A. R.; PUGA, A. P.; BARBOSA, J. C. Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 27-36, 2011.
- ANDRADE, J. W. S.; FARIAS JÚNIOR, M.; SOUSA, M. A.; ROCHA, A. C. Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 437-443, 2011.
- ANDRIOLO, J. L.; LUZ, G. L.; GIRALDI, C.; GODOI, R. S.; BARROS, G. T. Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT? **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 794-798, 2004.
- AQUINO, A. J. S.; LACERDA, C. F.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; COSTA, R. N. T. Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na^+ , K^+ e Cl^- em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 961-971, 2007.
- ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F; BORTOLINI, C. G. Clorofila na folha como indicador do nível de nitrogênio em cereais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 715-722. 2001.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2ª ed. Campina Grande: UFPB. 1999, 153p. Estudos da FAO Irrigação e Drenagem, 29 revisado.
- BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. As técnicas de hidroponia. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica**, Recife, v. 8/9, p. 107-137, 2012.
- BORGHESI, E.; CARMASSI, G.; UGUCCIONI, M. C.; VERNIERI, P.; MALORGIO, F. Effects of calcium and salinity stress on quality of lettuce in soilless culture. **Journal of Plant Nutrition**, London, v. 36, n. 5, p. 677-690, 2013.
- CASTELLANE, P. D.; ARAÚJO, J. A. C. **Cultivo sem solo - hidroponia**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 1994. 43 p.
- CARVALHO, J. E.; ZANELLA, F.; MOTA, J. H.; LIMA, A. L. S. Cobertura morta do solo no cultivo de alface Cv. Regina 2000, em Ji-Paraná/RO. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 935-939, 2005.

CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo de Abastecimento. **Alface Crespa**. 2017. Disponível em: <<http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/alface-crespa/>>. Acesso em: 09 Jan. 2019.

COLLIER, G. F.; TIBBITTS, T. W. Tipburn of lettuce. **Horticultural Reviews**, Hoboken, v. 4, p. 49-65, 1982.

COMETTI, N. N. **Nutrição mineral da alface (*Lactuca sativa* L.) em cultura hidropônica – sistema NFT**. 2003. 128 f. Tese (doutorado em Agronomia). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2003.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Boletim Hortigranjeiro**, v. 4, n. 12, 2018. 74p.

COVA, A. M. W.; FREITAS, F. T. O.; VIANA, P. C.; RAFAEL, M. R. S.; NETO, A. D. AZEVEDO; SOARES, T. M. Content of inorganic solutes in lettuce grown with brackish water in different hydroponic systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 150-155, 2017.

CRUZ, A. F. S.; SILVA, G. F.; SILVA, E. F. F.; SOARES, H. R.; SANTOS, J. S.; LIRA, R. M. Índice de estresse hídrico, potencial hídrico e suculência foliar na couve-flor hidropônica com águas salobras. In: IV Encontro Internacional INOVAGRI 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2017.

DALASTRA, C. **Nutrição e produção de alface americana em função da vazão, periodicidade de exposição e condutividade elétrica da solução nutritiva em sistema hidropônico**. 2017. 102 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2017.

DIAMANTE, M. S.; SEABRA JÚNIOR, S.; INAGAKI, A. M.; SILVA, M. B.; DALLACORT, R. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; NETO, O. N. S.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, Í. S. R.; PORTO, M. A. F. Uso de rejeito da dessalinização na solução nutritiva da alface, cultivada em fibra de coco. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 5, n. 5, p. 632-637, 2011.

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

FERNANDES, J. M. P; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; NASCIMENTO, L. V.; QUEIROZ, I. S. R. Salinidade da solução nutritiva na produção de alface americana em sistema hidropônico NFT. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2570-2578, 2018.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008, 418 p.

- FREIRE, A. G.; OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; OLIVEIRA, M. K. T.; FREITAS, D. C. Qualidade de cultivares de alfa-ce produzida em condições salinas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 81-88, 2009.
- FURLANI, P. R.; SILVEIRA, L. C. P.; BOLONHESI, D.; FAQUIN, V. **Cultivo hidropônico de plantas**. Campinas: IAC. 1999. 52p (Boletim Técnico 180).
- 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>. Acesso em: 10 Jan. 2019.
- GOMES, T.M.; BOTREL, T. A.; MODOLO, V. A.; OLIVEIRA, R. F. Aplicação de CO₂ via água de irrigação na cultura da alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 316-319, 2005.
- GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. A.; TORRES, S. B.; PEREIRA, F. E. C. B.; FRANÇA, F. D.; OLIVEIRA, M. K. T. Use of fish-farming wastewater in lettuce cultivation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 8, p. 728-733, 2016.
- GUIMARÃES, R. F. B.; NASCIMENTO, R.; RAMOS, J. G.; LIMA, S. C.; CARDOSO, J. A. F.; MELO, D. F. Acúmulo de fitomassa de cultivares de alface hidropônica submetidas à salinidade. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 11, n. 8, p. 2141-2151, 2017.
- HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de Alface Cultivados no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7p. (Comunicado Técnico, 75).
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. 2007. **Fisiologia vegetal**: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 469 p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, London. 889 p. 1995.
- MARTÍNEZ, J. P.; LUTTS, S.; SCHANCK, A.; BAJJI, M.; KINET, J. M. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplex halimus* L.? **Journal of Plant Physiology**, Muechen, v. 161, n. 9, p. 1041-1051, 2004.
- MARTINS, A. S.; PEREIRA, A. K. S.; BENNET, C. G. S.; BONELA, G. D.; BENNET, K. S. S. Resposta de alface americana sobre diferentes épocas de aplicação e doses de nitrato de cálcio. 2017. In: IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, Goiás. **Anais...** Goiás: CEPE, 2017.
- MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TINOCO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 37, n. 4, p. 947-954, 2013.
- MATSURA, D. U.; SANTOS, J. F.; MAGGIERI, J. C.; NOGUEIRA, M.; SILVA, L. F. R.; SILVA, R. V. Sistema de controle de abastecimento de água e energia no cultivo hidropônico NFT. In: II World Congress on Systems Engineering and Information Technology, Vigo. **Anais...** Vigo: WCSEIT, 2015.

- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. da S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.
- MITTOVA, V.; TAL, M.; VOLOKITA, M.; GUY, M. Salt stress induces up-regulation of an efficient chloroplast antioxidant system in the salt-tolerant wild tomato species but not in the cultivated species. **Physiologia Plantarum**, Sweden, v.115, p. 393-400, 2002.
- MORAES, D. M.; FERNANDES, A. L. M.; DIAS, N. S.; COSME, C. R.; SOUZA NETO, O. N. Rejeito salino e solução nutritiva em alface cultivada em sistema hidropônico. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 353-360, 2014.
- MORAIS, P. L. D.; DIAS, N. S.; ALMEIDA, M. L. B.; SARMENTO, J. D. A.; SOUSA NETO, O. N. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefloras e negra. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.5, p. 638-644, 2011.
- MOTA, J. H.; SILVA C. C. R., YURI, J. E. RESENDE, G. M. Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em jataígo. **Brazilian Journal of Agriculture - Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 91, n. 2, p. 156-164, 2016.
- MOTA, W. F.; PEREIRA, R. D.; SANTOS, G. S.; VIEIRA, J. C. B. Agronomic and economic viability of intercropping onion and lettuce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 349-354, 2012.
- MUNNS, R. Genes and salt tolerance: Bring them together. **New Phytologist**, Cambridge, v. 143, p. 645-663, 2005.
- NOGUEIRA FILHO, H.; MARIANI, O.A. Estruturas para produção de alface hidropônica. In: SANTOS, O. (ed.). **Hidroponia da alface**. Santa Maria: UFSM, 2000, p.102-110.
- OHSE, S. D. N.; DOURADO NETO, D.; MANFRON, P. A.; SANTOS, O. S. Qualidade de cultivares de alface produzidos em hidropônica. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 181-185, 2001.
- OLFATI, J. A., PEYVAST, G. H., NOSRATIE-RAD, Z., SALIGEDAR, F., REZAEI, F. Application of municipal solid waste compost on lettuce yield. **International Journal of Vegetable Science**, West Hazlenton, v. 15, n. 2, p. 168-172, 2009.
- OLIVEIRA, F. A.; MARQUES, I. C. S.; TARGINO, A. J. O.; CORDEIRO, C. J. X.; OLIVEIRA, M. K. T.; RÉGIS, L. R. L.; COSTA, P. A. A.; FREITAS, R. S. Effect of Saline Stress and Calcium Nitrate on Lettuce Grown on Coconut Fiber. **Journal of Agricultural Science**, Richmond Hill, v. 10, n. 11, p. 259-268, 2018.
- OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.8, p.771-777, 2011.
- PAIVA, M. C. **Produção de hortaliças em ambiente protegido**. Cuiabá: Sebrae-MT, 1998. 78 p.

- PARIDA, A. K.; DAS, A. B.; MITTRA, B. Effects of salt on growth, ion accumulation, photosynthesis and leaf anatomy of the mangrove, *Bruguiera parviflora*. **Trees**, Berlin, v. 18, n. 2, p. 167-174. 2004.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. Nova York, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.
- PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 29-35, 2010.
- PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponia sob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p.18-25, 2012.
- PAULUS, D.; PAULUS, E.; NAVA, G. A.; MOURA, C. A. Crescimento, consumo hídrico e composição mineral de alface cultivada em hidroponia com águas salinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 1, p. 110-117, 2012.
- PEREIRA, C.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, S. A. Balanço nutricional e incidência de queima de bordos em alface produzida em sistema hidropônico – NFT. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 810-814, 2005.
- POTRICH, A. C. G.; PINHEIRO, R. R.; SCHMIDT, D. Alface hidropônica como alternativa de produção de alimentos de forma sustentável. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 8, n.15; p. 36-48, 2012.
- RESENDE, F. V. S.; SAMINÊZ, T. C. O.; VIDAL, M. C.; SOUZA, R. B.; CLEMENTE, F. M. V. **Cultivo de alface em sistema orgânico de produção**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2007. 16p. (Circular Técnica, 56).
- RESH, H. M. **Cultivos hidropônicos: nuevas técnicas de producción**. 4. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1997. 378p.
- SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospective and trends of Brazilian lettuce crop. **Horticultura Brasileira**, Vitoria da Conquista, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.
- SANTOS, A. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SILVA, D. J. R.; MONTENEGRO, A. A. A. Cultivo hidropônico de alface com água salobra subterrânea e rejeito da dessalinização em Ibimirim, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 9, p. 961–969, 2010a.
- SANTOS, C. M., GONÇALVES, E. R., ENDRES, L., GOMES, T. C. A., JADOSKI, C. J., NASCIMENTO, L. A. Atividade Fotossintética em alface (*Lactuca sativa* L.) submetidas a diferentes compostagens de resíduos industriais. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.3, n. 3, p. 95-112, 2010b.
- SANTOS, O. S. **Hidroponia da alface**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 2000. 160 p.
- SARMENTO, J. D. A.; MORAIS, P. L. D.; ALMEIDA, M. L. B.; SOUSA NETO, O. N.; DIAS, N. S. Qualidade e conservação da alface cultivada com rejeito da dessalinização. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, p. 90-97, 2014.

SILVA, A. C.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; DOBBSS, L. B.; AGUIAR, N. O.; FRADE, D. O. R.; REZENDE, C. E.; PERES, L. E. P. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1609-1617, 2011.

SILVA, A. D. **Rentabilidade econômica e características agronômicas da produção de mudas de alface em viveiro protegido destinadas ao cultivo hidropônico**. 2017. 72 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017.

SILVA, A. T.; PEREIRA, A. K. S.; BENNET, C. G. S.; BONELA, G. D.; BENNET, K. S. S. Teores de cálcio e nitrogênio nas folhas de alface americana em função de diferentes épocas e doses de nitrato de cálcio. In: IV Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, Goiás. **Anais...** Goiás: CEPE, 2017.

SILVA, D. A. O.; SANTOS, W. M.; SILVA, T. S. S.; FERNANDES, S. P.; CARNEIRO, P. T.; SANTOS, C. G. Desempenho da alface (*Lactuca sativa* L.) submetida a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Ambientale**, Arapiraca, v. 10, n. 3, p. 32-41, 2018.

SILVA, E. T.; BYLLARDT, L. V. B.; GOMES, S.; WOLF, G. D. Comportamento da temperatura do ar sob condições de cultivo em ambiente protegido. **Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 51-54, 2003.

SOARES, H. R.; SILVA, E. F. F.; SILVA, G. F.; LIRA, R. M.; BEZERRA, R. R. Mineral nutrition of crisphead lettuce grown in a hydroponic system with brackish water. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 29, n. 3, p. 656-664, 2016.

SOUZA NETO, O. N. de; DIAS, N. S.; ATARASSI, R. T.; REBOUÇAS, J. R. L.; OLIVEIRA, A. M. Produção de alface hidropônica e microclima de ambiente protegido sob malhas termo-refletoras. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 84-90, 2010.

SUINAGA, F. A.; BOITEUX, L. S.; CABRAL, C. S.; RODRIGUES, C. da S. Métodos de avaliação do florescimento precoce e identificação de fontes de tolerância ao calor em cultivares de alface do grupo varietal crespa. Brasília, DF: **Embrapa Hortaliças**, 2013. 4 p. (Comunicado Técnico, 89).

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. (2017). **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal** (6th ed., p. 888). Porto Alegre-RS: Artmed.

TARGINO, A. J. O. ; OLIVEIRA, F. A; OLIVEIRA, M. K. T.; REGIS, L. R. L.; MORAIS NETA, H. M.; CORDEIRO, C. J.; ALVES, F. A. T.; NASCIMENTO, L. V.; PESSOA, V. G.; OLIVEIRA, A. A. A.; SOUZA, M. W. L.; MENEZES, P. V.; COSTA, J. P. B. M.; MARQUES, I. C. S.; FREITAS, R. S. Lettuce growth in different pot volumes and irrigation frequencies under saline stress. **Journal of Agricultural Science**, Richmond Hill, v. 11, n. 3, p. 494- 503, 2019.

TISCHER, J. C.; SIQUEIRA NETO, M. Avaliação da deficiência de macronutrientes em alface crespa. **Ensaios e Ciência Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 43-57, 2012.

TURINI, T.; CAHN, M.; CANTWELL, M.; JACKSON, L.; KOIKE, S.; NATWICK, E.; SMITH, R.; SUBARRAO, K.; TAKELE, E. **Iceberg lettuce production in California**. 2011.

Disponível em: <<http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/7215.pdf>>. Acessado em: 09 de Jan. de 2019.

UFRB. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. **Nutrição Mineral de Plantas**. 2007. Disponível em: <http://www.ufrb.edu.br/nutricao mineral//index.php?option=com_cont>. Acesso em: 10 Jan. 2019.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 299-32.