



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

ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

**SUPLEMENTAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA ALFACE SEMI-
HIDROPÔNICA UTILIZANDO SOLUÇÃO SALINA**

MOSSORÓ

2017

ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

**SUPLEMENTAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA ALFACE SEMI-
HIDROPÔNICA UTILIZANDO SOLUÇÃO SALINA**

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

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

MOSSORÓ

2017

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

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)
Setor de Informação e Referência (SIR)

M357s MARQUES, ISABELLY CRISTINA DA SILVA.
SUPLEMENTAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA ALFACE
SEMI-HIDROPÔNICA UTILIZANDO SOLUÇÃO SALINA /
ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES. - 2017.
43 f. : il.

Orientador: Francisco de Assis de Oliveira.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Agronomia, 2017.

1. Lactuca sativa. 2. Semi-hidroponia. 3.
Salinidade. 4. Hidroponia. 5. Potássio. I.
Oliveira, Francisco de Assis de, orient. II.
Título.

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

ISABELLY CRISTINA DA SILVA MARQUES

**SUPLEMENTAÇÃO POTÁSSICA NA CULTURA DA ALFACE SEMI-
HIDROPÔNICA UTILIZANDO SOLUÇÃO SALINA**

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

Defendida em: 22 / 05 / 2017.

BANCA EXAMINADORA



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



M. Sc. Maria Lilia de Souza Neta (UFERSA)
Membro Examinador



M. Sc. Aline da Silva Alves (UFERSA)
Membro Examinador



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

*Ao meu querido avô Francisco Marques
Sobrinho, que me fez acreditar que tudo é
possível.
(In Memoriam)*

Dedico

Aos meus pais, por serem a grande razão da minha vida.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por toda força a mim atribuída ao longo dessa jornada que impulsionou alcançar meus objetivos.

Aos meus pais Marta e João Mario, meus guerreiros, que são minha fonte de inspiração diária, meu exemplo de vida e garra. A eles que se fizeram presente em todas as dificuldades ao longo do curso e, principalmente, depositaram em mim toda sua confiança.

A UFRSA pela oportunidade de fazer um curso superior e ao CNPq pela consideração da bolsa da iniciação científica.

Em especial ao meu orientador, professor e amigo Francisco de Assis de Oliveira, o famoso Thikão, que esteve presente em todos os momentos da concretização desse trabalho e tem sido peça fundamental para minha formação profissional.

À minha vó Maria do Carmo que me incentivou a continuar diante de todos os obstáculos e que me auxiliou em todos os perrengues financeiros ao longo da graduação.

Aos meus queridos familiares por ser a minha fortaleza para conclusão desse árduo trabalho. Amo vocês!

As minhas primas, Kaliane, Vanderlange, Thayrine e Bianca, por serem sempre presentes ao longo dessa caminhada.

À minha incrível madrinha Darliane que acredita demasiadamente no meu potencial e que foi essencial para minha educação.

À minha querida e melhor amiga Joseane Danielle, por sua amizade e apreço que contribui bastante para prosseguir adiante com meus objetivos.

Aos amigos que a UFRSA me presenteou Andreza, Iana, Váleria, Lissa, Nara, Paula, Vitor, Rafaelle, Layane, Sandy, Renata e a todos que embora não citados aqui estiveram dispostos a me ajudar sempre, agradeço por tudo!

Ao grupo de pesquisa em Irrigação e Nutrição de Plantas (IRRIGANUTRI) pela disponibilidade da estrutura e material humano necessário para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao meu amigo Sergio, o grande agrônomo da universidade, que esteve sempre disposto a ajudar-me na condução do experimento.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram na conclusão desse trabalho, obrigada!

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar o uso de soluções salinas enriquecidas com potássio na produção de alface em sistema semi-hidropônico. O experimento foi realizado no período de março a abril de 2017, em casa de vegetação localizada no setor de pesquisa do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Oeste, Mossoró-RN. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2x5, com três repetições. Cada repetição foi formada por 4 vasos plásticos de 3,0 L, contendo uma planta cultivada em substrato de fibra de coco. Os tratamentos foram obtidos pela combinação de cultivares de alface, uma crespa (Elba) e uma americana (Irene) com cinco soluções nutritivas (S1 – solução nutritiva padrão; S2 – solução padrão salinizada; S3 – S2 + 50% de K; S4 – S2 + 100% de K; S5 – S2 + 150% de K). Após o preparo de cada solução utilizou-se o condutivímetro de bancada para mensuração da condutividade elétrica em cada solução: S1 = 1,5; S2 = 3,82; S3 = 4,35; S4 = 4,84 e S5 5,03 dS m⁻¹. As plantas foram colhidas aos trinta dias após o transplântio e foram analisadas as seguintes variáveis de produção (diâmetro de copa, diâmetro do caule, número de folhas (total e comercial), massa fresca (total e comercial), massa seca total, área foliar, área foliar específica, suculência foliar) e qualidade (índice relativo de clorofila, sólidos solúveis, acidez titulável, razão sólidos solúveis/acidez titulável e pH). Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância, fazendo-se os desdobramentos dos fatores para variáveis que apresentarem resposta significativa a interação entre os fatores. Os resultados mostram que o uso de água salina no preparo de solução nutritiva reduz o crescimento em ambas as cultivares de alface e a cultivar Irene foi a mais afetada, no entanto, o enriquecimento da solução nutritiva salina com o potássio foi eficiente para reduzir o efeito da salinidade das duas cultivares. Verificou-se também que a cultivar Irene exige mais potássio para compensar o efeito deletério da salinidade em seu crescimento, além de que a cultivar Irene apresenta maior suculência foliar e a cultivar Elba maior teor de sólidos solúveis.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Semi-hidroponia. Salinidade. Potássio.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Croqui ilustrativo do delineamento experimental.....	17
Figura 2	Cultivares de alface utilizada no experimento. Elba (A) e Irene (B).....	18
Figura 3 –	Diâmetro da copa (A e B), diâmetro do caule (C e D) e suculência foliar (E e F) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	23
Figura 4 –	Massa fresca total (A) e massa fresca comercial (B) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	25
Figura 5 –	Número de folhas totais (A) e comerciais (B) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	26
Figura 6 –	Massa seca total (MST) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	27
Figura 7 –	Área foliar (AF) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	29
Figura 8 –	Área foliar específica (AFE) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	30
Figura 9 –	Acidez titulável (A e B) e SS/AT (C e D) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas e cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	32

Figura 10 – Teores de Vitamina C de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	33
Figura 11 – Teores de sólidos solúveis de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	34
Figura 12 – Índice relativo de clorofila de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade).....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Resumo da análise da variância (Quadrado médio) para as variáveis de produção em cultivares de alface produzidas em sistema semi-hidropônico utilizando soluções salinas enriquecidas com potássio.....	22
Tabela 2 –	Resumo da análise da variância para as variáveis de qualidade em cultivares de alface produzidas em sistema semi-hidropônico utilizando soluções salinas enriquecidas com potássio.....	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	A cultura da alface	12
2.2	Estresse salino.....	13
2.3	Adubação potássica	15
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Determinação dos parâmetros de produção.....	19
3.2	Determinação dos parâmetros qualitativos.....	21
3.3	Análise estatística.....	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
4.1	Parâmetros de produção.....	22
4.2	Parâmetros de qualidade.....	31
5	CONCLUSÕES	36
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa*) é a principal hortaliça folhosa produzida e consumida no mundo, principalmente na forma de saladas (SALA; COSTA, 2012). Além disso, é a hortaliça mais cultivada e adaptada ao sistema protegido, principalmente ao hidropônico, destacando-se por seu ciclo curto, possibilitando retorno mais rápido do capital investido (LUZ et al., 2008).

No cultivo hidropônico o principal fator a ser considerado é a solução nutritiva, pois a concentração elevada da solução nutritiva dificulta a absorção de água pelas plantas, agravando os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento e a produtividade. Por outro lado, baixas concentrações de solução nutritiva combinadas com condições ambientais de reduzida demanda evaporativa da atmosfera diminuem tanto o teor de massa seca como a qualidade da produção (LORENZO et al., 2003).

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 do desequilíbrio iônico (PAULUS; DOURADO NETO; PAULUS, 2012a).

Plantas cultivadas sobre estresse salino podem apresentar alterações morfológicas como nanismo e a presença de folhas mais verde-escuras e menos tenras, com eventual queima em uma tênue faixa da borda foliar provocado pelo efeito tóxico do sódio (SILVA et al., 2011).

Vários estudos já foram realizados com fins de avaliar o efeito da salinidade da solução nutritiva sobre a produção de alface, seja em sistema hidropônico NFT (DIAS et al., 2010; PAULUS et al., 2012b; SANTOS et al., 2010, SOARES et al., 2010) como em cultivo em substrato (DIAS et al., 2011a, b; OLIVEIRA et al., 2011) e em todos os estudos foi observado que o uso de água salina ocasiona redução no crescimento das plantas, sendo a intensidade da resposta das culturas variada em função de alguns fatores como sistema de cultivo e cultivares estudadas.

Apesar dos estudos terem sido focados principalmente no crescimento, vale ressaltar que a intenção de compra e preferência dos consumidores pelas hortaliças folhosas está muito vinculada à aparência externa, ou seja, isso reflete um sinal de qualidade para o mercado consumidor, tendo em vista que a água salobra influencia negativamente na parte quantitativa e qualitativa das plantas (BERNARDI, 2004).

Desta forma, para se obter êxito no uso de água salina para produção agrícola, deve-se adotar técnicas que inibam ou minimizem o efeito deletério da salinidade sobre as plantas. As hortaliças apresentam grande exigência nutricional para seu desenvolvimento e produção, sendo o potássio o segundo macronutriente mais extraído por elas (FILGUEIRA, 2008).

O potássio, além de influenciar na produtividade, está relacionado à qualidade final do produto, e consequentemente ao valor de mercado (FILGUEIRA, 2008). Sua função é contribuir nas atividades bioquímicas, ativando grande número de enzimas, na regulação da pressão osmótica e na abertura e fechamento de estômatos. Além disso, conforme Petrazzini et al. (2014), o K foi o nutriente que mais restringiu a produção de matéria fresca, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz. Porém, sua deficiência provoca mudanças químicas no vegetal, diminuição no acúmulo de carboidratos e redução no uso eficiente da água (TAIZ; ZEIGER, 2013). Já o excesso, pode salinizar a solução do meio de cultivo, reduzindo a absorção de cálcio e magnésio, que consequentemente promove queda na produção e qualidade do produto (FERNANDES, 2006).

A despeito disso, quando as plantas são expostas ao estresse salino ocorre diminuição no seu crescimento devido, dentre outros fatores, a redução de potássio no tecido foliar em virtude do efeito antagônico existente entre íons de sódio e de potássio. Segundo Lacerda et al. (2003), algumas vezes, o melhor desempenho de certo genótipo, sob condições de estresse com NaCl, parece estar relacionado com sua melhor nutrição potássica.

Diante disto, devido à escassez de estudos sobre estresse salino em nutrição mineral em alface e tendo em vista que o potássio é um dos principais nutrientes absorvidos pela cultura sendo também o mais afetado em condições salinas, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do enriquecimento da solução nutritiva salina com potássio sobre a produção de alface em sistema semi-hidropônico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Cultura da Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família das Asteraceae e é originária de espécies silvestres, ainda atualmente encontradas em regiões de clima temperado, no sul da Europa e na Ásia Ocidental (FILGUEIRA, 2008). Há relatos da sua utilização como alimento humano desde o século 6a.c, entre os persas, gregos e romanos, que tinham mais de uma dúzia de variedades selecionadas (FONSECA, 2007). Seu cultivo se caracteriza pela alta competitividade na comercialização, o que tem levado a uma crescente especialização e ampliação da escala de produção (CALLEGARI; SANTOS; SCAPIM, 2001).

A cultura é considerada a olerícola folhosa mais importante na alimentação do brasileiro, o que lhe garante expressiva importância econômica, dentro do grupo das hortaliças folhosas. Dados apontam uma produção brasileira de alface de 1,27 milhão de t/ano, no qual o estado de São Paulo contribui com 16% da produção nacional (IEA, 2016).

O volume de alface comercializado na Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo (CEAGESP) em 2014 foi de 48.689 toneladas, revelando que a alface do tipo americana tem 26,89% da preferência, sendo que já ultrapassou o consumo do tipo lisa (14,57%), enquanto a crespa mantém a liderança com 57,63% das vendas (AGRIANUAL, 2015).

Os hábitos alimentares da população mostram que a alface, ao lado do tomate, é uma das hortaliças mais presentes na mesa do brasileiro e a de mais fácil aquisição. Compõe parcela na dieta da população brasileira tanto pelo sabor e qualidade nutritiva quanto pelo baixo custo (COMETTI et al., 2004). Apresenta elevado teor de pró-vitamina A nas folhas verdes, alcançando até 4.000 UI/100g (FILGUEIRA, 2008). Além disso, a hortaliça possui baixo valor calórico sendo aconselhável nas dietas por ser de fácil digestão (KATAYAMA, 1993; SHIZUTO, 1983). Pode ser considerada uma boa fonte de vitaminas e sais minerais, destacando-se seu elevado teor de vitamina A, além de conter vitaminas B1 e B2, vitaminas C, cálcio e ferro (FERNANDES et al., 2002).

Esta hortaliça é uma planta herbácea, delicada, com caule diminuto, ao qual se prendem as folhas. Estas são amplas e crescem em roseta, em volta do caule, podendo ser lisas ou crespas, formando ou não uma “cabeça”, com coloração em vários tons de verde, ou roxa, conforme a cultivar. A raiz pivotante pode atingir 0,60 m do solo quando o plantio é realizado por semeadura direta (FILGUEIRA, 2008).

A planta é anual, florescendo sob dias longos e temperaturas elevadas, sendo favorecida por dias curtos e temperaturas amenas ou baixas, no entanto resiste a baixas temperaturas e a geadas leves (FILGUEIRA, 2008).

Atualmente, está disponível no mercado brasileiro de sementes um número expressivo de cultivares de alface, muitas das quais importadas que possuem nomes de fantasia em Português ao invés do nome original. As cultivares nacionais, por outro lado, têm sido produzidas principalmente por instituições de ensino e de pesquisa, eventualmente em associação com empresas de sementes, para ofertar aos produtores cultivares de alface “tropicalizadas”, adaptadas às condições prevalecentes na maior parte do território nacional, incluindo genótipos com tolerância ou resistência a doenças (COSTA; SALA, 2005; LÉDO et al., 2000; SALA; COSTA, 2005, 2008).

As cultivares de alface atualmente disponíveis no mercado brasileiro de sementes podem ser agrupadas em cinco tipos morfológicos principais, com base na formação de cabeça e tipo de folhas:

Repolhuda Lisa: apresenta folhas lisas, delicadas e macias, com nervuras pouco salientes, com aspecto oleoso (“manteiga”), formando uma cabeça típica e compacta.

Repolhuda Crespa ou Americana: folhas crespas, consistentes e crocantes, cabeça grande e bem compacta.

Solta Lisa: folhas lisas e soltas, relativamente delicadas, sem formação de cabeça compacta.

Solta Crespa: folhas grandes e crespas, textura macia, mas consistente, sem formação de cabeça; pode ter coloração verde ou roxa.

Tipo Romana: folhas tipicamente alongadas, duras, com nervuras claras, com uma cabeça fofa e alongada, na forma de cone. (HENZ; SUINAGA, 2009).

2.2 Estresse Salino

Atualmente vem aumentando a necessidade de se utilizar águas de qualidade inferior na agricultura priorizando o uso intensivo de boa qualidade para o consumo humano e para outros fins mais restritivos (AYERS; WESTCOT, 1999).

No entanto, o uso de águas salinas na irrigação deve estar condicionado a tolerância da cultura e ao manejo adequado da irrigação (MEDEIROS et al., 2007), pois, a tolerância à salinidade é variável entre espécies e, mesmo em uma espécie, o efeito do estresse salino é dependente de fatores como estádios de desenvolvimento, fatores ambientais, cultivar, tipo de

sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (MUNNS, 2005; PARIDA; DAS, 2005; FLOWERS; FLOWERS, 2005).

A alface é classificada como uma cultura sensível a salinidade, apresentando limiar de $1,3 \text{ dS.m}^{-1}$ do extrato de saturação e $0,9 \text{ dS.m}^{-1}$ da água de irrigação (MASS; HOFFMAN, 1977), no entanto, estudos tem mostrado que a tolerância da cultura a salinidade é variável de acordo com o sistema de cultivo e com o material genético utilizado. Dias et al. (2011a) trabalharam com duas cultivares de alface em substrato utilizando solução salina e verificaram salinidade limiar de $0,95$ e $1,30 \text{ dS.m}^{-1}$ nas cultivares Babá de verão e Verônica.

Em estudos desenvolvidos com a alface em hidroponia NFT, Dias et al. (2011a) verificaram salinidade limiar de $1,10$ e $1,98 \text{ dS m}^{-1}$ nas cultivares Verônica e Quatro-Estações, respectivamente, para produção de matéria seca.

Pesquisas mostram que 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 et al., 2012a; DIAS et al., 2011; GUIMARÃES et al., 2016).

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 et al., 2012a; SOARES et al., 2016; COVA et al., 2017).

Sob estresse salino as plantas tendem alterar atividades metabólicas a fim de manter o equilíbrio osmótico e aumentar a tolerância aos sais, dentre essas alterações podem ocorrer aumento no teor de prolina, clorofila (a, b e total), além do aumento no teor de nitrato (PAULUS et al., 2010).

Segundo Dias et al. (2011b), a maior tolerância da alface a salinidade observada em substrato pode ser creditada à ausência do potencial mátrico do solo do cultivo hidropônico, demonstrando a vantagem deste sistema em relação ao cultivo convencional, quando se utilizam águas salobras.

Segundo Rosa et al. (2002), a fibra de coco tem alta capacidade de absorção hídrica, cerca de 85% de umidade, mantendo o substrato em condições ideais de umidade para reduzir os efeitos da salinidade da solução nutritiva.

Para a cultura da alface vários autores já mostraram que existem grande variação na resposta das cultivares a salinidade, seja em cultivo hidropônico NFT (PAULUS et al., 2012b) ou em substrato (DIAS et al., 2011).

2.3 Adubação Potássica

O potássio é um nutriente totalmente móvel na planta, podendo ser facilmente redistribuído nos diversos órgãos (PRADO, 2008). Este nutriente tem considerável participação no metabolismo, atuando como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, resistência dos vegetais às geadas, regulador do turgor celular e é, ainda, responsável pela qualidade do produto comercial (MALAVOLTA et al., 1997).

Um suprimento inadequado de potássio ocasiona um funcionamento irregular dos estômatos, podendo diminuir a assimilação de CO₂ e a taxa fotossintética, a produção de fotoassimilados, prejudicando assim a produção (NOBRE et al., 2010).

Segundo Gondim et al. (2010) dentre os macronutrientes, o potássio é o nutriente mais absorvido pela alface. Em estudo realizado por Petrazzini et al. (2014) avaliando a omissão de nutrientes na alface, os autores constataram que o potássio foi o nutriente que mais restringiu a produção de matéria fresca, matéria seca de parte aérea e matéria seca de raiz da alface.

A ausência do potássio na solução nutritiva diminuiu significativamente o crescimento e produção da matéria seca da parte aérea, raiz e planta inteira induzindo o surgimento de sintomas visuais tais como: perda de turgescência, flacidez, iniciando os sintomas com clorose seguido de crescimento de pontos nas margens foliares mais velhas, afetando toda a folha e causando aspecto de queima necrótica, seguida da morte do tecido vegetal e posterior queda das folhas (ALMEIDA et al., 2011).

Por outro lado, o excesso de potássio pode inibir a absorção de Ca e Mg, podendo, muitas vezes, causar a deficiência desses dois nutrientes, com a queda de produção (PRADO, 2008), conforme observado o Mota et al. (2001) o excesso de potássio provocou o desbalanço nutricional dificultando absorção de cálcio e o magnésio, contribuindo para redução do crescimento e produção da alface.

De acordo com Sperling et al. (2014) sob condições de elevada concentração de sódio na solução ocorre redução na captação de potássio pelas plantas devido ao efeito antagônico entre esses íons, provocando distúrbios na atividade metabólica das plantas.

A salinidade pode provocar antagonismo iônico devido ao excesso de nutrientes levando ao um baixo crescimento e desenvolvimento das plantas, pois o desequilíbrio nutricional causado pela alta concentração de sódio na solução nutritiva provoca redução na absorção de outros cátions, como K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ (SILVA, 2014).

Desta forma, o uso de água salina, principalmente rica em sódio, acarreta redução na absorção de potássio em decorrência do aumento do teor de sódio no tecido foliar, conforme

observado por Soares et al. (2016) e Paulus et al. (2012) em estudo realizados com a cultura da alface.

O aumento na concentração de cloreto de sódio na solução nutritiva provoca aumento na absorção de Na^+ e redução na absorção de K^+ , resultando assim em aumento na razão de Na^+/K^+ (FERNÁNDEZ et al., 2016).

Diante disto, o fator chave para aumentar a tolerância da alface a salinidade pode estar relacionado com a maior disponibilidade de potássio no meio de cultivo, favorecendo a sua absorção e, conseqüentemente reduzindo a relação Na^+/K^+ .

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de março a abril de 2017, em casa de vegetação, no setor experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Campus Oeste, Mossoró-RN, localizada nas coordenadas geográficas de 5° 11' 31" de latitude sul e 37° 20' 40" de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 18 m.

Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados, arranjado em esquema fatorial 2x5, com três repetições. Cada repetição foi formada por 4 vasos plásticos de 3,0 L, contendo uma planta cultivada em substrato de fibra de coco. Os tratamentos foram obtidos pela combinação de cultivares de alface, uma crespa (Elba) e uma americana (Irene) com cinco soluções nutritivas (S1 – solução nutritiva padrão; S2 – solução padrão salinizada; S3 – S2 + 50% de K; S4 – S2 + 100% de K; S5 – S2 + 150% de K).

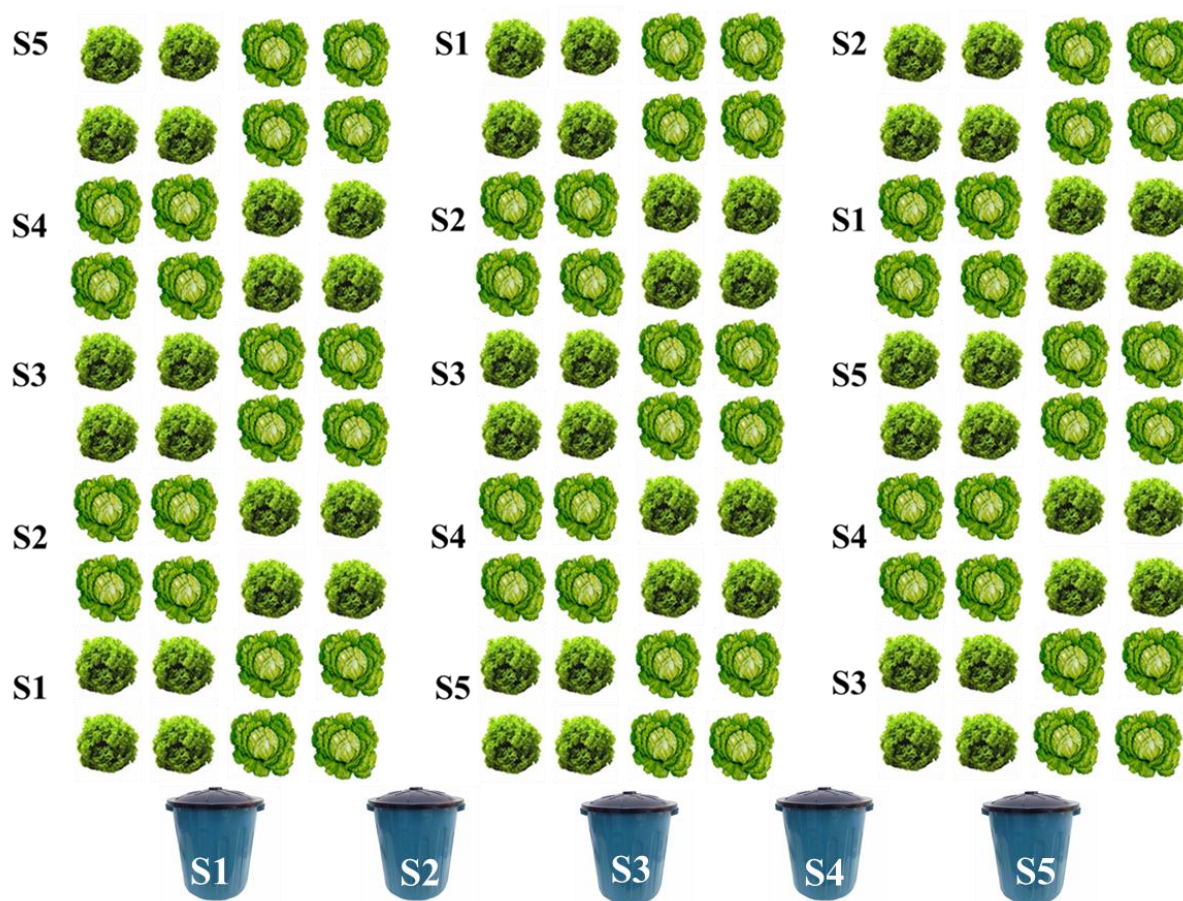


Figura 1. Croqui ilustrativo do delineamento experimental.

A cultivar Elba (Figura 2A) pertence grupo solta crespa apresentando baixa incidência de brotação lateral e boa uniformidade, tolerância ao pendoamento precoce, ciclo de 65 dias e

coloração verde-clara. A cultivar Irene (Figura 2B) pertence ao grupo repolhuda americana com características do tipo que forma cabeça firme e bem fechada, ciclo de 48 a 53 dias e é especialmente indicada para plantios em épocas de temperaturas elevadas.

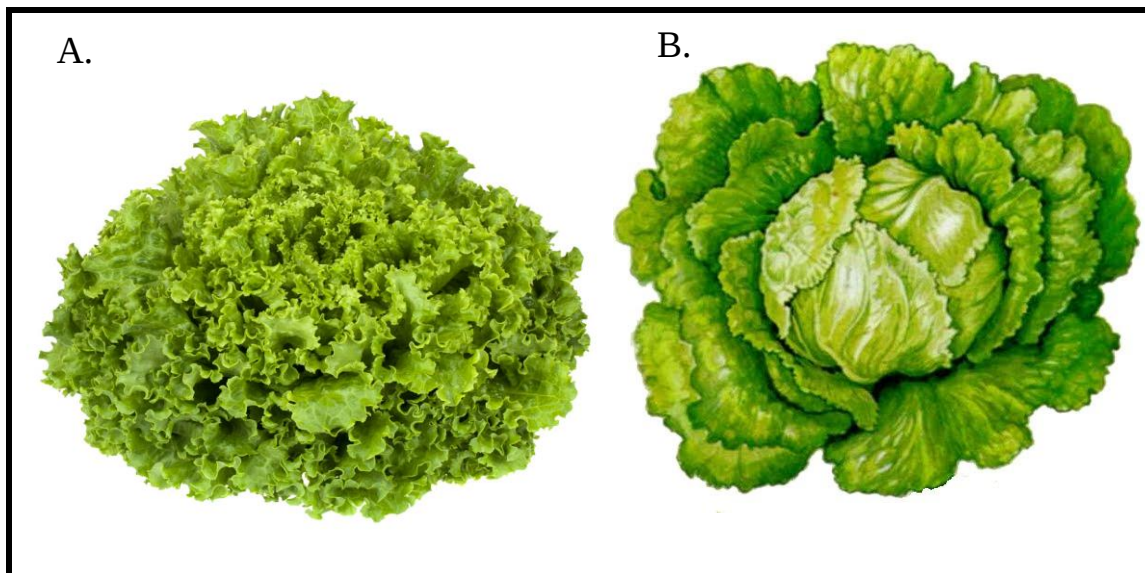


Figura 2. Cultivares de alface utilizada no experimento. Elba (A) e Irene (B).

A solução padrão adotada seguiu a recomendação de 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. Os micronutrientes foram disponibilizados através da adição de um composto quelatizado (Rexolin[®] BRA Yara).

O Rexolin[®] contém a seguinte composição: 11,6% de óxido de potássio (K_2O), 1,28% de enxofre (S), 0,86% de magnésio (Mg), 2,1% de boro (B), 2,66% de ferro (Fe), 0,36% de cobre (Cu), 2,48% de manganês (Mn), 0,036% de molibdênio (Mo), 3,38% de zinco (Zn). A dose aplicada foi conforme a indicação do fabricante (30 gramas do composto para 1.000 litros de água). Para o ajuste do pH da solução, entre 6,0 a 6,5, foi aplicado soluções 0,1 mol L^{-1} de KOH ou HCL.

Após o preparo de cada solução utilizou-se o condutivímetro de bancada para mensuração da condutividade elétrica em cada solução: S1 = 1,5; S2 = 3,82; S3 = 4,35; S4 = 4,84 e S5 5,03 dS m^{-1} .

Para cada solução nutritiva foi utilizado um sistema de irrigação por gotejamento independente, composto por um motor bomba, reservatório plástico (60 L), linhas laterais com mangueiras de polietileno (16 mm) e emissores de microtubo com 40 cm de comprimento, apresentando vazão de 2,5 L h^{-1} .

O controle da irrigação foi realizado utilizando temporizadores digitais (timer) programado para realizar diferentes eventos diários de irrigação, aplicando solução nutritiva suficiente para elevar o teor de água à máxima capacidade de retenção do substrato.

O número e o tempo de irrigação em cada evento variou ao longo do ciclo de acordo com a necessidade da cultura, em que nas duas primeiras semanas após o transplante realizou seis irrigações diárias (07h00min, 9h00min; 11h00min, 13h00min, 15h00min e 17h00min) de 1 minuto cada; nas duas últimas semanas utilizou-se oito irrigações diárias (07h00min, 9h00min; 11h00min, 12h00min, 13h00min, 14h00min, 15h00min e 17h00min) de 1 minuto e 30 segundos cada.

As plantas foram colhidas aos trinta dias após o transplante e foram analisadas as seguintes variáveis de produção (diâmetro de copa, diâmetro do caule, número de folhas (total e comercial), massa fresca (total e comercial), massa seca total, área foliar, área foliar específica, suculência foliar) e qualidade (índice relativo de clorofila, sólidos solúveis, acidez titulável, razão sólidos solúveis/acidez titulável e pH).

3.1 Determinação dos parâmetros de produção

Diâmetro da copa (DCO) - Foi obtido através de medição da copa da planta utilizando-se uma régua graduada, considerando o diâmetro médio de duas médias perpendiculares, expresso em cm.

Diâmetro do caule (DC) - Foi obtido utilizando-se um paquímetro digital na região do caule rente ao substrato e expresso em mm.

Número de folhas (totais e comerciais) - O número de folhas totais foi obtido a partir da contagem de todas as folhas de cada planta, enquanto para o número de folhas comerciais foram subtraídas aquelas visualmente sem qualidade comercial.

Área Foliar - A área foliar foi determinada pelo método dos discos foliares utilizando um anel volumétrico com diâmetro interno de 2,5 cm ($4,9 \text{ cm}^2$), coletando-se 20 discos foliares por parcela. 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.

$$AF = \frac{AD \times MSF}{\frac{MSD}{20}} \quad (1)$$

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;

20 – número de discos utilizados na parcela.

Área foliar específica (AFE) - Área foliar específica foi determinada pela razão entre a área foliar e a massa seca de folhas, equação 2.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (2)$$

Em que:

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

AF – área foliar, cm²;

MSF – massa seca de folhas, g.

Massa fresca (total e comercial) - Para massa fresca total, as plantas foram pesadas em uma balança analítica (0,05 g) com caule e folhas comestíveis e não comestíveis, no entanto, para MFC foram retidas as folhas não comestíveis, cujo o peso fora expresso em gramas.

Massa seca total (MST) - Para quantificar a 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). As plantas permaneceram na estufa até que atingiram peso constante. Em seguida foram pesadas em balança digital de precisão (0,01g).

Suculência Foliar - A suculência foliar foi determinada a partir da razão entre o teor de água na folha e área foliar, equação 3.

$$SF = \frac{(MFF - MSF)}{AF} \quad (3)$$

Em que:

SF – suculência foliar, g H₂O cm²;

MFF – massa fresca de folhas, g;

MSF – massa seca de folhas, g;

AF – área foliar, $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$.

3.2 Determinação dos parâmetros qualitativos

As plantas foram analisadas para os parâmetros qualitativos logo após a colheita no laboratório de Pós-colheita da UFERSA.

Índice relativo de clorofila (IRC) – Determinado utilizando-se um clorofilômetro marca ClorofiLOG® modelo CFL 1030, operado conforme as instruções do fabricante (FALKER, 2008), considerando o valor médio de três folhas por planta.

Sólidos solúveis (SS) - O conteúdo de sólidos solúveis (SS) foi determinado por leitura em refratômetro digital (modelo PR – 100, Palette, Atago Co, LTD., Japan) com correção automática de temperatura (escala de 0 a 32%), a partir da maceração em gral (almofariz) de 1,0 g folha com 1,0 mL de água destilada, homogeneizada, filtrada e os resultados expressos em °Brix.

Acidez titulável (AT) - Para determinação da acidez titulável (AT) foi utilizado 1,0 g da folha, obtida da maceração em gral, sendo utilizado o indicador fenolftaleína a 1% e realizada a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N, sendo os resultados expresso em gramas de ácido cítrico/100 g de folha.

Vitamina C (Vit C) - Para a determinação da vitamina C realizou-se a titulação com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol 0,02%) até coloração róseo claro, utilizando 1,0 g de folha macerada em gral, conforme metodologia proposta por Strohecker e Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de folha.

pH – O pH determinado a partir da maceração de 1,0 g da folha diluída em 30 ml de água destilada, utilizando um potenciômetro digital com membrana de vidro, conforme Instituto Adolfo Lutz (2005).

3.3 Análise Estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, desdobrando-se os fatores para variáveis que apresentarem resposta significativa a interação entre os fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa de estatística SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Parâmetros de produção

A análise estatística mostrou que houve resposta significativa à interação entre os fatores solução nutritiva e cultivares de alface para as variáveis massa fresca total, massa fresca comercial, massa seca total e área foliar específica ao nível de 5% de probabilidade, assim como para as variáveis número de folhas totais, número de folhas comerciais e área foliar ao nível de 1% de probabilidade. As variáveis diâmetro da copa e suculência foliar foram afetadas apenas por fatores isolados e ambos a 1% de probabilidade, enquanto diâmetro do caule foi afetado significativamente pelo fator solução nutritiva ($p < 0,01$) (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise da variância (Quadrado médio) para as variáveis de produção em cultivares de alface produzidas em sistema semi-hidropônico utilizando soluções salinas enriquecidas com potássio.

Variáveis	Fonte de Variação					
	Soluções (S)	Cultivares (C)	S x C	Blocos	Resíduo	CV (%)
DCO	37,88**	124,03**	4,59 ^{ns}	20,85 ^{ns}	7,63	14,73
DCA	6,59**	1,92 ^{ns}	1,41 ^{ns}	1,04 ^{ns}	1,33	11,33
MFT	5449,59**	63914,98**	1224,48*	159,46 ^{ns}	359,56	14,58
MFC	3375,09**	59018,32**	1035,18*	60,56 ^{ns}	231,22	12,88
NFT	20,72**	5,63 ^{ns}	20,55**	0,63 ^{ns}	3,3	9,28
NFC	22,88**	20,83*	16,42**	5,20 ^{ns}	3,24	10,65
MST	12,78**	63,95**	2,38*	0,91 ^{ns}	0,72	12,14
AF	587970,76**	5870074,74**	336631,13**	126688,86 ^{ns}	53299,94	11,62
AFE	3754,71 ^{ns}	991,63 ^{ns}	5057,12*	121,93 ^{ns}	1698,99	14,27
SF	0,00034**	0,0007**	0,000078 ^{ns}	0,000059 ^{ns}	0,000056	14,84

Diâmetro da copa (DCO), diâmetro do caule (DCA), matéria fresca total (MFT), matéria fresca comercial (MFC), número de folhas totais (NFT), número de folhas comerciais (NFC), matéria seca total (MST), área folia (AF), área foliar específica (AFE) e suculência foliar (SF). *, ** e ns – significativos a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

As soluções nutritivas S1, S3 e S4 proporcionaram maiores valores para diâmetro da copa (Figura 3A) e diâmetro do caule (Figura 3C), enquanto menores valores foram obtidos nas soluções S2 e S5, com perdas de 15,0 e 14,7% no diâmetro da copa e, 18,3 e 24% no diâmetro do caule em relação aos valores obtidos na ausência de estresse salino (S1). Desta forma, verifica-se que o uso de água salina no preparo da solução nutritiva reduziu essas variáveis devido ao estresse salino. Além disso, verifica-se que o

enriquecimento da solução nutritiva salina com potássio nas concentrações de 50% K (S3) e 100% K (S4) inibiram o efeito da salinidade. Por outro lado a concentração de potássio de 150% K (S5) não amenizou o efeito da salinidade (Figura 3A, 3C e 3E).

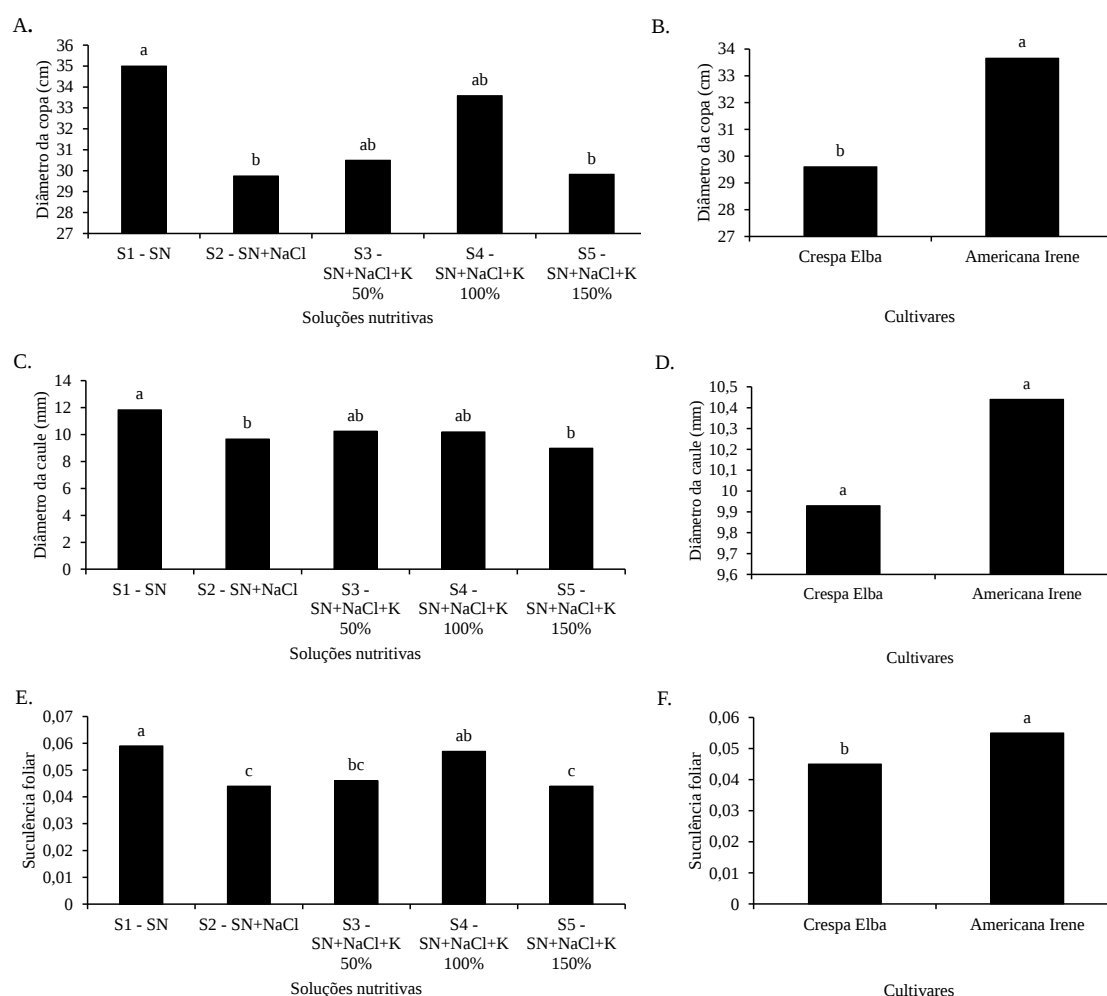


Figura 3. Diâmetro da copa (A e B), diâmetro do caule (C e D) e suculência foliar (E e F) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Redução do diâmetro da copa e diâmetro do caule em alface, em função da salinidade, tem sido relatado por vários autores, seja em cultivo hidropônico (VIANA et al., 2001; SOARES et al., 2007; SANTOS et al., 2010; ALVES et al., 2011) quanto em solo (OLIVEIRA et al., 2011; GUIMARÃES et al., 2016).

Para a suculência foliar, verificou-se que as soluções S1 e S4 apresentaram maiores valores, apesar de esta última não diferir estatisticamente da solução S3, enquanto as soluções S2 e S5 proporcionaram menores valores, com perdas de 25,4% para ambas em relação às plantas cultivadas na solução S1 (Figura 3E).

A suculência foliar está relacionada com o teor de água nas folhas, assim, verifica-se que sob condições de estresse salino ocorreu redução na absorção de água pelas plantas, provocado pela redução do potencial osmótico, corroborando com os resultados apresentados por Garrido et al. (2014) e Pérez-López et al. (2015), também trabalhando com a cultura da alface sob estresse salino.

Além disso, verifica-se que o aumento da concentração de potássio na solução nutritiva nas concentrações até 100% (S4) reduziu o efeito osmótico da solução e favoreceu a absorção de água pelas plantas (Figura 3E). O aumento da suculência foliar com o incremento adicional do potássio ocorreu devido ao desempenho de várias funções do potássio nas células das plantas tais como: controle de turgidez celular e regulação dos processos de abertura e fechamento dos estômatos (MARSCHNER, 1995).

A cultivar Irene foi superior a cultivar Elba nas variáveis diâmetro da copa e suculência foliar, e não diferiram para diâmetro do caule (Figura 3B, 3D e 3E). Maior suculência observada na cultivar Irene está relacionada com a crocância característica das cultivares de alface pertencente ao grupo americana (SALA et al., 2012).

A cultivar Irene foi superior a cultivar Elba para as variáveis massa fresca total (MFT) e comercial (MFC) em todas as soluções nutritivas, com diferença mais expressiva nas soluções S4 (130,3%) e S5 (181,6%) para MFT (Figura 4A), e na solução S5 (193,6%) para MFC (Figura 4B).

Analisando as variáveis MFT e MFC em conjunto, verifica-se que a cultivar Irene apresentou maior percentagem comercial nas soluções S1 (86,7%) e S2 (93,9%), enquanto a cultivar Elba nestas soluções apresentou percentagem comercial de 74,9 e 83,7% para S1 e S2, respectivamente (Figura 4A e 4B).

Analisando o efeito das soluções nutritivas, verifica-se que com o uso de solução salina (S2) ocorreram perdas, em comparação com o valor obtido na solução padrão (S1), na MFT de 46,8% na cultivar Elba e 45,8% na cultivar Irene (Figura 4A). Para a MFC, as perdas foram de 40,6 e 41,3% nas cultivares Elba e Irene, respectivamente (Figura 4B). Além disso, verifica-se que a adição extra de potássio foi mais eficiente na cultivar Elba, Tendo em vista que a suplementação de K em 50% (S3) foi suficiente para inibir o efeito da salinidade, enquanto na cultivar Irene foi necessário adição extra de K em 100 % (S4).

Esses resultados assemelham-se aos apresentados por Uçar et al. (2007), em que a produção de alface foi reduzida quando as plantas são cultivadas em meio salino, em

que os autores observaram que o efeito da salinidade foi reduzido com adubação potássica, evidenciando que quanto maior a salinidade maior exigência da cultura em potássio para aumentar a tolerância, comportamento semelhante ao observado no presente trabalho.

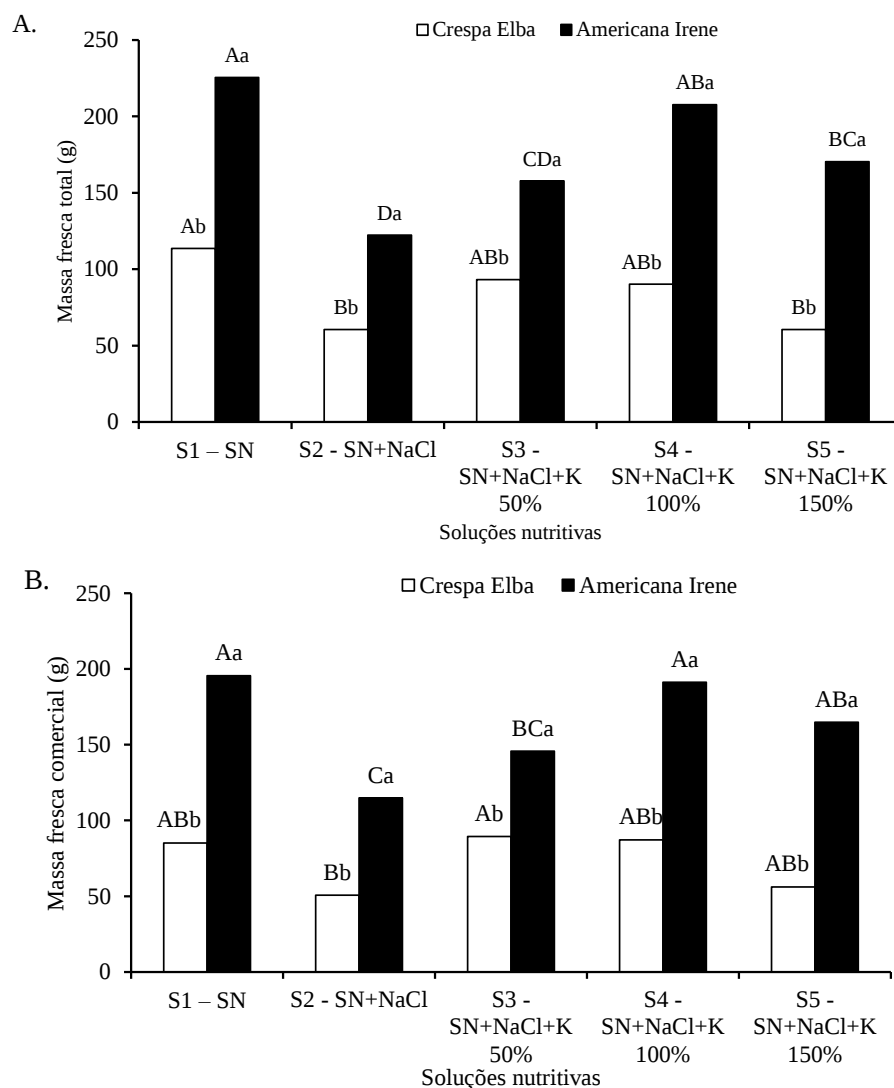


Figura 4. Massa fresca total (A) e massa fresca comercial (B) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

As cultivares diferiram quanto ao número de folhas apenas na solução padrão, na qual a cultivar Irene foi superior a Elba, tanto para o número de folhas total (NFT) quanto comercial (NCF). Para as ambas as variáveis, as duas cultivares foram afetadas pelas soluções nutritivas utilizadas, entretanto, a resposta foi diferente para cada

cultivar. Na cultivar Elba o uso de solução salina (S2) aumentou o NTF, bem como, nas soluções enriquecidas com potássio (S3 e S4). No entanto, adição extra de 150% de K em solução salina (S5) reduziu esta variável, apesar de não diferiu significativamente da solução padrão (S1). Para a cultivar Irene verifica-se que o uso de solução salina reduziu o NTF, porém o acréscimo de K até a concentração de 100% proporcionou aumento nesta variável. Verifica-se ainda que, assim como observado na cultivar Elba, a maior concentração de potássio causou redução na emissão foliar (Figura 5A e 5B).

Analisando as variáveis NTF e NFC em conjunto, verificou-se que a cultivar Irene apresentou maior porcentagem de folhas comerciais nas soluções S1 (83,1%), S4 (95,3%) e S5 (89,8%). Nas demais soluções nutritivas não foi observado diferença considerável entre as cultivares, apresentando entre as mesmas porcentagem comercial média de 86,2% (S2) e 88,0% (S3) (Figura 5A e 5B).

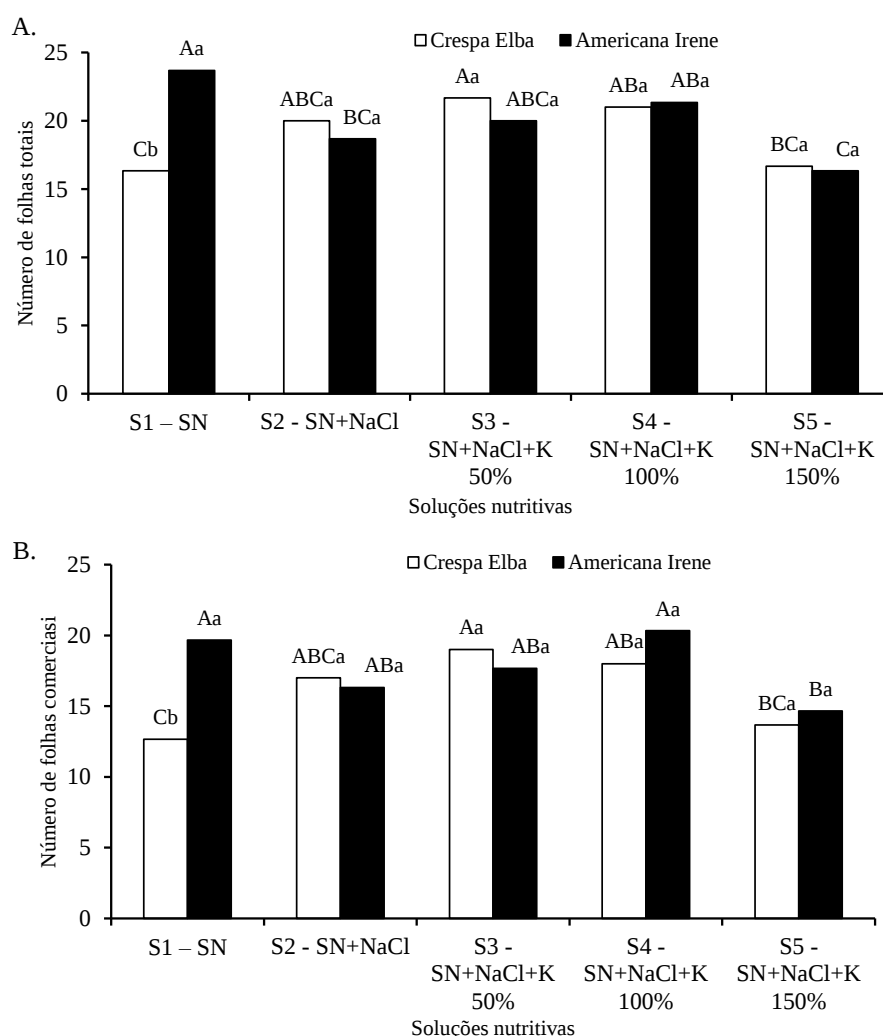


Figura 5. Número de folhas totais (A) e comerciais (B) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN,

UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

O efeito negativo da salinidade sobre o número de folhas da alface tem sido relatado por alguns autores (OLIVEIRA et al., 2011; DIAS et al., 2011; PAULUS et al., 2012), no entanto outros autores não verificaram efeito da salinidade sobre essa variável (SOARES et al., 2010; GUIMARÃES et al. (2016) avaliaram o desempenho de cultivares de alface sob irrigação com solução salina e verificaram que houve resposta diferente das cultivares no tocante ao número de folhas.

A divergência entre esses resultados demonstram que o parâmetro número de folhas nem sempre é apontado para indicar tolerância à salinidade, tendo em vista que a planta pode apresentar uma redução da sua área foliar em função do aumento dos níveis salinos sem ter seu número total de folhas reduzido.

Para massa seca total (MST), a cultivar Irene foi superior a cultivar Elba em todas as soluções nutritivas. As médias de MST obtidas na cultivar Elba em função das soluções foram 6,47; 3,99; 6,13; 5,70 e 5,29 enquanto que para a cultivar Irene foram 11,50; 5,81; 8,42; 6,64; e 7,99 nas soluções S1, S2, S3, S4 e S5 respectivamente (Figura 6).

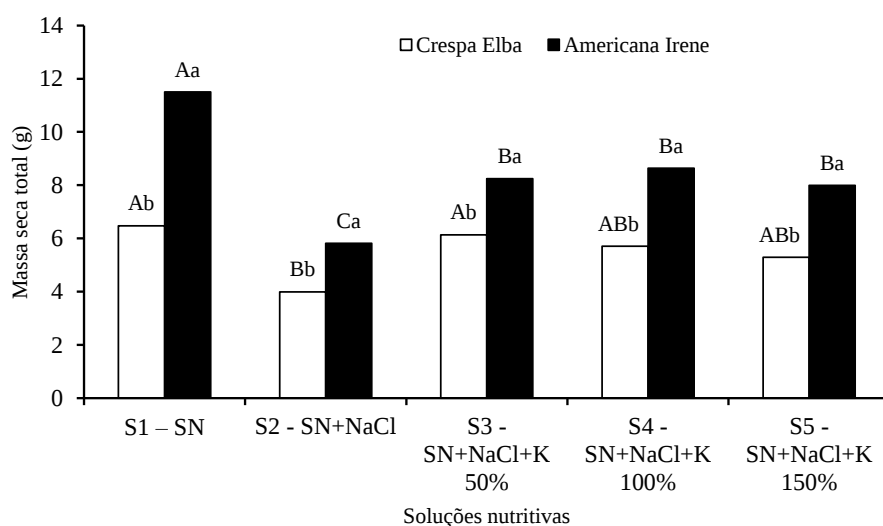


Figura 6. Massa seca total (MST) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Analisando as soluções nutritivas verifica-se que a S2 reduziu a MST para ambas as cultivares, cujas perdas foram de 38,3 e 49,5%, para as cultivares Elba e Irene, respectivamente. Observa-se também que o enriquecimento da solução nutritiva com potássio aumentou a tolerância de ambas as cultivares, sendo o incremento de 50% (S3) suficiente para reduzir o efeito do estresse salino para a cultivar Elba, enquanto na cultivar Irene, apesar da aplicação de dose extra de K ter provocado aumento na MST, não foi suficiente para inibir o efeito do estresse salino. Verifica-se ainda que, para ambas as cultivares doses extras K acima de 100% tenderam a reduzir a MST (Figura 6).

Efeito negativo da salinidade sobre a massa seca total em alface tem sido relatado por vários autores (OLIVEIRA et al., 2011; Dias et al., 2011a,b; PAULUS et al., 2012a,b). O excesso de sais na solução do solo 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; ZEIGER, 2013). Um dos 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, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados (MUNNS, 2005).

Destaca-se ainda na Figura 6 o efeito benéfico da aplicação extra de potássio sobre a MST de ambas as cultivares de alface em solução salina, confirmando os resultados obtidos por Tzortzakis (2009).

Com relação à área foliar (AF), verifica-se que a cultivar Irene foi superior à cultivar Elba nas soluções S1, S2, S4 e S5, e não diferiram da solução S3. Considerando que a AF é função do número de folhas e do tamanho do limbo foliar. Como houve pouca diferença no NTF entre as cultivares, atribui-se a maior AF na cultivar Irene ao maior tamanho do limbo foliar desta cultivar (Figura 7).

Analisando o efeito das soluções nutritivas verifica-se que o uso de solução salina (S2) reduziu a AF para ambas as cultivares, ocorrendo perdas de 32,9 e 36,8% nas cultivares Irene e Elba, respectivamente. Verifica-se ainda que a adição extra de potássio a partir de 50% K (S3) foi suficiente para inibir o efeito da salinidade na cultivar Elba. Por outro lado, na cultivar Irene, o efeito da salinidade foi reduzido com a adição 50% K (S3) em que ocorreu perda de 20% na AF. Entretanto, soluções nutritivas

salinas enriquecidas a partir de 100% K (S4) foi suficiente para inibir o estresse salino dessa variável (Figura 7).

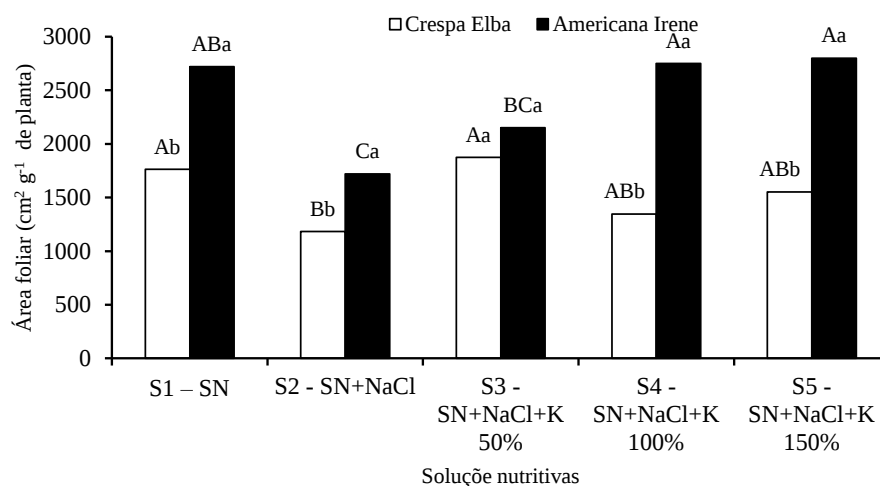


Figura 7. Área foliar (AF) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Desta forma, apesar da redução na AF nas duas cultivares terem sido próximas, constata-se que a cultivar Irene apresentou maior exigência de potássio para adaptação ao estresse salino (Figura 7).

Esses resultados estão de acordo com os representados Tzortzakis (2009), trabalhando com duas cultivares de alface (Beta e Paris Island) submetidas a estresse salino e adubação potássica (K_2SO_4), em que também constatarem que o aumento na disponibilidade de potássio alterou a resposta das plantas a salinidade e, além disso, este autor constatou que a resposta variou de acordo com a cultivar.

Na Figura 8 é mostrado o resultado obtido para a variável área foliar específica (AFE) nas cultivares de alface Elba e Irene, em que percebe-se que ambas diferiram apenas na solução padrão (S1), na qual a cultivar Irene foi superior.

Analisando o efeito das soluções, verifica-se que houve efeito significativo das soluções sobre AFE na cultivar Elba obtendo-se menor valor ($235,74 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$ de massa seca de folhas) enquanto as demais soluções não diferiram. Para a cultivar Irene houve diferença significativa apenas na S1 e S5, como menor valor na solução padrão (S1) (Figura 8).

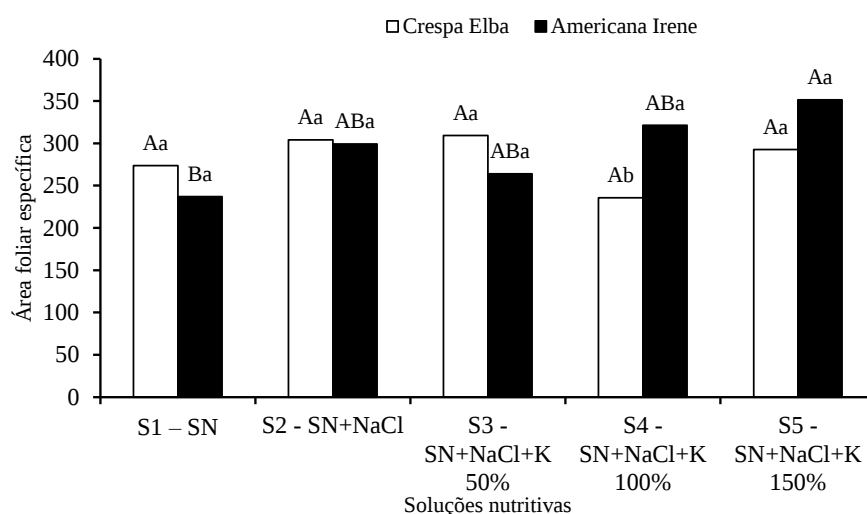


Figura 8. Área foliar específica (AFE) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas salinas enriquecidas com potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Área foliar específica representa a espessura do limbo foliar, assim, quanto maior a AFE menos espessa é a folha, desta forma as soluções S4 proporcionou maior espessura na folha da cultivar Elba, assim como a solução S5 reduziu a espessura foliar da cultivar Irene (Figura 8).

As taxas de elongação e divisão celular depende diretamente do processo de extensibilidade da parede celular, de forma que a resposta imediata das plantas a salinidade é a redução na expansão foliar (PARIDA; DAS, 2005). Com isso o aumento da AFE em plantas submetidas ao estresse salino ocorre porque o efeito da salinidade é maior sobre a massa do que expansão do limbo foliar.

4.1 Parâmetros de qualidade

A análise estatística dos dados mostrou que houve resposta significativa à interação entre os fatores solução nutritiva e cultivares de alface para as variáveis sólidos solúveis (SS) e índice relativo de clorofila (IRC) ao nível de 5% de probabilidade, bem como, para variável vitamina C (VIT C) ao nível de 1% de probabilidade. No entanto, para variável acidez titulável (AT) ocorreu efeito isolado ao nível 5% de probabilidade para ambos os fatores, enquanto a razão SS/AT mostrou

efeito isolado ao nível de 1% e 5% probabilidade para solução e cultivar, respectivamente. Não houve resposta significativa ($p > 0,05$) para a variável pH para nenhum dos fatores estudados, tanto em interação quanto isolados (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise da variância para as variáveis de qualidade em cultivares de alface produzidas em sistema semi-hidropônico utilizando soluções salinas enriquecidas com potássio.

Fontes de variação	Quadrados médios					
	AT	VIT C	SS	pH	IRC	SS/AT
Soluções	0,000524**	28,79*	6,94**	0,64 ^{ns}	8,39**	387,94*
Cultivares	0,002940**	5,65 ^{ns}	48,89**	0,57 ^{ns}	361,23**	1967,85**
S x C	0,000124 ^{ns}	54,01**	1,73*	0,49 ^{ns}	4,87*	50,72 ^{ns}
Blocos	0,000041 ^{ns}	2,62 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,53 ^{ns}	2,31 ^{ns}	160,64 ^{ns}
Resíduo	0,000071	9,7	0,49	0,49	1,12	113,72
CV (%)	9,95	16,05	14,34	11,56	11,21	18,68

Acidez Titulável (AT), Vitamina C (VIT C), Sólidos Solúveis (SS), Índice Relativo de Clorofila (IRC), Sólidos Solúveis/Acidez Titulável (SS/AT). *, ** e ns – significativos a 5 e 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

O pH do tecido foliar das cultivares não diferiu estatisticamente em relação as soluções nutritivas, bem como, para ambas as cultivares, obtendo-se valor médio de 6,07. Resultados semelhantes por Sarmento et al. (2014) avaliando a qualidade de alface cultivada em substrato e irrigada com solução salina, em que não se observou efeito significativo sobre o pH das folhas. Este resultado difere, em parte, dos apresentados por Freire et al. (2009), os quais trabalhando com outras cultivares de alface verificaram aumento desta variável com o incremento da salinidade. A divergência neste resultados por ser atribuída ao sistema de cultivo utilizado, o cultivo em substrato de fibra de coco proporciona maior tolerância das plantas à salinidade (DIAS et al., 2011a,b).

As soluções nutritivas S1 e S5 proporcionaram os maiores valores para acidez titulável (AT), enquanto os menores valores foram obtidos nas S2, S3 e S4, com perdas 25,3; 19,4; 14,4% respectivamente, apesar destas não diferirem da solução S5 (Figura 9A). Além disso, observa-se que a razão sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) expressou o maior valor na S5 (65,67) que possui a maior concentração potássica 150% K (S5) em comparação com as demais mostrando que houve redução do estresse salino (Figura 9C).

Em relação às cultivares, a Elba foi superior a Irene tanto para acidez titulável (AT) quanto para a razão SS/AT (Figura 9B e 9D).

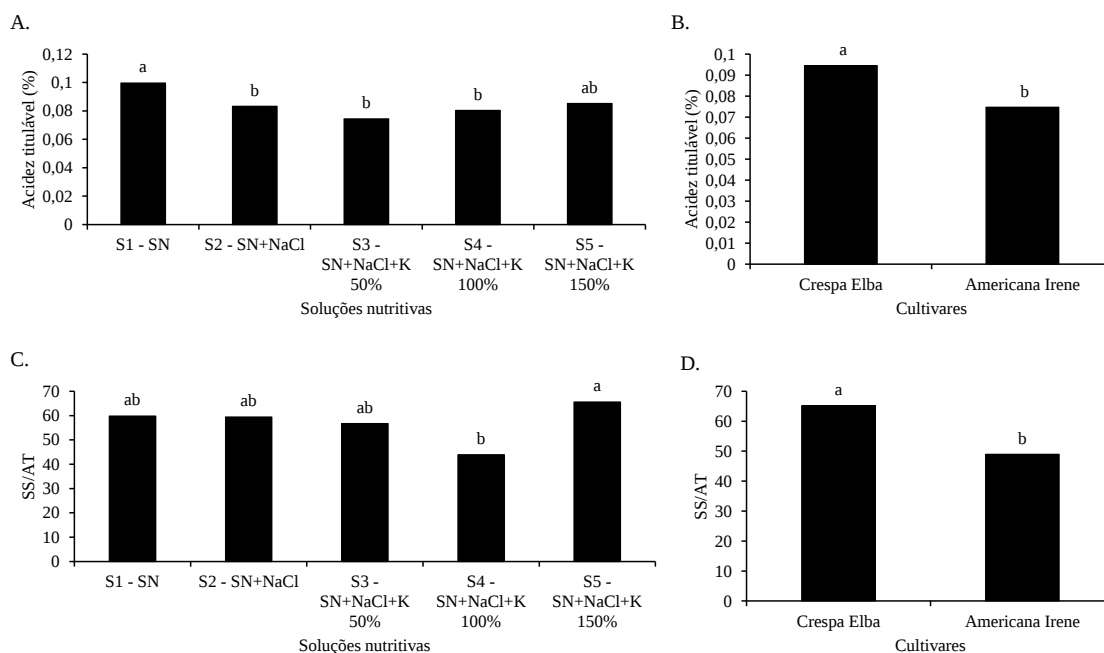


Figura 9. Acidez titulável (A e B) e SS/AT (C e D) de cultivares de alface em função das soluções nutritivas e cultivares. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

O teor de vitamina C (VIT C) diferiu entre as cultivares na S2 e na S5, sendo a cultivar Elba superior em S2, mas inferior em S5. Não houve efeito significativo na solução nutritiva sobre o teor de VIT C na cultivar Elba, apesar de ter ocorrido um pequeno aumento na solução S2 em comparação com a S1. Para a cultivar Irene o uso de solução salina (S2) reduziu o teor de VIT C, no entanto o enriquecimento com potássio favoreceu o aumento desta variável (Figura 10).

Estudo desenvolvido por Freire et al. (2009) mostrou que o uso da água salina favoreceu o teor de vitamina C, comportamento também observado por Sarmento et al. (2014).

Com relação ao teor de sólidos solúveis, verificou-se diferença significativa entre as cultivares nas soluções S1, S2, S3 e S5, nas quais a cultivar Elba foi superior. O menor teor de sólidos solúveis observado na cultivar Irene pode ser explicado por esta ter apresentado maior suculência foliar, ocorrendo efeito diluição dos açúcares (Figura 11).

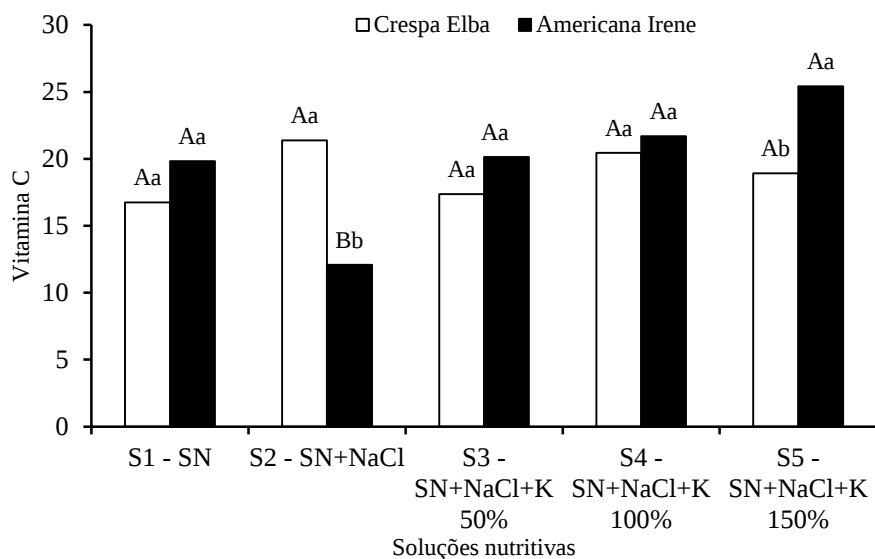


Figura 10. Teores de Vitamina C de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Quanto ao efeito das soluções não foi observado resposta significativa para cultivar Irene, obtendo-se teor médio de 3,16 °Brix, apesar de apresentar um leve decréscimo entre as soluções S1 e S4, com pequena elevação na solução S5. Para cultivar Elba houve diferença entre as soluções nutritivas em que, os maiores valores ocorreram nas soluções S1 e S5. Verifica-se ainda que os menores valores foram observados nas soluções S3 e S4 (Figura 11).

Estes resultados divergem dos apresentados por Freire et al. (2009) e Sarmiento et al. (2014), os quais constataram efeito significativo sobre o teor de sólidos solúveis no tecido foliar de alface e relata que esse aumento provavelmente se dá em função do ajustamento osmótico pela planta, na tentativa de atingir o equilíbrio em relação ao potencial osmótico da solução.

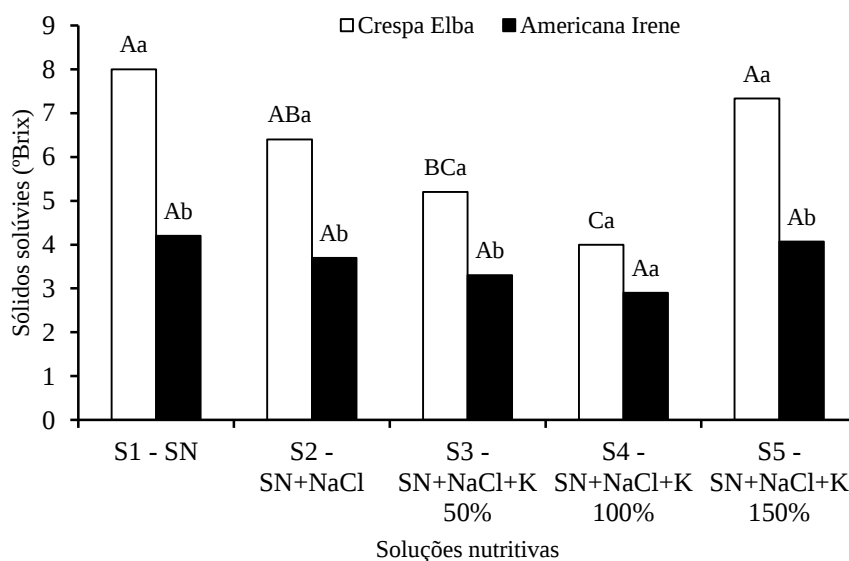


Figura 11. Teores de sólidos solúveis de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

A cultivar Irene foi superior a cultivar Elba para variável índice relativo de clorofila (IRC) em todas as soluções nutritivas, com maiores diferenças ocorrendo nas soluções S1 e S3 (Figura 12). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Cassetari (2012), que avaliou o teor de clorofila em 18 cultivares de alface, dentro estas, quatro americanas e quatro crespas, verificou que todas as cultivares americanas foram superiores para esta variável.

A alface americana apresentou as folhas com coloração verde mais escura, assim, conforme Elbe (2000), as diferenças aparentes na cor do vegetal são devido à presença e à distribuição variável de outros pigmentos associados, como os carotenoides, os quais sempre acompanham as clorofilas.

Considerando as soluções nutritivas, verifica-se que a S3 (50% K) reduziu o estresse salino para cultivar Irene, além de que houve efeito negativo em função das maiores concentrações de potássio na S4 (100%) e S5 (150%) na cultivar resultando em redução do IRC verificando que o enriquecimento até 50% K (S3) na solução nutritiva é satisfatório (Figura 12).

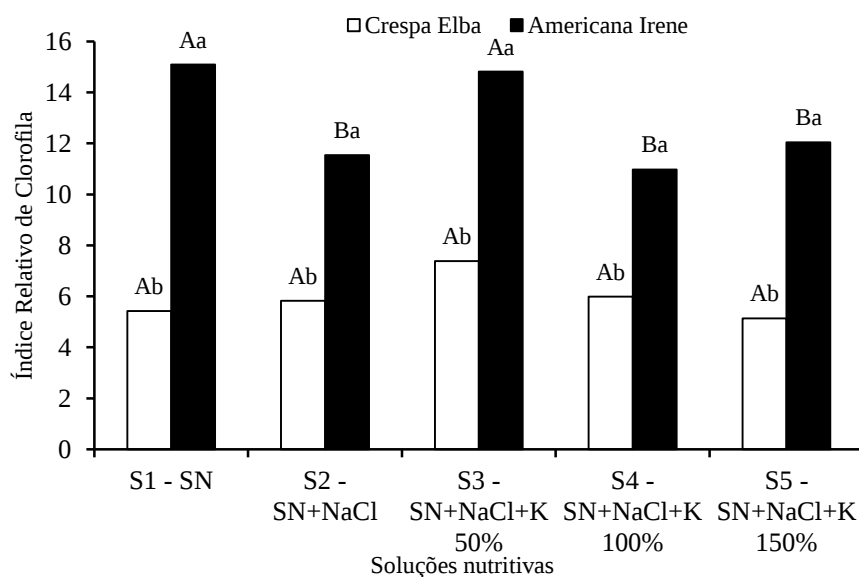


Figura 12. Índice relativo de clorofila de cultivares de alface em função de soluções salinas enriquecidas de potássio. Mossoró-RN, UFERSA, 2017. (Médias com a mesma letra, maiúscula para soluções nutritivas e minúscula para cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade)

Em estudo desenvolvido por Paulus et al. (2010) com duas cultivares de alface em cultivo hidropônico NFT, os autores verificaram aumento no teor de clorofila com o incremento da salinidade da solução nutritiva, entretanto, esses autores destacam que o teor de clorofila pode ser explicado por uma série de fatores como composição e concentração de sais, a duração do estresse e as diferenças entre genótipos.

Redução no teor de clorofila em alface submetida ao estresse salino também foi observado por Garrido et al. (2014), e pode ser atribuída ao aumento da atividade da clorofilase, induzindo a destruição da estrutura do cloroplasto e à instabilidade de complexos de proteínas do pigmento (SANTOS, 2004; JAMIL et al., 2007).

Segundo Munns (1993) o teor de clorofila aumenta com os níveis de salinidade em genótipos tolerantes e diminui em espécies sensíveis, fato observado no presente estudo, em que o uso de solução salina reduziu apenas o IRC na cultivar Americana Irene, que apresentou menor tolerância à salinidade.

5 CONCLUSÕES

O uso de água salina no preparo de solução nutritiva reduz o crescimento das duas cultivares de alface.

A cultivar Irene foi a mais afetada pela salinidade da solução nutritiva em relação à cultivar Elba.

O enriquecimento da solução nutritiva salina com o potássio foi eficiente para reduzir o efeito da salinidade das duas cultivares.

A cultivar Irene exige mais potássio para compensar o efeito deletério da salinidade em seu crescimento.

A cultivar Irene apresenta maior suculência foliar e a cultivar Elba maior teor de sólidos solúveis.

REFERÊNCIAS

- 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.
- ALVES, M. S.; SOARES, T. M.; SILVA, L. T.; FERNANDES, J. P.; OLIVEIRA, M. L. A.; PAZ, V. P. S. Estratégias de uso de água salobra na produção de alface em hidroponia NFT. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v.15, n.5, p.491–498, 2011.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de H. R. GHEYI, J. F. de MEDEIROS e F. A. V. Damasceno. 2.ed. Campina Grande: UFPB, p.153, 1999. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29).
- BERNARDI, A. C. C.; BERNARDI, M. R. V.; WERNECK, C. G.; HALM, P. G.; MONTE, M. B. M. **Avaliação Quantitativa e Qualitativa de Alface Cultivada em Sistema Zeopônico**. Embrapa Hortaliças, Rio de Janeiro, RJ, p. 1-10, 2004. (Circular Técnica)
- CALLEGARI, O.; SANTOS, H. S.; SCAPIM, C. A. Variações do ambiente e de práticas culturais na formação de mudas e na produtividade da alface (*Lactuca sativa* L. cv. Elisa). **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1117-1122, 2001.
- CASSETARI, L. S. **Teores de clorofila e β -caroteno em cultivares e linhagens de alface**. 2012. 67f. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- COMETTI N, N; MATIAS, G.C.S; ZONTA, E.; MARY, W; FERNANDES, M,S. Composto nitrogenado e açúcares solúveis em tecidos de alface orgânica, hidropônica e convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p.748-753, 2004.
- COSTA, C. P.; SALA, F. C. A evolução da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, 2005.
- COVA, A. M. W.; FREITAS, F. T. O.; VIANA, P. C.; RAFAEL, M. R. S.; NETO, A. D. A.; 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.
- DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; NETO, O. N. S.; GONZAGA, M. I. S.; QUEIROZ, I. 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, 2011a.
- DIAS, N. S.; NETO, O. N. S.; COSME, C. R.; JALES, A. G.O.; REBOUÇAS, J. R.; OLIVEIRA, A. M. Resposta de cultivares de alface à salinidade da solução nutritiva com rejeito salino em hidroponia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 10, p. 991-995, 2011b.
- DIAS, N. S.; LIRA, R. B.; BRITO, R. F.; NETO, O. N. S.; NETO, M. F.; OLIVEIRA, A. M. Produção de melão rendilhado em sistema hidropônico com rejeito da

dessalinização de água em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 755-761, 2010.

ELBE, J. H. von. Colorantes. In: FENNEMA, O. W. (Ed.). **Química de los Alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Wisconsin, p. 782-799, 2000.

FALKER AUTOMAÇÃO AGRÍCOLA Ltda. **Manual do medidor eletrônico de teor clorofila (ClorofiLOG / CFL 1030)**. Falker Automação Agrícola. 2008. 33p.

FERNANDES, A. A.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONSECA, M. C. M. Produtividade, acúmulo de nitrato e estado nutricional de cultivares de alface, em hidroponia, em função de fontes de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 195-200, 2002.

FERNÁNDEZ, J. A.; NIÑIROLA, D.; ORSINI, F.; PENNISI, G.; GIANQUINTO, G.; EGEEA-GILABERT, C. Root adaptation and ion selectivity affects the nutritional value of salt-stressed hydroponically grown baby-leaf *Nasturtium officinale* and *Lactuca sativa*. **Agricultural and Food Science**, v. 25, n. 4, p. 230-239, 2016.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 2006. 432 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 418 p.

FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, v. 78, p. 15-24, 2005.

FONSECA, J. M. O GORGULHO. **Boletim Informativo sobre Biodiversidade Agrícola**. Colher para semear – Rede Portuguesa de Variedades Tradicionais. n.5, p. 13, 2007.

FREIRE, A. G.; OLIVEIRA, F. A. ; CARRILHO, M. J. S. O.; OLIVEIRA, M. K. T. ; FREITAS, D. C. Qualidade de cultivares de alface produzida em condições salinas. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 81-88, 2009.

GARRIDO Y., TUDELA J. A., MARÍN A., MESTRE T., MARTÍNEZ V., Gil M. I. Physiological, phytochemical and structural changes of multi-leaf lettuce caused by salt stress. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 94, p. 1592–1599, 2014.

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**, Uberlandia, v. 26, n. 6, p. 894-904, 2010.

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**, Camoina Grande, v. 20, n. 8, p. 728-733, 2016.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, p. 1-7, 2009. (Comunicado técnico, 75).

HORTIFRUTÍCOLAS. **Agrianual 2008: Anuário da agricultura brasileira**, São Paulo, FNP consultoria e comércio, 2015. 187p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo, SP: IAL, 2005. 533p.

IEA - Instituto de Economia Agrícola, 2016 A produção da Agropecuária Paulista: considerações frente à anomalia climática [online]. Available from: <http://www.iea.sp.gov.br/out/>. Acessado em 20 maio de 2017.

JAMIL, M.; REHMAN, S.; LEE, K. J.; KIM, J. M.; KIM, H. S.; RHA, E. S. Salinity reduced growth PS2 photochemistry and chlorophyll content in radish. **Scientia Agrícola. Picicaba**, v. 64, n. 2, p. 111-118, 2007.

KATAYAMA, M. Nutrição e adubação de alface, chicória e almeirão. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, 1990, Jaboticabal. Anais. Piracicaba: POTAFOS, cap. 4, p.141- 148, 1993.

LACERDA, C.F.; CAMBRAIA, J.; CANO, M.A.O.; RUIZ, H.A.; PRISCO, J.T. Solute accumulation and distribution during shoot and leaf development in two sorghum genotypes under salt stress. **Environmental and Experimental Botany**, Paris, v. 49, n. 2, p. 107-120, 2003.

LÉDO, F. J. S.; SOUSA, J. A.; SILVA, M. R. Desempenho de cultivares de alface no Estado do Acre. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 18, p. 225-228, 2000.

LORENZO, P.; SÁNCHEZ-GUERRERO, M.C.; MEDRANO, E.; GARCIA, M.L.; CAPARROS, I. and Giménez, M. 2003. External greenhouse mobile shading: effect on microclimate, water use efficiency, and yield of a tomato crop grown under different salinity levels of the nutrient solution. **Acta Horticulturae**, v. 609, p.181-186, 2003.

LUZ, G. L.; MEDEIROS, S. L. P.; MANFRON, P. A.; AMARAL, A. D.; MÜLLER, L.; TORRES, M. G.; MENTGES, L. A questão do nitrato em alface hidropônica e a saúde humana. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2388-2394, 2008.

MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of irrigation and Drainage Division ASCE**, CIDADE, v. 103, n. IR2, p.115-134, 1977.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFOS. 1997. 319p.

MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. **Academic Press**, London. 1995. 889 p.

MEDEIROS, J. F; SILVA, M. C. C.; SARMENTO, D. H. A.; BARROS, A. D. Crescimento do meloeiro cultivado sob diferentes níveis de salinidade, com e sem

cobertura do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 3, p. 248-255, 2007.

MOTA, J. H.; SOUZA, R. J.; SILVA, E. C.; CARVALHO, J. G.; YURI, J. E. Efeito do cloreto de potássio via fertirrigação na produção de alface-americana em cultivo protegido. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 542-549, 2001.

MUNNS R. Physiological processes limiting plant growth in saline soil: some dogmas and hypothesis. **Plant, Cell and Environment**, v. 16, p. 15-24, 1993.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, Cambridge, v. 167, n. 3, p. 645-663, 2005.

NOBRE, J. G. A.; VIANA, T. V. A.; MOREIRA, L. G. Influência da fertirrigação potássica na produtividade da momoneira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. v. 4, n. 4, p. 207-216, 2010.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S.; MEDEIROS, J. F.; MACARAJA, 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**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 771-777, 2011.

PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 60, n. 3, p. 324-349, 2005.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; PAULUS, E. Análise sensorial, teores de nitrato e de nutrientes de alface cultivada em hidroponias ob águas salinas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 18-25, 2012b.

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.; 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, 2012a.

PÉREZ-LÓPEZ, U.; MIRANDA-APODACA, J.; LACUESTA, M.; MENA-PETITE, A.; MUNOZ-RUEDA, A. Growth and nutritional quality improvement in two differently pigmented lettuce cultivars grown under elevated CO₂ and/or salinity. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.195, p.55-66, 2015.

PETRAZZINI, L. L.; SOUZA, G. A.; RODAS, C. L.; EMRICH, E. B.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. J. Nutritional deficiency in crisphead lettuce grown in hydroponics. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 3, p. 310-313, 2014.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora UNESP. 2008. 408 p.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza, Embrapa-CNPAT. 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 54).

SALA F. C.; COSTA, C. P. 'Gloriosa': cultivar de alface americana tropicalizada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 409-410, 2008.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. PiraRoxa: cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p.158-159, 2005.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, 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, 2010.

SANTOS, C.V. Regulation of chlorophyll biosynthesis and degradation by salt stress in sunflower leaves. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.103, n.1, p.93-99, 2004.

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, n. 3, p. 90-97, 2014.

SHIZUTO, M. **Horticultura**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983. 321p.

SILVA, A. O. A fertirrigação e o processo de salinização de solos em ambiente protegido. **Revista Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, Sinop, v. 2, n. 3, p. 180-186, 2014.

SILVA, A. O.; SILVA, D. J. R.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; SANTOS, A. N.; ROLIM, M. M. Produção de rúcula em sistema hidropônico NFT utilizando água salina do Semiárido-PE e rejeito de dessalizador. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 147-155, 2011.

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.

SOARES, T. M.; DUARTE, S. N.; SILVA, E. F. F.; JORGE, C. A. Combinação de águas doce e salobra para produção de alface hidropônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 7, p. 705-714, 2010.

SOARES, T. M.; SILVA, E. F. F.; DUARTE, S. N.; MÉLO, R. F.; JORGE, C. A.; SILVA, E. M. B. Produção de alface utilizando águas salinas em sistema hidropônico. **Irriga**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 235-248, 2007.

SPERLING, O.; LAZAROVITCH, N.; SCHWARTZ, A.; SHAPIRA, O. Effects of high salinity irrigation on growth, gas-exchange, and photoprotection in date palms (*Phoenix dactylifera* L., cv. Medjool). **Environmental and Experimental Botany**, Elmsford, v. 99, p. 100-109, 2014.

STROHECKER, R.; HENINING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967, 42 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Piracicaba, Artmed, 2013, 820 p.

TZORTZAKIS, N. G. Alleviation of Salinity-Induced Stress in Lettuce Growth by Potassium Sulphate Using Nutrient Film Technique. **International Journal of Vegetable Science**, Binghamton, v. 15, n. 3, p. 226-239, 2009.

UCAR, Y., KADAYIFCI, A., ERDAL, I., TUYLU, G., AND SRENYIGIT, U. Effect of potassium fertilization on lettuce's (*Lactuca sativa* L.) yield parameters and evapotranspiration under different sodium media. *Asian Journal of Chemistry*, v. 19, n. 5, p. 4083-4092, 2007.

VIANA, S. B. A.; RODRIGUES, L. N.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Produção de alface em condições de salinidade a partir de mudas produzidas com e sem estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 60-66, 2001.