

**Utilização de diferentes concentrações salinas da solução nutritiva na produção de  
cultivares de alface em cultivo hidropônico**

**Use of different saline concentrations of the nutrient solution in the production of lettuce  
cultivars in hydroponic cultivation**

**Uso de diferentes concentraciones salinas de la solución nutritiva en la producción de  
cultivares de lechuga en cultivo hidropónico**

Recebido: 19/09/2020 | Revisado: 25/09/2020 | Aceito: 30/09/2020 | Publicado: 03/10/2020

**João Ítalo de Sousa**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6862-1706>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [joaoitaloufpb@gmail.com](mailto:joaoitaloufpb@gmail.com)

**Cley Anderson Silva de Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4114-8699>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [cleyanderson@ifce.edu.br](mailto:cleyanderson@ifce.edu.br)

**Francisco Gauberto Barros dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4798-074X>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: [gauberto@ifce.edu.br](mailto:gauberto@ifce.edu.br)

**Kleitton Rocha Saraiva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1902-7038>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Brasil

E-mail: [kleiton.rocha@ifpi.edu.br](mailto:kleiton.rocha@ifpi.edu.br)

**Clayton Moura de Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4382-5382>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Brasil

E-mail: [clayton.carvalho@ifbaiano.edu.br](mailto:clayton.carvalho@ifbaiano.edu.br)

**Lucas de Souza Cunha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0150-3801>

Universidade Federal do Ceará, Brasil

E-mail: [lucasscunha93@gmail.com](mailto:lucasscunha93@gmail.com)

**Rômulo Magno Oliveira de Freitas**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2422-0118>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Brasil

E-mail: [romulo.freitas@ifrn.edu.br](mailto:romulo.freitas@ifrn.edu.br)

## Resumo

A alface (*Lactuca sativa* L.) é considerada a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e no mundo, contribuindo na geração de emprego e renda. No Brasil, tem crescido o cultivo desta hortaliça em sistema hidropônico, mas, não há um consenso entre sobre a condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs) ideal para o cultivo, sobretudo em regiões. Objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de duas cultivares de alface em função de diferentes concentrações salina da solução nutritiva. Utilizou-se o Deliniamento Inteiramente ao Acaso (DIC) em parcelas subdivididas, com esquema fatorial de 2x5, com três repetições. Nas parcelas foram distribuídas as cultivar de alface americana ( $V_1 = \text{“Astra”}$  e  $V_2 = \text{“Bruma”}$ ). Nas subparcelas foram testadas as soluções com condutividades elétricas (CEs) de:  $CE_{S1} = 0,5$ ;  $CE_{S2} = 1,0$ ;  $CE_{S3} = 1,5$ ;  $CE_{S4} = 2,0$  e  $CE_{S5} = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Para composição da solução nutritiva utilizou Kristalon laranja 6-12-36, Nitrato de Cálcio e Tenso Cocktail. A massa fresca da raiz das cultivares Astra e Bruma se comportaram de forma quadrática, aumentando até a CEs de  $1,37 \text{ dS m}^{-1}$ . O comprimento do caule teve seu resultado influenciado pelos níveis crescente de salinidade da solução nutritiva. Houve incremento da massa fresca da parte aérea até a CEs de  $1,31 \text{ dS m}^{-1}$  para a cultivar Bruma e  $1,03 \text{ dS m}^{-1}$  para a cultivar Astra. O maior perímetro da cabeça foi estimado com a CE de  $1,01 \text{ dS m}^{-1}$  para a cultivar Astra e  $0,94 \text{ dS m}^{-1}$  para a cultivar Bruma. As CEs que proporcionou melhores resultados de produção foi de  $1,31$  e  $1,03 \text{ dS m}^{-1}$  para as cultivares Bruma e Astra respectivamente.

**Palavras-chave:** Salinidade; Hidroponia; Hortaliça; *Lactuca sativa* L.

## Abstract

Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is considered the most consumed leafy vegetable in Brazil and in the world, contributing to the generation of jobs and income. In Brazil, the cultivation of this vegetable in a hydroponic system has grown, but there is no consensus between the electrical conductivity of the ideal nutrient solution (CEs) for cultivation, especially in regions. The objective was to evaluate the productive performance of two cultivars of lettuce according to different saline concentrations of the nutrient solution. A completely randomized design

(DIC) was used in subdivided plots, with a 2x5 factorial scheme, with three replications. The lettuce cultivars were distributed in the plots ( $V_1 = \text{"Astra"}$  and  $V_2 = \text{"Bruma"}$ ). In the subplots, solutions with electrical conductivities (CEs) of:  $CE_{S1} = 0.5$  were tested;  $CE_{S2} = 1.0$ ;  $CE_{S3} = 1.5$ ;  $CE_{S4} = 2.0$  and  $CE_{S5} = 2.5 \text{ dS m}^{-1}$ . Kristalon orange 6-12-36, Calcium Nitrate and Tenso Cocktail were used to compose the nutrient solution. The fresh root mass of the cultivars Astra and Bruma behaved in a quadratic manner, increasing the CEs to  $1.37 \text{ dS m}^{-1}$ . The length of the stem was influenced by the increasing salinity levels of the nutrient solution. There was an increase in the fresh weight of the aerial part up to the CEs of  $1.31 \text{ dS m}^{-1}$  for the cultivar Bruma and  $1.03 \text{ dS m}^{-1}$  for the cultivar Astra. The largest head circumference was estimated with the EC of  $1.01 \text{ dS m}^{-1}$  for Astra cultivar and  $0.94 \text{ dS m}^{-1}$  for Bruma cultivar. The CEs that provided the best production results were  $1.31$  and  $1.03 \text{ dS m}^{-1}$  for the cultivars Bruma and Astra respectively.

**Keywords:** Salinity; Hydroponics; Vegetables; *Lactuca sativa* L.

### Resumen

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es considerada la verdura de hoja más consumida en Brasil y en el mundo, contribuyendo a la generación de empleo e ingresos. En Brasil, el cultivo de esta hortaliza en sistema hidropónico ha crecido, pero no existe consenso entre la conductividad eléctrica de la solución nutritiva ideal (CE) para el cultivo, especialmente en regiones. El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo de dos cultivares de lechuga según diferentes concentraciones salinas de la solución nutritiva. Se utilizó un diseño completamente al azar (DIC) en parcelas subdivididas, con esquema factorial 2x5, con tres repeticiones. Los cultivares de lechuga se distribuyeron en las parcelas ( $V_1 = \text{"Astra"}$  y  $V_2 = \text{"Bruma"}$ ). En las subparcelas, se probaron soluciones con conductividades eléctricas (CE) de:  $CE_1 = 0,5$ ;  $CE_{S2} = 1,0$ ;  $CE_{S3} = 1,5$ ;  $CE_{S4} = 2,0$  y  $CE_{S5} = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Kristalon orange 6-12-36, Calcium Nitrate y Tenso Cocktail se utilizaron para componer la solución nutritiva. La masa de raíces frescas de los cultivares Astra y Bruma se comportó de manera cuadrática, aumentando los CE a  $1.37 \text{ dS m}^{-1}$ . La longitud del tallo se vio influenciada por los niveles crecientes de salinidad de la solución nutritiva. Hubo un incremento en el peso fresco de la parte aérea hasta los CEs de  $1.31 \text{ dS m}^{-1}$  para el cultivar Bruma y  $1.03 \text{ dS m}^{-1}$  para el cultivar Astra. La mayor circunferencia de la cabeza se estimó con la CE de  $1.01 \text{ dS m}^{-1}$  para el cultivar Astra y  $0.94 \text{ dS m}^{-1}$  para el cultivar Bruma. Los CE que brindaron los mejores resultados de producción fueron  $1.31$  y  $1.03 \text{ dS m}^{-1}$  para los cultivares Bruma y Astra respectivamente.

**Palabras clave:** Salinidade; Hidroponia; Hortalizas; *Lactuca sativa* L.

## 1. Introdução

A cada ano a produção de alimento de forma convencional vem sendo questionada, devido aos grandes volumes de água utilizados, onde cerca de 78% de toda a demanda hídrica é requerida para a produção agropecuária (Ana, 2017), fazendo com que haja uma busca incessante para se obter maiores produtividades utilizando menos água, de modo a atender o crescimento populacional, sem causar um colapso hídrico.

A utilização de técnicas de cultivo protegido vem se destacando em todo o Brasil, devido ao aumento da demanda por produtos mais saudáveis por parte da população (Cometti et al., 2008). Dentre as vantagens do cultivo hidropônico, Magalhães et al. (2010) cita o melhor controle ambiental, com o uso mais eficiente da água e fertilizantes, redução no ataque de pragas e doenças, facilidade no manejo dos tratamentos culturais, além de potencializar o desenvolvimento da cultura reduzindo o tempo de cultivo.

Em função da exigência de qualidade e regularidade na oferta dos produtos, dentre as várias tecnologias introduzidas, o cultivo hidropônico viabiliza a disponibilidade dos produtos em períodos de entressafra e garante uma regularidade em sua oferta (Zanella et al., 2008). Nessa técnica as perdas de água pela evaporação, comum nos cultivos convencionais, preocupante e dependente da cobertura do solo, é praticamente reduzida à zero, como constatado por Dalmago et al. (2010).

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertencente à família Asteraceae é considerada a hortaliça folhosa mais consumida no Brasil e no mundo, sendo importante fonte de minerais e vitaminas e contribuindo na geração de emprego e renda (Zárate et al., 2010; Silva et al., 2015; Gomes Filho et al., 2020; Serra et al., 2020), assegurando a sua expressiva importância econômica. Seu cultivo em sistema hidropônico tem recebido atenção especial no Brasil, principalmente para agregar valor ao produto (Luz et al., 2006).

A alface, devido ao seu curto ciclo de crescimento, é uma cultura muito exigente em nutrientes, e a deficiência desses nutrientes apresenta sintomas que podem ser identificados visualmente como coloração anormal, crescimento, queima e distorção de partes da planta (Meiros et al., 2017; Santos et al., 2020).

Como a alface é uma hortaliça que produz bem em temperaturas amenas (Magalhães et al., 2015), o seu cultivo em regiões quentes, apresenta como um dos principais gargalos as condições edafoclimáticas locais como relatam Diamante et al. (2013). Associada às

temperaturas do Nordeste Brasileiro, altas condutividades elétricas da solução nutritiva, conduzem a distúrbios fisiológicos nas plantas como murcha excessiva nas horas mais quentes do dia, queima das bordas das folhas e perda na produtividade (Cometti et al., 2008).

A salinidade da solução nutritiva é responsável por influenciar os processos fisiológicos e bioquímicos que ocorrem ao longo do desenvolvimento da planta (Paulus et al., 2010), interferindo no comportamento das plantas ocasionando efeitos osmóticos, tóxicos, de ordem nutricional que levam a redução do crescimento, que podem ser potencializados pelo estágio de desenvolvimento em que a planta se encontra no momento de exposição a salinidade da solução (Dias et al., 2011).

A absorção de água pelas culturas no cultivo hidropônico é proporcional à concentração de nutrientes da solução, o que está diretamente relacionado com o potencial osmótico. Furlani (2008) recomenda condutividade elétrica da solução (CEs) entre os intervalos de 1,5 a 2,5 dS m<sup>-1</sup>, já Helbel Júnior et al. (2008) recomenda valores de CE da solução de 1,20 dS m<sup>-1</sup>. Como não há um consenso entre os pesquisadores sobre a CE ideal para o cultivo hidropônico, sobretudo em regiões quente, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo de duas cultivares de alface do grupo americana (“Astra” e “Bruma”) em função de diferentes concentrações salina da solução nutritiva. Use o parágrafo como modelo

## 2. Metodologia

O experimento foi conduzido em uma área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), campus Tianguá, o mesmo esta localizado sob as coordenadas geográfica 3°43'58,06" de Latitude Sul e 41°00'44,00" Longitude O. clima da região é classificado como Tropical Com Inverno Seco (Aw), segundo classificação de Köppen (1918), com temperatura média de 22 °C e precipitação de 1258mm anual.

O Experimento foi realizado utilizando estufa modelo “Arco Pampeana”, com pé direito de 3 m, nas dimensões 12 m de comprimento, 6 m de largura, revestida com filme de polietileno de baixa densidade (150 µm de espessura) na parte superior e laterais com tela 30% de sombreamento. As bancadas foram compostas por três canaletas de 6 m de comprimento, espaçadas a 0,3 m, com densidade de 10 plantas m<sup>-2</sup>. Foi utilizado como recipiente de solução uma caixa de polietileno com capacidade de armazenamento de 200 L. O tempo de irrigação foi prefixado em 15 minutos com intervalos entre irrigações de 15 minutos (das 6:00 às 18:00 horas) e das 18:00 as 6:00 horas adotou-se o manejo de 15

minutos de irrigação e 60 minutos de intervalo. A vazão utilizada nos canais de cultivo é de  $1,5 \text{ L min}^{-1}$  como utilizado por Villela Júnior et al. (2004).

Utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) em parcelas subdivididas, com esquema fatorial de  $5 \times 2$ , com três repetições, sendo cada repetição composta por 23 plantas. Nas parcelas foram testadas cinco condutividades elétricas da solução (CEs) de:  $CE_{S1} = 0,5$ ;  $CE_{S2} = 1,0$ ;  $CE_{S3} = 1,5$ ;  $CE_{S4} = 2,0$  e  $CE_{S5} = 2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Nas subparcelas foram distribuídas duas cultivares de alface do grupo americana ( $V_1 = \text{Astra}$  e  $V_2 = \text{Bruma}$ ). Para composição da solução nutritiva utilizou Kristalon laranja 6-12-36, Nitrato de Cálcio e Tenso Cocktail como recomendação utilizado por Lopes et al. (2003), cujos percentuais de nutrientes são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Fertilizantes usados na preparação das soluções e suas respectivas proporções de nutrientes. Fonte: Dados da presente pesquisa.

Fertilizante	Nutrientes (%)											
	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Mn	Zn	B	Fe	Mo
Kristalon Laranja <sup>®</sup> (06-12-36)	6	12	36	-	1,8	8	0,01	0,04	0,025	0,025	0,07	0,004
Nitrato de cálcio	15	-	-	19	-	-	-	-	-	-	-	-
Tenso Cocktail <sup>®</sup>	-	-	-	2,57	-	-	0,53	2,57	0,53	0,52	3,84	0,13

Fonte: Autores.

As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno com 200 células utilizando como substrato fibra de coco, o qual recebi solução nutritiva com condutividade elétrica de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  uma vez ao dia durante 20 dias, após esse período realizou o transplante das mudas para os perfis.

O sistema de bombeamento da solução era composto por 4 eletrobombas que tinham o funcionamento controlado por um temporizador, construído a partir de um arduino, programado para acionar o sistema por 15 minutos interrompidos e em seguida desligar o sistema por 15 min. Essa programação funcionava das 6:00 h até às 18:00 h, a partir desse horário até a 6:00 h, o temporizador acionava o sistema por 15 minutos e desligava por uma hora.

As plantas foram colhidas de forma manual, retirando-se da bancada para avaliação,

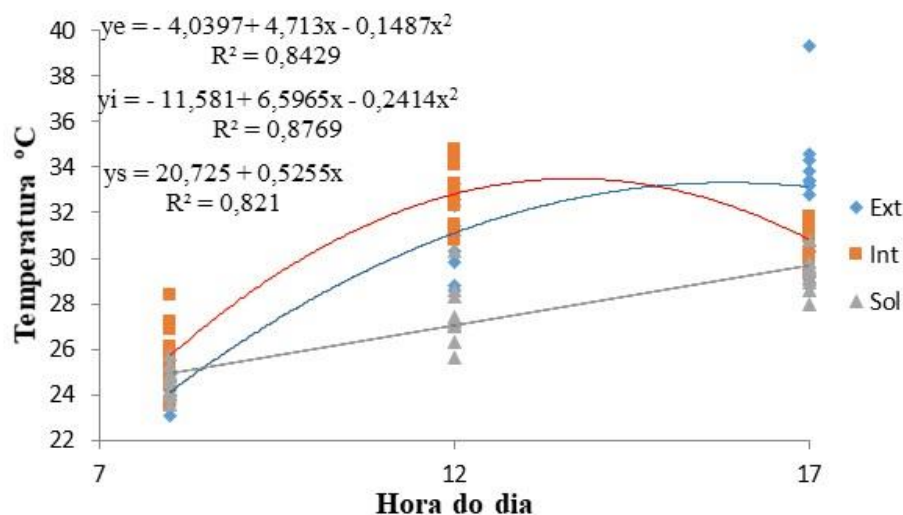
as quais foram coletadas 10 plantas do centro de cada subparcela. A colheita ocorreu 20 dias após o transplante. Em seguida as plantas foram levadas ao laboratório de biologia do IFCE, Campus Tianguá, para aferição das variáveis de produção.

Após a colheita foi quantificado a massa fresca da parte aérea, massa fresca da raiz; utilizando balança analítica. Para medição do perímetro da cabeça foi utilizando paquímetro digital. Para determinação do comprimento do caule foram retiradas todas as folhas das plantas, as quais foram medidas posteriormente através da utilização do paquímetro, tomadas duas medidas aproximadamente perpendiculares a base do caule como adotado por Santi et al. (2013). Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Os tratamentos quantitativos (níveis de condutividade elétrica), foram submetidos a análise de regressão utilizando o Sisvar 5.0 (Ferreira, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

Durante toda a fase final da cultura (20 dias) foi monitorado a temperatura interna da estufa com termômetro digital, do ambiente externo e da solução nutritiva, 3 vezes ao dia nos respectivos horários 8:00, 12:00, 17:00 horas conforme a Figura 1.

**Figura 1.** Valores médios de temperatura do interior da estufa, no ambiente externo e na solução nutritiva, durante 20 dias da fase final de cultivo de alface em sistema hidropônico.

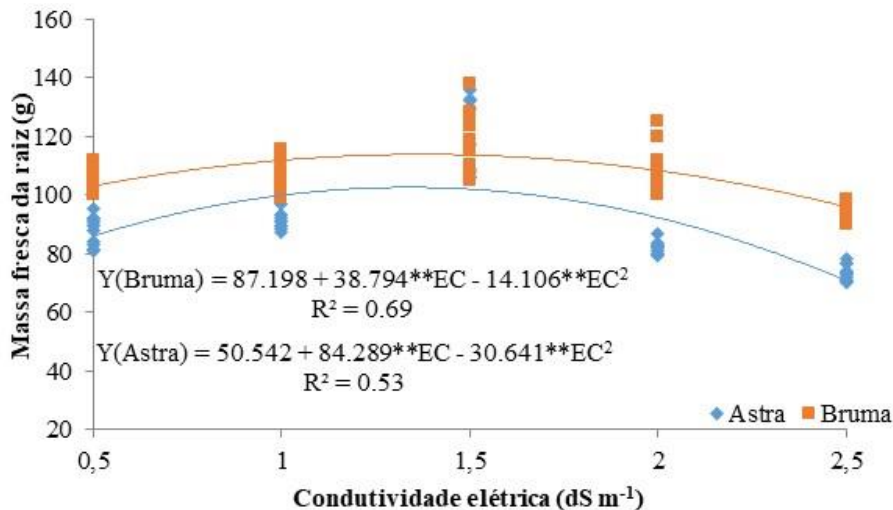


Fonte: Dados da presente pesquisa.

Houve efeito significativo da massa fresca da raiz em função da cultivar bem como em função da concentração da solução nutritiva ao nível de 1% de probabilidade. Para a massa

fresca da raiz foi constatado efeito quadrático, em função do aumento da concentração da CEs, com ponto de máxima de 114 e 108 g planta<sup>-1</sup> para as cultivares Bruma e Astra, respectivamente, obtido sob condutividade elétrica de aproximadamente 1,37 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2).

**Figura 2.** Massa Fresca da raiz de duas cultivares de alface, conduzidas em sistema hidropônico submetidas a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva.



Fonte: Dados da presente pesquisa.

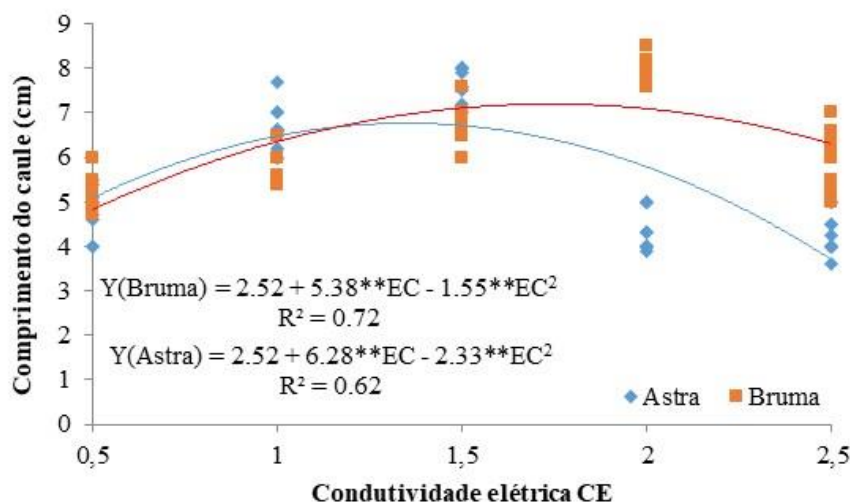
O aumento da concentração de nutrientes da solução nutritiva superior a 1,37 dS m<sup>-1</sup> promoveu a redução da massa fresca de raiz em aproximadamente 4,9 e 15,77% para as cultivares Bruma e 10,59 e 35,4% para a cultivar Astra nas CEs de 2 e 2,5 dS m<sup>-1</sup>. Gondim et al. (2010) também constatou redução da massa radicular com o aumento da condutividade elétrica das soluções nutritivas, no entanto, essa diminuição foi observada sob CE bem inferior a observada no presente trabalho, a partir de 0,5 dS m<sup>-1</sup>, com redução de até 14,3 % quando comparado os resultados obtido com as condutividades elétricas de 0,5 e 4 dS m<sup>-1</sup>. No entanto, ainda segundo os autores, esse efeito deletério do desenvolvimento radicular sob condutividades baixas não é repassada para a produtividade da cultura, no qual se constatou máximo rendimento (g planta<sup>-1</sup>) sob condutividade de 2,6 dS m<sup>-1</sup>.

Taiz & Zeiger (2013) atribuem a redução do crescimento radicular a uma reação da planta a abundância de nutrientes evitando gastos desnecessários de energia, já que, segundo esses mesmos autores, o crescimento do sistema radicular depende da disponibilidade de água e nutrientes na rizosfera.



Houve efeito significativo do comprimento do caule em função das cultivares estudadas bem como em função da concentração da solução nutritiva, ao nível de 1% de probabilidade. Nota-se que, em ambas as cultivares, houve efeito quadrático para os valores de comprimento de caule, com ponto de máxima de 7,2 cm atingidos na solução com CE de 1,73 dS m<sup>-1</sup> para a cultivar Bruma e 6,73 cm sendo atingido na CE de 1,36 dS m<sup>-1</sup> para a cultivar Astra (Figura 3).

**Figura 3.** Comprimento do caule de duas cultivares de alface, conduzidas em sistema hidropônico submetidas a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva.



Fonte: Dados da presente pesquisa.

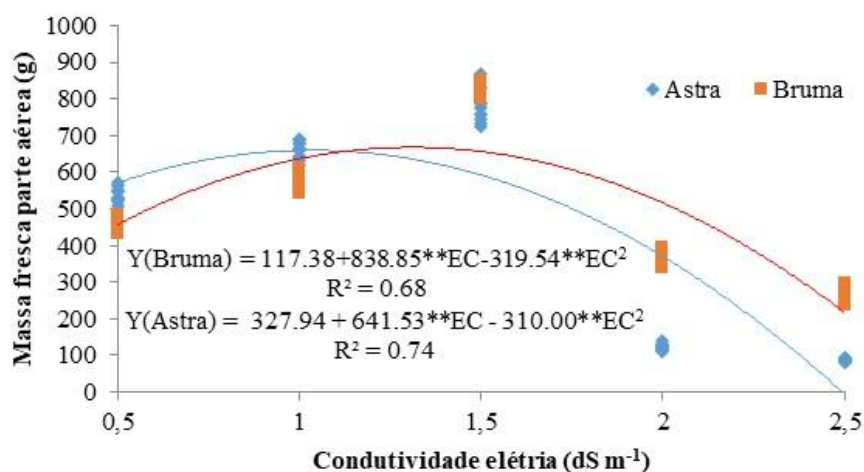
Houve redução de 14,4 e 45,6 % no comprimento do caule das plantas de alface da cultivar Astra que foram submetidas a solução nutritivas com CE de 2 e 2,5 dS m<sup>-1</sup> e de 12,74 % nas plantas da cultivar Bruma que receberam solução nutritiva com condutividade elétrica de 2,5 dS m<sup>-1</sup>. Esse comportamento também foi observado por Oliveira et al. (2011) estudando o desenvolvimento de cultivares de alface sob irrigação salina, obtendo os maiores resultados de comprimento de caule nas plantas irrigadas com menores níveis salino.

Andriolo et al. (2004) alerta que altas temperaturas da solução nutritiva proporcionam hipóxia e consequentemente redução de crescimento das culturas. A alface é uma planta de clima temperado adaptada a temperaturas entre 12 e 22 °C, temperaturas acima de 20 °C favorecem a emissão do pendão floral com a interrupção da fase vegetativa. O acúmulo de látex proporciona sabor amargo inviabilizando o consumo e comercialização da alface (Filgueira, 2003).

Silva et al. (2017) encontrou resultados semelhantes aos observados neste trabalho, com uma redução de 54,65% na altura das plantas que foram submetidas ao maior nível de salinidade de água de irrigação quando comparada com a testemunha, este mesmo autor, atribui o fato a uma forma que as plantas utilizam para se adaptar a condições adversas, reduzindo o gasto de energia e por consequência o crescimento do caule.

A massa fresca média da Bruma 496,9 g diferenciou-se estatisticamente da obtida com a Astra de 437,7 g. Também foi verificado efeito significativo, de comportamento quadrático, da massa fresca da parte aérea em função da concentração de sais da solução nutritiva, para ambas as cultivares. O aumento da concentração da solução nutritiva proporcionou incremento da massa fresca até ponto máximo de condutividade elétrica da solução CEs de 1,31 dS m<sup>-1</sup> proporcionando produção de 667 g planta<sup>-1</sup> para a cultivar Bruma e CEs de 1,03 dS m<sup>-1</sup> com produção de 660 g planta<sup>-1</sup> para a cultivar Astra (Figura 4). Corroborando com Helbel Júnior et al. (2008) também observaram efeito quadrático da matéria fresca em função do aumento da concentração de nutrientes na solução nutritiva com ponto de máxima obtido com CE de 1,20 dSm<sup>-1</sup>.

**Figura 4.** Massa Fresca da parte aérea de duas cultivares de alface, conduzidas em sistema hidropônico submetidas a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva.



Fonte: Dados da presente pesquisa.

Com o aumento do valor da CE, observou uma queda acentuada no valor da massa fresca da parte aérea. Esses resultados são semelhantes aos observados por Cometti et al. (2008), onde também verificaram aumento da produtividade da alface em função do aumento da concentração iônica da solução nutritiva, contudo, segundo esses autores as maiores produtividades foram obtidas com solução nutritiva de CE de 1,84 dS m<sup>-1</sup> o que pode esta

relacionado a temperatura local, já que o experimento foi realizado no sudeste ou a cultivar de alface vera, utilizada pelo referidos autores.

Gondim et al. (2010), também observaram comportamento quadrático, contudo, para a variável massa seca da parte aérea, o ponto máximo foi atingido com CE de  $2,76 \text{ dS m}^{-1}$ , o que pode estar relacionado a variáveis climáticas locais, já que o experimento foi conduzido em Viçosa-MG, com temperaturas mínimas de  $18,8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

A cultivar Bruma é mais exigente em nutrientes quando comparada com a Astra, tendo em vista que apresentou um crescimento menor em relação a Astra quando submetida a solução nutritiva com condutividade elétrica baixas (entre  $0,5$  e  $1,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e teve ponto de máxima estimado com condutividade elétrica da solução mais concentrada de  $1,31 \text{ dS m}^{-1}$ .

Com a elevação da condutividade elétrica das soluções, a partir do ponto de máxima, foi estimada redução acentuada na massa fresca da parte aérea das duas cultivares, sendo de  $22,5$  e  $67,4\%$  para a Bruma nas plantas submetidas a CEs de  $2$  e  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$  e de  $10,0$ ;  $43,78$  e  $100 \%$  para a cultivar Astra quando submetidas a solução nutritiva com CEs de  $1,5$ ,  $2$  e  $2,5 \text{ dS m}^{-1}$ . Paulus et al. (2010) também constataram redução da massa fresca da parte aérea com o aumento da CEs a partir do ponto de máxima, observando redução de  $13,54 \%$  para cada incremento unitário de CE da solução nutritiva. Desta forma, a elevada condutividade elétrica, pode interferir na absorção de água e nutrientes, refletindo negativamente na produtividade da cultura. Para cada cultivar de alface tem-se uma CE da solução que a propicia melhor desempenho produtivo.

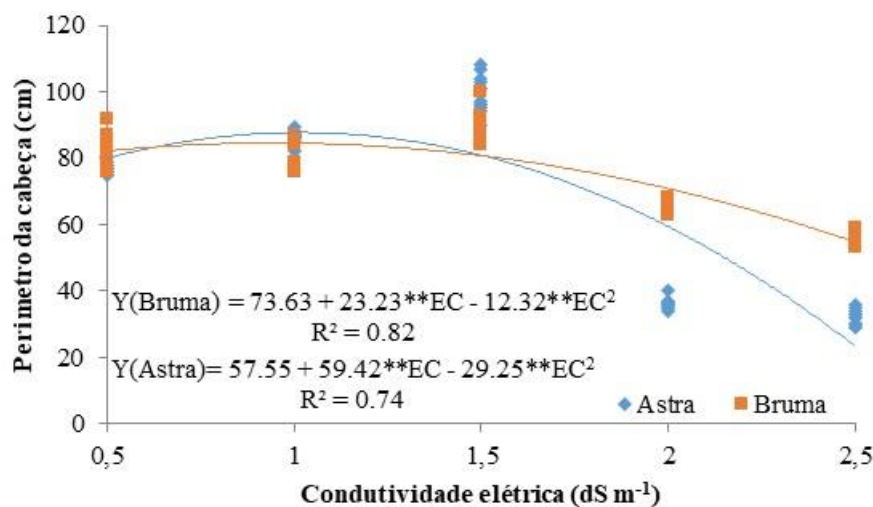
O ponto de máxima da matéria fresca da parte aérea com maior condutividade elétrica da solução obtida para Bruma, também pode revelar que, entre as cultivares testadas no presente trabalho, a Bruma foi a mais adaptada ao clima local, uma vez que o aumento da temperatura ambiente que naturalmente proporcional temperatura da solução nutritiva, pode afetar o consumo de água e nutrientes pelas culturas e conseqüentemente seu desenvolvimento. Andriolo et al. (2004) alerta que temperaturas elevadas da solução nutritiva pode proporcionar hipóxia e conseqüentemente redução de crescimento da cultura.

Houve efeito significativo do perímetro da cabeça em função das cultivares e da concentração da solução nutritiva, ao nível de  $1\%$  de probabilidade. O maior perímetro da cabeça de  $84,3 \text{ cm}$  foi estimado com a CE de  $0,94 \text{ dS m}^{-1}$  para a cultivar Bruma. Já para a cultivar Astra foi de  $87,7 \text{ cm}$  estimado com CE de  $1,01 \text{ dS m}^{-1}$ , valores semelhantes aos encontrados por Luz et al. (2006) que observaram perímetro médio de cabeças de  $83 \text{ cm}$  com CE de aproximadamente  $1,8 \text{ dS m}^{-1}$ . Já Feltrim et al. (2015) encontrou valores médios de perímetro de  $72 \text{ cm planta}^{-1}$  utilizando solução nutritiva com CE de  $2,4 \text{ dS m}^{-1}$ , diferença que

pode está associada ao clima local já que o referido trabalho foi realizado no período do inverno, em Jaboticabal-SP.

Com a elevação da condutividade elétrica das soluções, houve redução acentuada do perímetro da cabeça de aproximadamente 4,2; 16 e 35,1 % para a cultivar Bruma nas plantas submetidas a CEs de 1,5, 2 e 2,5  $\text{dS m}^{-1}$  e de 7,79; 32,2 e 73,44 % para a cultivar Astra quando submetidas a solução nutritiva com CEs de 1,5, 2 de 2,5  $\text{dS m}^{-1}$  (Figura 5).

**Figura 5.** Perímetro da cabeça de duas cultivares de alface, conduzidas em sistema hidropônico submetidas a diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva.



Fonte: Dados da presente pesquisa.

Com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva a partir do ponto de máxima de 1,01  $\text{dS m}^{-1}$  e 0,94  $\text{dS m}^{-1}$ , para 1,03 e 1,30  $\text{dS m}^{-1}$ , valores de CEs na qual foi obtido melhores resultado da massa fresca para Astra e Bruma, respectivamente, as reduções dos perímetros das cabeças foram insignificantes, inferior a 2%. Como a massa fresca e o diâmetro da cabeça são as duas características agrônômicas de interesse comercial (Santana et al., 2012; Yuri et al., 2017; Martins et al., 2017) as condutividades elétricas de 1,03 e 1,30  $\text{dS m}^{-1}$ , para a cultivar Astra e Bruma, respectivamente, são as mais recomendáveis para estas cultivares em sistema hidropônico.

#### 4. Considerações Finais

A cultivar Bruma é mais adaptada ao aumento da concentração de sais da solução nutritiva em comparação com a Astra.

Cada cultivar de alface tem-se uma CEs que a propicia melhor desempenho produtivo, sendo recomendado, nas condições deste experimento, a CEs de 1,31 e 1,03 dS m<sup>-1</sup> para as cultivares Bruma e Astra, respectivamente.

O aumento da CEs superior a 1,31 e 1,03 dS m<sup>-1</sup> ocasionou redução dos valores de massa fresca e perímetro da cabeça para as cultivares Bruma e Astra, respectivamente.

### **Agradecimentos**

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE pelo fomento da pesquisa.

### **Referências**

Ana - Agência Nacional de Águas. (2017). *Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada*. Brasília: ANA, 85 p.

Andriolo, J. L., Luz, G. L., Giraldo, C., Godoi, R. S., & Barros, G. T. (2004). Cultivo hidropônico da alface empregando substratos: uma alternativa a NFT?. *Horticultura Brasileira*, 22(4), 794-798. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400026>

Cometti, N. N., Matias, G. C. S., Zonta, E., Mary, W., & Fernandes, M. S. (2008). Efeito da concentração da solução nutritiva no crescimento da alface em cultivo hidropônico-sistema NFT. *Horticultura Brasileira*, 26(2), 262-267. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362008000200027>

Dalmago, G. A., Bergamaschi, H., Krüger, C. A. M. B., Bergonci, J. I., Comiran, F. & Heckler, B. M. M. (2010). Evaporação da água na superfície do solo em sistemas de plantio direto e preparo convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(8), 780-790. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2010000800002>

Diamante, M. S., Seabra Júnior, S., Inagaki, A. M., Silva, M. B., & Dallacort, R. (2013). Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. *Revista Ciência Agronômica*, 44(1), 133-140. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000100017>

Dias, N. S., Oliveira, A. M., Sousa Neto, O. N., Blanco, F. F., & Reouças, J. R. L. (2011). Concentração salina e fases de exposição à salinidade do meloeiro cultivado em substrato de fibra de coco. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33(3), 915-921. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452011005000084>

Feltrim, A. L., Cecílio Filho, A. B., Branco, R. B. F., Barbosa, J. C. & Salatiel, L. T. (2005). Produção de alface americana em solo e em hidroponia, no inverno e verão, em Jaboticabal, SP. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(4), 505-509. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000400010>

Ferreira, D. F. (2011). Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35(6), 1039-1042. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

Filgueira, F. A. R. (2003). *Novo manual de olericultura*. 2. ed. Viçosa: UFV. 412p.

Furlani, P. R. (2008). *Cultivo protegido de hortaliças com ênfase na hidroponia*. Fortaleza: Instituto Frutal, 72 p. (Coleção Cursos Frutal).

Gomes Filho, R. R., Santos, M. R. A., Carvalho, C. M., Faccioli, G. G., Nunes, T. P., Santos, R. C., Valnir Júnior, M., Lima, S. C. R. V., Mendonça, M. C. S., & Geisenhoff, L. O. (2020). Microbiological quality of Lettuce irrigated with treated wastewater. *International Journal of Development Research*, 10(4), 34989-34992. <http://dx.doi.org/10.37118/ijdr.18599.04.2020>

Gondim, A. R. O., Pereira-Flores, M. E., Martinez, H. E. P., Fontes, P. C. R., & Pereira, P. R. G. (2010). Condutividade elétrica na produção e nutrição de alface em sistema de cultivo hidropônico NFT. *Bioscience Journal*, 26(6), 894-904.

Helbel Júnior, C., Rezende, R., Freitas, P. S. L., Gonçalves, A. C. A., & Frizzone, J. A. (2008). Influência da condutividade elétrica, concentração iônica e vazão de soluções nutritivas na produção de alface hidropônica. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(4), 1142-1147. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000400016>

Köppen, N. W. (1918). *Climatologia: com um estudio de los climas de la Tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 478p.

Lopes, M. C., Freier, M., Matte, J. D., Gärtner, M., Franzener, G., Casimiro, E. L. N. & Sevigiani, A. (2003). Acúmulo de nutrientes por cultivares de alface em cultivo hidropônico no inverno. *Horticultura Brasileira*, 21(2), 211-215. <http://doi.org/10.1590/S0102-05362003000200018>

Luz, J. M. Q., Guimarães, S. T. M. R., & Korndörfer, G. H. (2006). Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. *Horticultura Brasileira*, 24(3), 295-300. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000300005>

Magalhães, F. F., Cunha, F. F., Godoy, A. R., Souza, E. J. & Silva, T. R. (2015). Produção de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes lâminas de irrigação. *Water Resources and Irrigation Management*, 4 (1-3), 41-50. <http://dx.doi.org/10.19149/2316-6886/wrim.v4n1-3p41-50>

Magalhães, A. G., Menezes, D., Resende, L. V. & Bezerra Neto, E. (2010). Desempenho de cultivares de alface em cultivo hidropônico sob dois níveis de condutividade elétrica. *Horticultura Brasileira*, 28(3), 316-320. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362010000300013>.

Martins, M. L., Silva, E. C., Carlos, L. A., Ferraz, L. C. L., Maciel, G. M. & Cruz, J. L. (2017). Physical and chemical characteristics of lettuce cultivars grown under three production systems. *Bioscience Journal*, 33(3). <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v33n3-36546>

Meirelles, A. F. M., Baldotto, M. A., & Baldotto, L. E. B. (2017). Produtividade da alface (*Lactuca sativa* L.) em resposta à aplicação de ácidos húmicos e bactérias diazotróficas, em condições de campo. *Revista Ceres*, 64(5), 553-556. <http://dx.doi.org/10.1590/0034-737x201764050014>

Oliveira, F. A., Carrilho, M. J. S. O., Medeiros, J. F., Maracajá, P. B. & Oliveira, M. K. T. (2011). Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da

água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(8), 771-777.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000800002>

Paulus, D., Dourado Neto, D.; Frizzone, J. A. & Soares, T. M. (2010). Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. *Horticultura Brasileira*, 28(1), 29-35.  
<http://doi.org/10.1590/S0102-05362010000100006>

Santana, C. T. C., Santi, A.; Dallacort, R., Santos, M. L. & Menezes, C. B. (2012) Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. *Revista Ciência Agronômica*, 43(1), 22-29.

Santi, A., Scaramuzza, W. L. M. P., Neuhaus, A.; Dallacort, R., Krause, W. & Tieppo, R. (2013). Desempenho agrônômico de alface americana fertilizada com torta de filtro em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, 31(2), 338-343.  
<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000200027>

Santos, M. R. A., Gomes Filho, R. R., Faccioli, G. G.; Carvalho, C. M., Nunes, T. P., Carvalho, L. L. S.; Araújo Filho, R. N., Pedrotti, A., Valnir Júnior, M. & Lima, S. C. R. V. (2020). Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Irrigated with Domestic Sewage Treated in Protected Environment. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA)*, 10(6), 47-52. <http://dx.doi.org/10.9790/9622-1006034752>

Serra, M. R., Everton, G. O., Teles, A. M. & Mouchrek, A. N. (2020). Avaliação microbiológica e eficiência de sanitizantes convencionais em hortaliças (*Lactuca sativa* e *Nasturtium officinale*) de cultivo convencional e hidropônico. *Research, Society and Development*, 9(8), e334985750. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.5750>

Silva, A. L., Nascimento, M. N., Tanan, T. T., Oliveira, U. C. & Lima, J. C. (2017). Efeito da salinidade da água de irrigação na produção de alface crespa. *Enciclopédia Biosfera*, 14(26).  
[http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio\\_2017B28](http://dx.doi.org/10.18677/EnciBio_2017B28)

Silva, S. L., Feitosa, S. O., Feitosa, H. O., Carvalho, C. M. & Feitosa, E. O. (2015). Crescimento da alface crespa irrigada com efluente tratado e água salina sob diferentes



concentrações em ambiente protegido. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia (Online)*, 8(3), 45-52. <http://dx.doi.org/10.5935/PAeT.V8.N3.05>

Taiz, L. & Zeiger, E. (2013). *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 918p.

Villela Júnior, L. V. E., Araújo, J. A. C. & Factor, T. L. (2004). Análise do resfriamento da solução nutritiva para cultivo hidropônico do morangueiro. *Engenharia Agrícola*, 24(2), 338-346. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162004000200012>

Yuri, J. E., Resende, G. M., Costa, N. D. & Gomes, A. S. (2017). Desempenho agrônômico de genótipos de alface americana no Submédio do Vale do São Francisco. *Horticultura Brasileira*, 35(2), 292-297. <http://doi.org/10.1590/s0102-053620170222>

Zanella, F., Lima, A. L. S., Silva Júnior, F. F. & Maciel, S. P. A. (2008). Crescimento de alface hidropônica sob diferentes intervalos de irrigação. *Ciência e Agrotecnologia*, 32(2), 366-370. <http://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200003>

Zárate, N. A. H., Vieira, M. C., Helmich, M., Heid, D. M. & Menegati, C. T. (2010). Produção agroeconômica de três variedades de alface: cultivo com e sem amontoa. *Revista Ciência Agronômica*, 41(4), 646-653. <http://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400019>

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

João Ítalo de Sousa – 20%

Cley Anderson Silva de Freitas – 20%

Francisco Gauberto Barros dos Santos – 15%

Kleitton Rocha Saraiva – 15%

Clayton Moura de Carvalho – 10%

Lucas de Souza Cunha – 10%

Rômulo Magno Oliveira de Freitas – 10%