



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

ÍTALA TAVARES GUIMARÃES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE BIOFERTILIZANTE EM ALFACE SEMI-
HIDROPÔNICA FERTIGADA COM SOLUÇÃO SALINA**

MOSSORÓ- RN.
OUTUBRO, 2017.

ÍTALA TAVARES GUIMARÃES

**APLICAÇÃO FOLIAR DE BIOFERTILIZANTE EM ALFACE SEMI-
HIDROPÔNICO FERTIGADA COM SOLUÇÃO SALINA**

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

Defendida em: 23 / 10 / 2017.

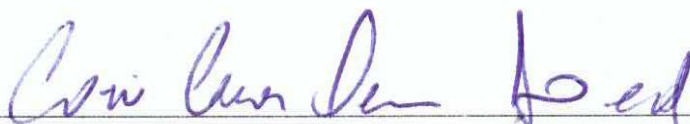
BANCA EXAMINADORA



Prof. D. Sc. Francisco de Assis de Oliveira – UFERSA



D. Sc. Mychelle Karla Teixeira de Oliveira – UFERSA



D. Sc. Caio César Pereira Leal – UFERSA

APLICAÇÃO FOLIAR DE BIOFERTILIZANTE EM ALFACE SEMI-HIDROPÔNICO FERTIGADA COM SOLUÇÃO SALINA

Ítala Tavares Guimarães*

Francisco de Assis de Oliveira**

RESUMO

A escassez de água no mundo é um problema diagnosticado, especialmente, em países com grandes regiões semiáridas como o Brasil. Pesquisas vêm sendo desenvolvidas com vistas a viabilizar o uso de águas salinas como insumo para o cultivo, principalmente hidropônico, sendo o enfoque voltado principalmente para alface, hortaliça folhosa de maior destaque no Brasil. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar desenvolvimento da alface em sistema semi-hidropônico fertigado com água salina e adubação com biofertilizante via foliar. O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação localizada na área experimental do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), no município de Mossoró, RN (5°11'31" S, 37°20'40" O, altitude média de 18 m) no período de agosto a setembro de 2017. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições, sendo dois níveis de salinidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva (0,5 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro concentrações de biofertilizante (0, 20, 40 e 60%) aplicadas via pulverização foliar. As características avaliadas foram: diâmetro da copa, diâmetro do caule, número de folhas, massa fresca, massa seca, suculência foliar, área foliar e área foliar específica. O uso de água salina no preparo da solução nutritiva reduz a produção de massa fresca e massa seca na cultura da alface. O biofertilizante pode ser aplicado via foliar com concentração de até 20%, promovendo maior crescimento das plantas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Hidroponia. Salinidade.

ABSTRACT

Water scarcity in the world is a problem diagnosed, especially in countries with large semi-arid regions such as Brazil. Researches have been developed with a view to making the use of saline waters as an input for cultivation, mainly hydroponics, with a focus mainly on lettuce, the most prominent leafy vegetable in Brazil. The objective of this work was to evaluate the development of lettuce in a semi-hydroponic system fertigated with saline water and fertilization with biofertilizer via foliar. The present work was carried out in a greenhouse

located in the experimental area of the Department of Environmental and Technological Sciences (DCAT) of the Federal Rural Semiarid University (UFERSA), in the municipality of Mossoró, RN (5 ° 11'31 "S, 37 ° 20'40 "W, mean altitude of 18 m) from August to September 2017. The experimental design was a randomized complete block design, with treatments arranged in a 2 x 4 factorial scheme, with 4 replications, two salinity levels of the water used in the preparation of the nutrient solution (0.5 and 3.5 dS m⁻¹) and four biofertilizer concentrations (0, 20, 40 and 60%) applied by foliar spraying. The evaluated characteristics were: crown diameter, stem diameter, number of leaves, fresh mass, dry mass, leaf succulence, leaf area and specific leaf area. The use of saline water in the preparation of the nutrient solution reduces the production of fresh mass and dry mass in the lettuce crop. The biofertilizer can be applied via foliar with concentration of up to 20%, promoting greater plant growth.

Keywords: *Lactuca sativa*. Hydroponics. Salinity.

1 INTRODUÇÃO

A escassez de água no mundo é um problema diagnosticado, especialmente, em países com grandes regiões semiáridas como o Brasil. Diante do quadro de baixa oferta de água potável, tornam-se importantes pesquisas para geração de tecnologias que permitam o uso de água salina na produção de alimentos (PAULUS et al., 2010).

O semiárido brasileiro apresenta características edafoclimáticas que favorece a escassez de água superficial e subterrânea, tanto no que se refere à quantidade disponível, quanto em relação à sua qualidade, o que pode limitar ou inviabilizar o seu uso para diversos fins (ARAÚJO, 2011). A agricultura é um setor que sofre grande impacto negativo quando desenvolvida em áreas que apresentem problemas, principalmente com salinidade, seja ela no solo ou na água de irrigação, pois, quando presentes na zona radicular das culturas, provoca, geralmente, efeito deletério no crescimento das plantas (HOLANDA et al., 2010). A salinidade reduz a capacidade fotossintética das plantas, por conta de limitações estomáticas e não estomáticas o que causa redução no crescimento e na produtividade de algumas culturas (SILVA et al., 2013; GOMES et al., 2011). O consumo de água por hortaliças folhosas é influenciado pelo incremento da salinidade nas águas, provocando reduções no potencial osmótico da planta, dificultando a absorção de nutrientes e consequentemente diminuindo a evapotranspiração, desenvolvimento e produção da cultura (SILVA et al., 2005, SOARES et al., 2010).

A alface tem grande importância na alimentação e na saúde humana, destacando-se, principalmente, como fonte de vitaminas e sais minerais, e por constituir-se na mais popular hortaliça folhosa no mundo (SILVA et al., 2011a). Esse valor se deve não só ao sabor e qualidade nutritiva, como também à facilidade de aquisição, produção durante o ano todo e baixo custo (OLIVEIRA et al., 2004; SILVA et al., 2011a). O grande desafio dos pesquisadores é a adoção de práticas culturais que possibilitem o desenvolvimento de uma agricultura irrigada, com o uso de águas salinas, com menor impacto ambiental e máximo retorno econômico (OLIVEIRA et al., 2011b).

Assim, pesquisas vêm sendo desenvolvidas com vistas a viabilizar o uso de águas salinas como insumo para o cultivo hidropônico, sendo o enfoque voltado principalmente para alface (PAULUS et al., 2010; SANTOS et al., 2010; SOARES et al., 2010).

O uso de biofertilizante é uma estratégia de manejo que vem sendo recentemente estudada em plantas cultivadas em ambiente salino. Quando aplicado via solo e na forma líquida, libera substâncias húmicas no solo, induzindo o aumento do ajustamento osmótico às plantas pela acumulação dessas substâncias, facilitando a absorção de água e nutrientes em meios salinos (AYDIN et al., 2012). Segundo, Bezerra et al. (2010) os nutrientes dos biofertilizantes são facilmente absorvidos pelas plantas, quando comparado como o material orgânico antes da biodegradação. Os biofertilizantes são definidos como produtos que contêm componentes ativos ou agentes biológicos capazes de atuar, direta ou indiretamente sobre as plantas cultivadas, melhorando o desempenho da produção, e, que sejam isentos de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos (MAPA, 2012). O biofertilizante pode ser preparado com húmus recém-saído do minhocário, entretanto sugere-se utilizar húmus que está pronto e armazenado há dois ou três meses (SCHIEDECK et al., 2006), pois, após as minhocas produzirem húmus, os microrganismos continuam agindo sobre o material orgânico até sua estabilização, momento no qual o produto atinge sua maior qualidade química.

Na literatura encontram-se vários trabalhos sobre o efeito do uso de água salina e biofertilizante em várias espécies de interesse agrônomo, como feijão caupi (SILVA et al., 2011b), mamoeiro (MESQUITA et al., 2012) e milho (SOUSA et al., 2012), entre outras. Nesses estudos, os autores observaram que o uso de biofertilizante não inibiu, mas reduziu o efeito da salinidade sobre as plantas; além disso, os autores verificaram efeitos benéficos da aplicação de biofertilizante bovino sobre o crescimento, trocas gasosas e extração de nutrientes, são menos expressivos nos maiores níveis de salinidade da água de irrigação.

Apesar da cultura da alface já ser bastante estudada na temática da salinidade, ainda são escassos estudos sobre o efeito do uso de biofertilizante em plantas submetidas ao estresse salino, assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar desenvolvido da alface em sistema hidropônico fertigado com água salina e com adubação via foliar com biofertilizante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de agosto a setembro 2017 em casa de vegetação localizada na área experimental do Departamento de Ciências Agronômicas e Florestais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no município de Mossoró, RN (5°11'31" S, 37°20'40" O, altitude média de 18 m).

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições, sendo dois níveis de salinidade da água utilizada no preparo da solução nutritiva (0,5 e 3,5 dS m⁻¹) e quatro concentrações de biofertilizante (0, 20, 40 e 60%) aplicadas via pulverização foliar utilizando-se um pulverizador costal com capacidade para 5 litros. Cada repetição foi representada por quatro vasos com capacidade para três litros de substrato, contendo fibra de coco.

O biofertilizante utilizado foi à base de húmus de minhoca na proporção de 10%, preparado em reservatório de PVC com capacidade para 500 l, onde foi colocado 50 kg de húmus de minhoca para 450 L de água. Sendo necessário mexer a solução durante cerca de 1 minuto, pelo menos duas vezes ao dia. Ficando pronto entre 5 e 8 dias, para que ocorra plena liberação dos nutrientes para a água. As mudas utilizadas foram de alface crespa, cv. Elba, produzidas em bandejas de polipropileno com 200 células, utilizando como substrato húmus de minhoca. Foi colocada uma muda em cada vaso, posteriormente dispostos sobre bancada de madeira com altura de 0,50 m do solo, utilizando o espaçamento de 0,25 x 0,25 m entre plantas.

O sistema de irrigação foi composto por dois reservatórios de PVC (300 L), sendo um para cada solução nutritiva, linhas laterais de 16 mm e emissores do tipo microtubos com 0,8 mm de diâmetro interno e 20 cm de comprimento, com vazão média de 2,5 L h⁻¹. A injeção da solução nutritiva foi realizada utilizando uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076 (acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz de frequência). O controle da irrigação foi realizado utilizando um temporizador (Timer digital), programado para seis eventos de irrigação (07h00min; 09h00 min; 11h00min;

13h00min; 15h00min e 17h00min), com duração de um minuto do transplantio (DAT) até os 15 DAT, e dois minutos de 15 DAT até a colheita, que foi realizada aos 30 DAT.

A solução padrão adotada seguiu a recomendação de Furlaniet al. (1999) contendo as seguintes quantidades 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), na dose de 30 gramas do composto para cada 1.000 litros de solução nutritiva). 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, de acordo com a necessidade de aumento ou diminuição do pH. A água para o preparo de cada solução foi aferida com condutivímetro de bancada, determinando-se as condutividades elétricas de 0,5 (água de poço) e 3,5 dS m⁻¹, fazendo o acréscimo de NaCl.

A colheita foi realizada aos 30 dias após o transplantio e analisou-se às seguintes variáveis: diâmetro de copa (DCopa), obtido através de medição da copa da planta utilizando-se uma régua graduada, considerando a diâmetro médio de duas médias perpendiculares, expresso em cm; diâmetro do caule (Dcaule), obtido utilizando-se um paquímetro digital na região do caule rente ao substrato e expresso em mm; número de folhas (NF), contabilizando apenas as folhas que apresentavam padrão comercial; massa fresca (MF), obtida pela pesagem das plantas em balança de precisão (0,01 g); massa seca (MS), determinada após o processo de secagem das plantas em estufa com circulação forçada em ar, em temperatura de 65 °C, até atingir massa constante.

Além destas variáveis, determinou-se ainda a área foliar (AF), área foliar específica (AFE) e suculência foliar (SF). A área foliar foi determinada pelo método dos discos foliares utilizando um anel volumétrico com diâmetro interno de 2,5 cm (4,9 cm²), 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 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, $\text{cm}^2 \text{ g}^{-1} \text{ MSF}$;
AF – área foliar, cm^2 ;
MSF – massa seca de folhas, g.

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, $\text{g H}_2\text{O cm}^2$;
MFF – massa fresca de folhas, g;
MSF – massa seca de folhas, g;
AF – área foliar, $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, fazendo-se os desdobramentos dos fatores para variáveis que apresentarem resposta significativa a interação entre os fatores. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade para avaliar o efeito da salinidade e análise de regressão para avaliar o efeito das doses de biofertilizante. Análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa de estatística SISVAR (FERREIRA, 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados revelou que houve efeito significativo da interação entre os fatores salinidade e biofertilizante para as variáveis diâmetro do caule (D_{Caule}), área foliar (AF),

matéria fresca total comercial (MFC), matéria seca total (MST), área foliar específica (AFE), suculência foliar (SF) ao nível de 5% de probabilidade, não ocorrendo interação significativa para as demais variáveis. As variáveis diâmetro da copa (DCopa) e Número de folhas totais (NFT) foi observado efeito significativo a 1 % para o fator biofertilizante (Tabela1).

Tabela 1- Resumo da análise de variância (quadrados médios) para diâmetro da copa (DCopa), diâmetro do caule (DCaule), número de folhas comerciais (NFC), área foliar (AF), massa fresca comercial (MFC), massa seca total (MST), área foliar específica (AFE) e suculência foliar (SF) da alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.

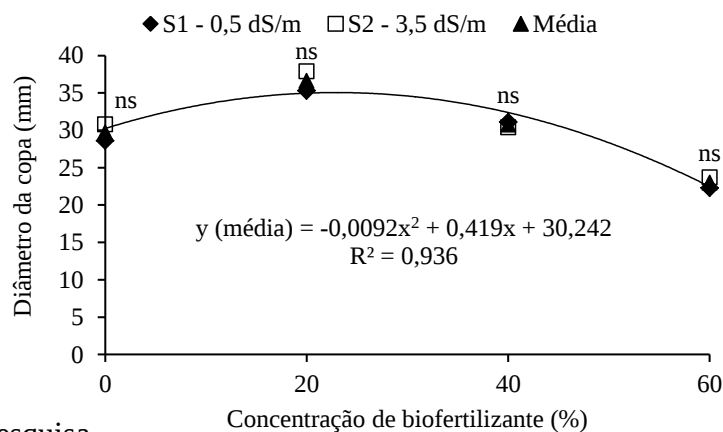
Variáveis	Salinidade	Biofertilizante	Sal x Bio	Resíduo	CV (%)
DCopa	0,16 ^{ns}	270,18**	19,23 ^{ns}	12,79	12,38
DCaule	3,19 ^{ns}	30,07**	5,19*	1,63	10,29
NFC	0,63 ^{ns}	166,34**	0,07 ^{ns}	4,42	11,97
AF	1623920,72*	21882250,14**	1931560,51	261733	18,13
MFC	1715,79*	29376,74**	1315,18*	346,04	17,12
MST	15,43*	85,30**	13,87*	2,34	16,88
AFE	22249,06*	24126,95*	18461,01*	1520,34	22,56
SF	0,0012**	0,00049*	0,0028*	0,00013	21,88

Fonte: Dados da pesquisa

*, ** e ns – significativa a 5, 1% e não significativa respectivamente pelo teste F.

O diâmetro da copa da alface foi afetado de forma semelhante para ambas às salinidades, ocorrendo resposta quadrática, sendo o maior valor (35,01 cm) obtido na concentração de 22,77% de biofertilizante. Comparando-se esse valor com o obtido na ausência de biofertilizante (30,242 cm) obteve-se aumento de 15,77% (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Pereira et al. (2010) trabalhando com biofertilizante produzido com esterco bovino, em que plantas submetidas a aplicação deste insumo na concentração de 20% proporcionaram maior diâmetro da copa.

Figura 1- Diâmetro da copa de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.

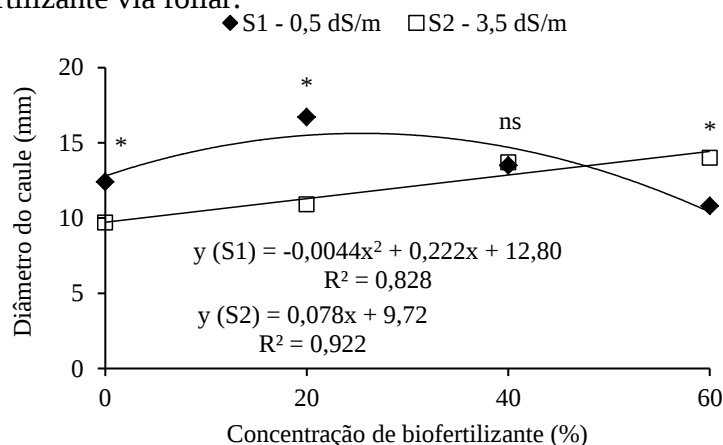


Fonte: Dados da pesquisa

Além disso, verifica-se que não houve efeito significativo da salinidade sobre o diâmetro do caule. Estes resultados diferem dos obtidos por Viana et al. (2001), os quais trabalhando com alface, cultivada em solo, verificaram redução do diâmetro da copa com o uso de água salina. Essa divergência pode ser atribuída a cultivar utilizada e ao sistema de cultivo, pois o cultivo em substrato aumenta a tolerância da planta à salinidade (SOARES et al., 2007).

O uso da solução com biofertilizante interferiu no diâmetro do caule para as duas salinidades. Houve resposta quadrática nas plantas irrigadas com solução não salina, em que o maior valor (15,60 mm) foi obtido na concentração de 25,23%. Nas plantas submetidas ao estresse salino houve resposta linear e positiva ao aumento na concentração de biofertilizante de forma que o maior valor foi obtido na concentração de 60% (14,04 mm). Verifica-se ainda que a salinidade reduziu o diâmetro do caule para as concentrações 0 e 20%, mas aumento na concentração de 60% (Figura 2).

Figura 2- Diâmetro do caule de cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.

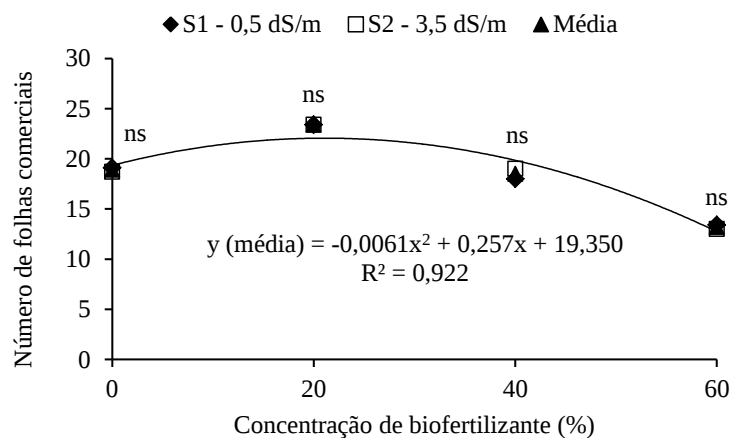


Fonte: Dados da pesquisa

Desta forma, verifica-se que o uso do biofertilizante na concentração mais elevada inibiu o efeito da salinidade sobre o diâmetro do caule. Redução desta variável em alface irrigada com água salina foi observada por Santos et al. (2010).

Para o número de folhas comerciais não houve efeito da salinidade para nenhuma das concentrações de biofertilizante. O uso do biofertilizante afetou de forma semelhante o número de folhosa em ambas as salinidades, em que os dados apresentaram melhor ajuste ao modelo quadrático, com maior valor (22 folhas) ocorrendo na concentração de 21,06%. Verifica-se também que o uso do biofertilizante na maior concentração (60%) provocou redução no número de folhas obtendo-se apenas 13 folhas (Figura 3). Na literatura são encontrados resultados divergentes sobre a salinidade e o número de folhas, uma vez que alguns autores verificaram redução na emissão foliar (SANTOS et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2011), enquanto outros não observaram resposta significativas (GUIMARÃES et al., 2016).

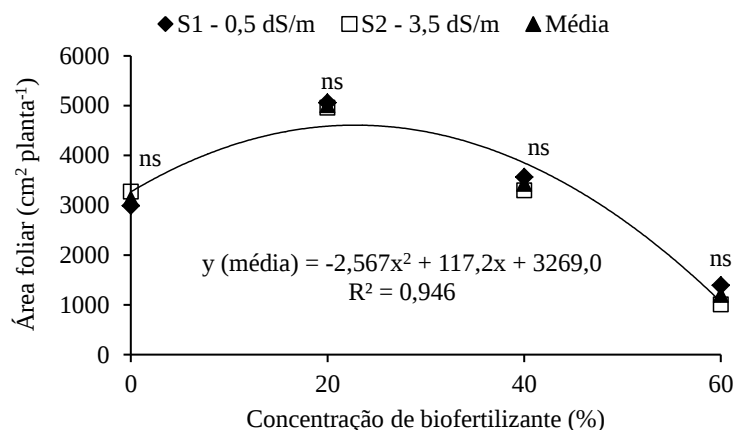
Figura 3- Número de folhas comerciais de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.



Fonte: Dados da pesquisa

Assim como observado para o número de folhas, também não houve efeito significativo da salinidade sobre a área foliar. Para ambos os níveis de salinidade, a área foliar foi afetada de forma quadrática pelo aumento nas concentrações de biofertilizante, sendo o maior valor obtido na concentração de 22,83% (4.606,73 cm²). Comparando-se esse valor ao obtido na ausência do biofertilizante (3269,0 cm²), verifica-se aumento de 40,92%. No entanto, verifica-se ainda que concentrações de 22,83% de biofertilizante provocaram redução na área foliar, de forma que na maior concentração (60%) obteve-se menor área foliar (1059,8 cm²), sendo 67,58% inferior ao obtido na ausência do biofertilizante (Figura 4).

Figura 4 - Área foliar de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.



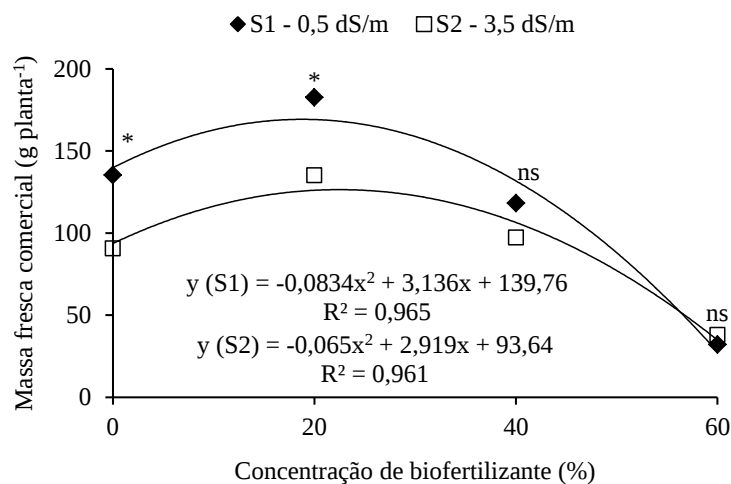
Fonte: Dados da pesquisa

Esses resultados divergem de outros trabalhos desenvolvidos com a cultura da alface cultivada em sistema hidropônico NFT (PAULUS et al., 2012; SOARES et al., 2016) ou em fibra de coco (SANTOS et al., 2012; DIAS et al., 2011). A divergência entre os resultados obtidos no presente trabalho para a área foliar e os apresentados por estes autores pode ser atribuída, em parte, ao material genético utilizado.

Em estudo desenvolvido por Pereira et al. (2010) trabalhando com biofertilizante produzida de forma anaeróbica de origem bovina verificaram maior número de folhas ao aplicar biofertilizante em concentração de 20%, concentração de biofertilizante próxima à utilizada no presente trabalho que proporcionou o maior desenvolvimento foliar.

O uso de solução nutritiva salina reduziu a massa fresca comercial para as concentrações de 0% e 20% de biofertilizante e não diferiu nas demais (Figura 5). Vários autores já mostraram que o uso de água salina seja na irrigação (VIANA et al., 2001; OLIVEIRA et al., 2011) ou no preparo da solução nutritiva (DIAS et al., 2011; SANTOS et al., 2010; GUIMARÃES et al., 2016), provoca redução significativa na produção da massa fresca de alface. Ainda na Figura 5, verifica-se que houve resposta ao aumento da concentração de biofertilizante para ambas as salinidades, nas quais os maiores valores foram obtidos nas concentrações de 18,80 e 17,01% de biofertilizante, com valores máximos de 169,24 e 124,53 g, para as salinidades S1 e S2, respectivamente.

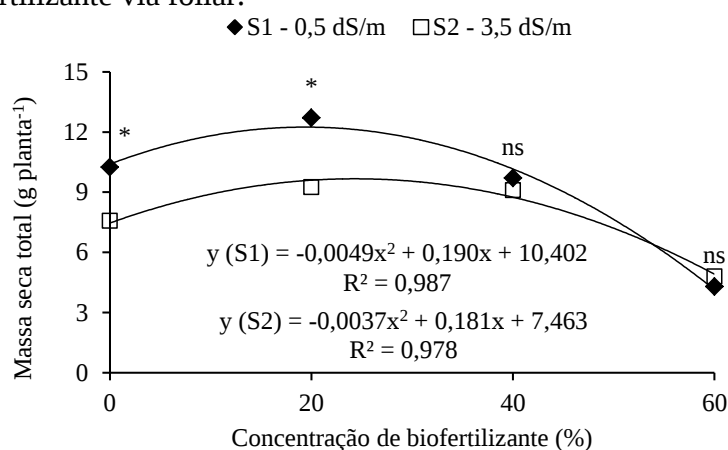
Figura 5 - Massa fresca comercial de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.



Fonte: Dados da pesquisa

Com relação à massa seca total, verifica-se que, assim como observado para a massa fresca, também ocorreu diferença significativa entre as salinidades nas concentrações 0 e 20% de biofertilizante, em que o estresse salino provocou redução desta variável (Figura 6). Quanto ao efeito do biofertilizante, verifica-se que houve resposta quadrática nas duas salinidades, com maiores valores ocorrendo na concentração de 24,46% (12,24g) e 19,39% (9,68g). Em estudo desenvolvido por Pereira et al. (2010) foi observada maior produção de massa seca em plantas de alface submetidas a concentração de 20%, concentração próxima à que proporcionou o maior valor de massa seca no presente trabalho.

Figura 6 - Massa seca total de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.



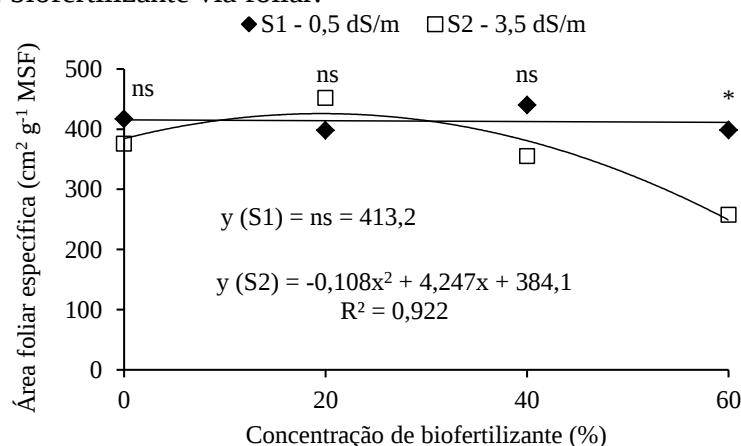
Fonte: Dados da pesquisa

Resposta negativa da alface sob estresse salino no tocante ao acúmulo de biomassa têm sido observada por vários autores (OLIVEIRA et al., 2011; DIAS et al., 2011; GUIMARÃES et al., 2016; PAULUS et al., 2012).

A redução no acúmulo de massa seca em plantas submetidas ao estresse salino deve-se ao acúmulo excessivo de sais na solução do substrato, modificando 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, 2009). De acordo com Munns (2005) 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. De acordo com Pereira et al. (2010) a redução na massa seca da alface em concentrações elevadas de biofertilizantes deve-se ao desbalanço nutricional na planta, o que colaborou para um menor crescimento e conseqüentemente um eduzido valor para essa característica.

A área foliar específica (AFE) foi afetada pela salinidade apenas na maior concentração de biofertilizante (60%), com redução de 39,44%. Não houve efeito do biofertilizante sobre a AFE na menor salinidade, obtendo-se o valor médio de 413,2 cm² g⁻¹ MSF. Por outro lado, as plantas submetidas ao estresse salino apresentaram resposta quadrática ao biofertilizante, com maior valor (366,27 cm² g⁻¹ MSF) ocorrendo na concentração de 19,66%, e reduzindo a partir desta concentração, de forma que a menor AFE ocorreu na concentração 60% (250,12 cm² g⁻¹ MSF) (Figura 7).

Figura 7- Área foliar específica de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.

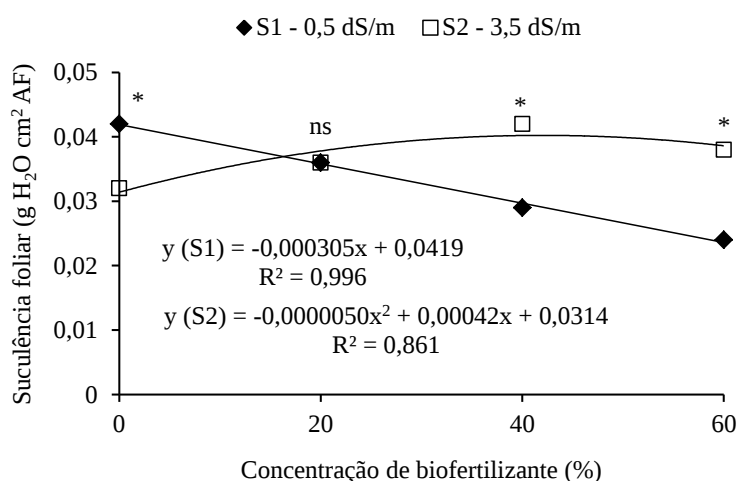


Fonte: Dados da pesquisa

A AFE representa a relação entre a área do limbo foliar com a massa da folha e indica a espessura foliar, de forma que quanto menor a AFE, mais espesso é o limbo foliar. Assim, as plantas cultivadas na ausência de estresse salino não tiveram a espessura da folha afetada pelo biofertilizante, enquanto na condição de estresse salino, a aplicação de biofertilizante na concentração máxima resultou em folhas mais grossas e, conseqüentemente mais coriáceas. Paulus et al. (2012), os quais verificaram que as plantas submetidas a níveis crescentes de salinidade foram menos tenras, exibindo folhas mais coriáceas.

Para a suculência foliar, as plantas cultivadas sem estresse salino foram superiores as fertirrigadas com solução nutritiva salinizada na ausência de biofertilizante, no entanto, foi inferior nas concentrações de 40 e 60% de biofertilizante (Figura 8).

Figura 8 - Suculência foliar de alface cultivada em semi-hidroponia em solução salina com aplicação de biofertilizante via foliar.



Fonte: Dados da pesquisa

Com relação ao efeito do biofertilizante, verifica-se que na ausência de estresse salino o aumento nas concentrações deste insumo reduziu linearmente a suculência foliar, reduzindo de 0,049 g H₂O cm² para 0,0236 g H₂O cm² na concentração de 60%. Nas plantas submetidas ao estresse salino correu resposta quadrática, com maior suculência foliar ocorrendo na concentração de 40% de biofertilizante (0,040 g H₂O cm²), não apresentando grandes variações a partir desta concentração.

Em trabalho desenvolvido com a cultura da batata, Santos et al. (2009) verificaram que o uso de biofertilizante em concentrações superiores a 20%, promoveu uma diminuição na produção de tubérculo em função do aumento da concentração. Segundo esses autores, isso ocorreu possivelmente em função do aumento dos teores de nitrogênio e água no tecido

vegetal acima do ótimo da cultura, acarretando elevação da condutividade elétrica e desbalanço nutricional, com impacto negativo na produtividade de batata (SANTOS et al., 2009). Similarmente, Pinheiro e Barreto (2000) obtiveram aumentos na produção comercial em função de pulverizações com biofertilizante, produzido com esterco bovino na concentração de 20%, tanto em estufas, como em condições de campo aberto com pepino, berinjela, tomate, alface e pimentão.

4 CONCLUSÕES

O uso de água salina no preparo da solução nutritiva reduz a produção de massa fresca e massa seca na cultura da alface.

O biofertilizante pode ser aplicado via foliar com concentração de até 20%, promovendo maior crescimento das plantas.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, S. D. A. Região Semiárida do Nordeste do Brasil; Questões Ambientais e possibilidades de Uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica–Revista Científica da FASETE**. v. 5, p. 89-98, 2011.

AYDIN, A.; KANT, C.; TURAN, M. Humic acid application alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. **African Journal of Agricultural Research**, v. 7, n. 7, p. 1073-1086, 2012.

DIAS, N. S.; JALES, A. G. O.; SOUSA NETO, O. N.; 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**, v. 58, n.5, Viçosa, p. 632-637, 2011.

GUIMARÃES, I. P.; OLIVEIRA, F. A.; TORRES, S. B.; PEREIRA, F. E. C. B.; FRANÇA, F. D.; OLIVEIRA, M. K. T.; Uso de água residuária da piscicultura no cultivo de alface. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 8, p. 728-733, 2016.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA N. M.; HOLANDA, A. C.; Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudo básico e aplicado**. INCTSal, Fortaleza, Brasil, 2010 p. 43-61.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Legislação Federal. 2012**. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br>. Acesso em: 27 de abril de 2012.

MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O. Crescimento inicial de *Carica papaya* sob irrigação com águas salinas em

solo com biofertilizante bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, suplemento 1, p. 2689-2704, 2012.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: Bring them together. **New Phytologist**, v.143, p.645-663, 2005.

OLIVEIRA, F. A.; CAMPOS, M.S.; OLIVEIRA, F. R. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F.; MELO, T. K.; Desenvolvimento e concentração de nitrogênio, fósforo e potássio no tecido foliar da berinjela em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 37-45, 2011a.

OLIVEIRA, F. A.; CARRILHO, M. J. S. O.; MEDEIROS, J. F.; MARACAJÁ, P. B.; OLIVEIRA, M. K. T. Desempenho de cultivares de alface submetida 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, 2011b.

OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, F. R. A.; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J.F.; SILVA, O. M. P.; Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 4, p. 479-484, 2010.

PAULUS, D.; DOURADO NETO, D.; FRIZZONE, J. A.; SOARES, T. M. Produção e indicadores fisiológicos de alface sob hidroponia com água salina. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, n.1, p. 29-35, 2010.

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

PEREIRA, M. A. B.; SILVA, J. C.; MATA, J. F.; SILVA, J. C.; FREITAS, G. A.; SANTOS, L. B.; NASCIMENTO, I. R. Uso de biofertilizante foliar em adubação de cobertura da alface cv. Verônica. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, Guarapuava, v.3, n.2. p.129-134, 2010.

SANTOS, R. S. S.; DIAS, N. S.; SOUSA NETO, O. N.; GURGEL, M.T.; Uso do rejeito da dessalinização de água salobra no cultivo da alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema hidropônico NFT. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.983-989, 2010.

SCHIEDECK, G.; GONÇALVES, M. de M.; SCHWENGBER, J. E. **Minhocultura e produção de húmus para a agricultura familiar**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 11 p. (Embrapa Clima Temperado.Circular técnica, 57).

SILVA, E. F. F.; CAMPECHE, L. F. S. M.; DUARTE, S. N.; FOLEGATTI, M. V. Evapotranspiração, coeficiente de cultivo e de salinidade para o pimentão cultivado em estufa. **Magistra**, Cruz das Alamas, v. 17, n.2, p. 58-63, 2005.

SILVA, E. M. N. C. P.; FERREIRA, R. L. F.; ARAÚJO NETO, S. E.; TAVELLA, L. B.; SOLINO, A. J. S. Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura Brasileira**, Brasília v. 29, n. 2, p. 242-245, 2011a.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, G. G.; SOUSA, C. H. C.; FERREIRA, F. J. Irrigação com águas salinas e uso de biofertilizante bovino nas trocas gasosas e produtividade de feijão-de-corda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 2, p. 304-317, 2013.

SILVA, F. L. B.; LACERDA, C. F.; SOUSA, G. G.; NEVES, A. L. R.; SILVA, G. L.; SOUSA, C. H. C. Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.4, p.383-389, 2011b.

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

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

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.43, n.2, p.237-245, 2012.

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

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. 2, p.60-66, 2001.