

APLICAÇÃO EXÓGENA DE ÁCIDO SALICÍLICO E ESTRESSE SALINO EM ALFACE CRESPA CULTIVADA EM SISTEMA SEMIHIDROPÔNICO

P. A. A. Costa¹, P. M. E. Maia², R. L. Silva², L. A. Lima³, I. C. S. Marques², F. A. Oliveira⁴

RESUMO: Alfaces são hortaliças folhosas de grande consumo na alimentação humana, sendo produzida por pequenos e médios produtores rurais que, em muitos casos, não dispõe de água de boa qualidade para irrigação. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico sobre a cultivar da alface-crespa, cv. Thaís, sob condições de estresse salino. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação na UFERSA, Mossoró, RN, Brasil. Desenvolvido em sistema semi-hidropônico utilizando substrato de fibra de coco. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. As plantas foram fertirrigadas com solução nutritiva salina ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) e aplicação foliar de ácido salicílico (0; 0,25; 0,5, 0,75 e 1,0 mM), além de um tratamento testemunha (solução nutritiva padrão). Foram avaliadas as seguintes variáveis: diâmetro de caule, número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca total. O uso de água salina no preparo da solução nutritiva reduziu todas as variáveis analisadas. O ácido salicílico apresenta um potencial para ser utilizado como agente amenizador do estresse salino no cultivo de alface crespa.

PALAVRA CHAVE: *Lactuca sativa*, estresse salino, nutrição mineral.

EXOGENOUS APPLICATION OF SALICYLIC ACID AND SALINE STRESS IN LETTUCE CRISPED CULTIVATED IN A SEMI-HYDROPONIC SYSTEM

ABSTRACT: Lettuces are hardwoods vegetables for human consumption and are produced by small and medium-sized rural producers, who in many cases do not have good quality water for irrigation. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of salicylic acid on the cultivar of crisp lettuce, cv. Vera under conditions of saline stress. The experiment was carried out in a greenhouse at the UFERSA, Mossoró, RN, Brazil. Developed

¹ Graduando(a), Universidade Federal Rural do Semi Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, RN. Cep 59625-900. Tel. (84) 9 9870-4042. Email: paula-alinne@bol.com.br

² Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

³ Mestrando em Ciência do solo, UFC, Fortaleza, CE³ Prof. Doutor, Departamento Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN

in semi-hydroponic system using coconut fiber substrate. A completely randomized design with six treatments and three replications was used. The plants were fertirrigated with saline solution (3.5 dS m^{-1}) and leaf application of salicylic acid (0; 0.25, 0.5, 0.75 and 1.0 mM), in addition to a control treatment (Solution). The following variables were evaluated: stem diameter, number of leaves, leaf area, fresh mass and total dry mass. It is possible to conclude that: The use of saline water in the preparation of the nutrient solution reduced all variables analyzed. The salicylic acid has a potential to be used as a salt stressing agent in the cultivation of crisp lettuce.

KEYWORD: *Lactuca sativa*, saline stress, mineral nutrition

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma das hortaliças mais difundidas atualmente, sendo cultivada em todo país, devido, principalmente, a grande divergência genética existente entre as cultivares utilizadas pelos produtores (SOUSA et al., 2007). Algumas características inerentes a cultura fazem com que seja a hortaliça preferida pelos produtores, entre essas características está a larga adaptação às condições climáticas adversas, a possibilidade de cultivos sucessivos durante um ano, o baixo custo de produção, a pouca susceptibilidade a pragas e doenças e a comercialização segura, dessa forma fica evidente a grande importância econômica e social, apresentando-se como fator de agregação do homem no campo e destacando-se como a hortaliça folhosa de maior consumo no Brasil (Sala & Costa, 2012).

É verificado que a disponibilidade mundial de água doce para irrigação está diminuindo em razão da crescente competição com o desenvolvimento urbano e industrial, de forma que o uso de água de qualidade inferior para irrigação se torna um desafio. Para a utilização dessas águas de qualidade inferior na agricultura deve-se utilizar um manejo racional, através de alternativas economicamente viáveis, de modo que a cultura desenvolva a produtividade esperada, boa qualidade dos produtos e com mínimos riscos pelo efeito de salinização dos solos (Medeiros et al., 2007).

Diversos são os relatos encontrados na literatura de alternativas que visam reduzir o efeito deletério da salinidade sobre os vegetais, como é o caso de pesquisa desenvolvida Alves et al. (2011), avaliando diferentes estratégias de emprego de águas salobras constatou que apesar de haver redução linear na produção de alface com o aumento da salinidade, não foram verificados sintomas depreciativos na qualidade da alface produzida. Como hormônios que

estão envolvidos na resposta das plantas ao estresse, podem ser citados o etileno, ácido abscísico e o ácido salicílico (Larré et al., 2014).

O ácido salicílico participa da regulação dos processos fisiológicos tais como, crescimento, fotossíntese, metabolismo de nitrato, produção de etileno, produção de calor e florescimento (Hayat et al., 2010). Este hormônio também é conhecido pela indução de respostas relacionadas ao sistema antioxidante, o qual protege as plantas de danos causados pelo estresse de natureza biótica ou abiótica, tais como, calor, frio e estresse salino (Umebese & Bankole, 2013).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do ácido salicílico sobre a alface crespa cv. Thaís, sob condições de estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró- RN, Brasil; no período de maio a novembro de 2015. Foi desenvolvido em sistema semi-hidropônico aberto com vasos com capacidade para 3 dm³, utilizando substrato de fibra de coco (Golden Mix Granulado), fabricado a partir de 100% de fibra de coco, de textura fina, sem adubação de base.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições. As plantas foram fertirrigadas com solução nutritiva salina (3,5 dS m⁻¹) e aplicação foliar de ácido salicílico (0; 0,25; 0,5, 0,75 e 1,0 mM), além de um tratamento testemunha (solução nutritiva padrão).

Na condição de ausência de estresse utilizou-se a água conforme é disponibilizada pela companhia de águas e esgoto do RN, cujas análises físico-químicas demonstraram: pH= 7,5; CE= 0,5 dS m⁻¹; Ca²⁺= 2,0; Mg²⁺= 0,9; Na⁺= 2,8; K⁺= 0,4; HCO₃⁻= 0,2; CO₃²⁻= 1,8; Cl⁻= 1,8; RAS= 2,32 mmolc L⁻¹, representando então a melhor condição possível. A condição de estresse foi obtida com adição de NaCl em 0,5 m³ da água de abastecimento municipal de Mossoró, até a CE de 3,5 dS m⁻¹, visto que este valor de condutividade é uma média da CE dos poços com águas de maior perigo de salinização, além de abranger as condutividades apresentadas pelas águas de rejeito conforme caracterização da qualidade das águas da zona rural do município de Mossoró feita por Cosme (2011).

As concentrações de ácido salicílico utilizadas foram obtidas pela dissolução de Ácido Ascórbico (L PA-ACS de massa molar: 176,12 g/mol). Foram pesadas em balança analítica as

quantidades relativas às concentrações utilizadas. No caso da concentração zero, aplicou-se apenas água destilada. Essas concentrações foram determinadas com base na metodologia utilizada por Khan et al. (2006).

Cada unidade experimental foi constituída por uma planta acondicionada em um vaso plástico com capacidade de aproximadamente 3,0 L, preenchidos com substrato proveniente da fibra de coco. Os vasos foram dispostos sobre uma bancada de 0,7 m de altura e distribuídos de forma que se mantivesse um espaçamento entre plantas de 0,25 m.

O experimento foi implantado utilizando mudas de alface crespa, cv. Thaís, que foram adquiridas com um produtor comercial na cidade de Mossoró e transplantadas, aos 25 dias após a sementeira.

Para o preparo da solução nutritiva foram adicionadas às águas as seguintes quantidades de fertilizantes (por 1000 L de solução): 500g Nitrato de Cálcio, 370 g Nitrato de Potássio, 140 g de MAP, 270 g Sulfato de Magnésio (DIAS et al., 2011b). Como fonte de micronutriente utilizou-se Rexolin® (YaraVita), na concentração 30 g para 1000 L, conforme recomendação do fabricante. Após a adição dos fertilizantes às águas, as soluções nutritivas apresentaram valores médios de CE no decorrer do experimento de 1,55 e 4,50 dS m⁻¹, para as águas sem e com sal, respectivamente.

Dois dias após o transplante das mudas foi iniciado o fornecimento das soluções nutritivas. Para cada tipo de água foi utilizado um sistema de irrigação localizada, independente, sendo composto por um reservatório de PVC (500 L), uma eletrobomba de circulação Metalcorte/Eberle, autoventilada, modelo EBD250076 (acionada por motor monofásico, 210 V de tensão, 60 Hz de frequência), linhas laterais de irrigação de 12 mm, utilizaram-se emissores do tipo microtubos, com diâmetro interno de 0,8 mm, comprimento de 40 cm.

As fertirrigações foram realizadas com frequência de cinco eventos diários, em intervalos de três horas (6:00, 9:00, 12:00, 15:00, 18:00 h), controlados com um temporizador digital, modelo TE-2163 fabricado pela Decorlux®. A duração de cada evento de fertirrigação foi determinada de forma que os tempos de funcionamento do sistema fossem suficientes para haver drenagem mínima dos vasos.

Inicialmente foram obtidas as soluções de ácido salicílico com as respectivas dissoluções e diluições, em água destilada, totalizando cinco soluções de concentrações diferentes (0; 0,25; 0,50; 0,75 e 1,0 mM), para as plantas do tratamento testemunha foi utilizado apenas água destilada. Essas soluções foram aplicadas manualmente utilizando um borrifador, em uma parcela experimental por vez e tendo-se o cuidado de colocar barreiras

físicas a fim de que não atingisse as parcelas próximas. A aplicação foi feita apenas uma vez durante o ciclo, dez dias após ter iniciado o tratamento com estresse salino.

A colheita foi realizada aos 30 dias após o transplante, totalizando um ciclo de 55 dias. Procedeu-se com um corte na base da planta, rente ao substrato. Logo em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel devidamente identificados e encaminhados para o Laboratório de Irrigação da UFERSA, onde foram realizadas as avaliações das variáveis de produção. Sendo assim avaliou-se: diâmetro de caule, número de folhas, massa fresca, área foliar e massa seca total.

A determinação da massa fresca foi realizada por pesagem em balança de precisão ($\pm 0,01$ g) logo após a chegada ao laboratório de forma que as plantas não perdessem umidade após o momento da colheita. Posteriormente a massa da matéria seca foi determinada após o material vegetal permanecer em estufa de circulação forçada de ar a 65°C , até atingir peso constante.

Para a determinação do diâmetro do caule, utilizou-se um paquímetro digital (Digital Caliper), medindo-se esta variável na base do caule (mm). A área foliar (AF) foi determinada pelo método dos discos foliares, utilizando para tal, um vazador com diâmetro interno de 2,47 cm sendo retirados dez discos de cada amostra. Os discos foram retirados de pontos distribuídos em todo o comprimento da folha. Após isso as folhas e os discos foram acondicionados separadamente em sacos de papel e levados para uma estufa de circulação forçada de ar a 65°C . Após apresentarem peso constante foram novamente pesadas determinando-se assim a massa seca das folhas (MSF), e estimando-se a AF pela seguinte equação:

$$AF = [(MSF + MSD) \times ND \times AD] / MSD$$

Em que:

AF - Área foliar (cm^2);

MSF - Massa seca das folhas (g);

MSD - Massa seca dos discos (g);

ND - Número de discos;

AD - Área do disco (cm^2).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e para os dados com teste F significativo foi aplicado o teste Tukey ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise dos dados, verifica-se todas as variáveis foram afetadas pelo estresse salino, bem como pela aplicação foliar de ácido salicílico (Figura 1).

O diâmetro do caule foi afetado pelo estresse salino, sendo reduzido em 31,9%, quando comparado a testemunha e as plantas submetidas ao estresse sem adição de ácido salicílico, reduzindo de 18,1 mm para 12,3 mm. Quando analisado o efeito das doses do ácido salicílico na condição de estresse, verifica-se comportamento quadrático, em que inicialmente observa-se uma resposta positiva ao aumento da dose do ácido até a concentração de 0,55 mM, atingindo diâmetro máximo de 15,1 mm, correspondendo a um aumento de 22,9% na ausência do ácido (Figura 1A).

O número de folhas também reduziu com efeito do estresse salino, ocorrendo redução de 26,9%, quando comparadas com a ausência de aplicação foliar do ácido salicílico (Figura 1B). A redução do número de folhas de alface em resposta ao estresse salino tem sido observado por vários autores (Dias et al., 2011; Paulus et al., 2012; Soares et al., 2016). Em condições de estresse salino é comum ocorrerem alterações morfológicas e anatômicas nas plantas refletindo redução de transpiração como alternativa para manter a absorção de água; uma dessas adaptações é a redução do número de folhas (Oliveira et al., 2013).

Ainda com relação o número de folhas, verifica-se que ao se utilizar as concentrações de ácido salicílico estudadas, constatamos que na concentração de 0,52 mM foram encontrados os melhores resultados, atingindo 19 folhas. Esse valor representa um acréscimo de 18,47% quando avaliadas as que foram testadas na mesma condição de estresse e sem aplicação foliar (Figura 1B). Comparando-se esse valor com, o obtido no tratamento testemunha, constata-se que diferença entre as soluções reduziu de 29,6% (0 mM) para 19,9% (Figura 1B).

Analisando a área foliar, pode-se verificar que a testemunha apresentou valor médio de 1.938,8 cm², valor esse que é superado com o incremento das concentrações do ácido, mesmo em condições de estresse salino. Com isso, a concentração ideal para as condições testadas foi de 0,74 mM e com essa dose foi possível chegar é 2.053,54 cm², ou seja, um aumento de 5,58% se comparado a testemunha, e de 241, 8% quando é constatado aumento em relação à AF obtido com solução salina na ausência de ácido salicílico (0 mM) (Figura 1C).

Sob condições adversas, como estresse salino, as plantas desenvolvem formas de adaptação, resultando em alterações bioquímicas e/ou morfológicas. Entre estas se destaca a redução da área foliar relacionada, possivelmente, a um dos mecanismos de adaptação ao estresse salino diminuindo a superfície transpirante (Tester & Davenport, 2003). Tais

resultados estão de acordo com os apresentados por Dias et al. (2011), também trabalhando com a cultura da alface cultivada em fibra de coco.

Quanto ao efeito benéfico da aplicação do ácido salicílico sobre a área foliar, é possível relatar que este hormônio aumenta a assimilação de carbono, síntese de metabólitos e manutenção do potencial hídrico dos tecidos (Karlidag et al., 2009; Farooq et al., 2010), ampliando assim a capacidade fotossintética da planta, o que resulta em expansão dos tecidos, registrado pelo aumento dessa área, mesmo sob estresse salino. No entanto, verifica-se que doses elevadas desse ácido podem provocar ação inversa na resposta do hormônio, o que, neste caso, pode reduzir severamente a área foliar, e em alguns casos, promover o aparecimento de folhas anormais (Aftab et al., 2011).

Na Figura 1D, está representado a massa fresca da parte aérea, na qual observa-se que o tratamento testemunha (solução nutritiva padrão) apresentou maior valor (170,1 g planta⁻¹), e que esta variável reduziu quando as plantas foram submetidas a solução nutritiva salina (81,1 g planta⁻¹), ocorrendo, assim, redução de 52,3%.

Na literatura existem vários estudos com a cultura da alface sob estresse salino (Dias et al., 2011; Paulus et al., 2012; Guimarães et al., 2016; Soares et al., 2016), e todos estes autores observaram redução na massa fresca das plantas em função da salinidade.

Ainda com relação ao acúmulo de massa fresca, verifica-se que a alface respondeu de forma quadrática ao aumento da concentração de ácido salicílico, de forma que a maior massa fresca foi obtida na concentração de 0,49 mM (113,23 g planta⁻¹), apresentando aumento de 39,6% em relação à ausência de ácido salicílico (81,1 g planta⁻¹). Desta forma, verifica-se que a concentração de 0,49 mM reduziu consideravelmente o efeito da salinidade sobre a produção de massa fresca, reduzindo a diferença de 52,3% para 33,4% (Figura 1D).

Com relação à massa seca, foi observado que, assim como para as demais variáveis, o uso de solução nutritiva salina reduziu significativamente esta variável, reduzindo de 6,7 g planta⁻¹ para 4,22 g planta⁻¹, resultando em perda de 54,7%, considerando a ausência de ácido salicílico (Figura 1E).

A redução da biomassa fresca e seca está relacionada ao efeito osmótico da salinidade, e ao suprimento inadequado de nutrientes devido a um desequilíbrio iônico provocado pelo excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ (Tester & Davenport, 2003). Este comportamento também foi observado por outros autores, como Dias et al. (2011), Paulus et al. (2012) e Guimarães et al. (2016), todos trabalhando com a cultura da alface.

Quanto ao efeito do ácido salicílico, verifica-se que o aumento na concentração deste ácido proporcionou aumento no acúmulo de massa seca até a concentração de 0,53 mM (4,22

g planta⁻¹), apresentando aumento de 48,1% em relação as plantas que não ausência do ácido salicílico (0 mM). Verifica-se ainda que, o uso deste ácido na concentração 0,53 mM reduziu o efeito deletério da salinidade, ocorrendo perda de 36,9% em relação ao tratamento testemunha (Figura 1E).

Diante dos resultados obtidos no presente trabalho, ficou evidenciado que a aplicação foliar de ácido salicílico pode promover tolerância da alface ao estresse salino

CONCLUSÕES

O uso de água salina no preparo da solução nutritiva reduziu todas as variáveis analisadas.

O ácido salicílico apresenta um potencial para ser utilizado como agente amenizador do estresse salino no cultivo de alface crespa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, v.15, p.491-498, 2011.

COSME, C. R. **Avaliação da qualidade da água proveniente de estações de tratamento de água salobra na zona rural do município de Mossoró, RN**. 2011. 74f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.

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, p.632-637, 2011.

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

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**, v.20, p.728-733, 2016.

HAYAT, Q.; HAYAT, S.; IRFAN, M.; AHMAD, A. Effect of exogenous salicylic acid under changing environment: A review. **Environmental and Experimental Botany**. v.68, p.14-25, 2010.

KHAN, A.; AHMAD, M. S. A.; ATHAR, H. R.; ASHRAF, M. Interactive effect of foliarly applied ascorbic acid and salt stress on wheat (*Triticum aestivum* L.) at the seedling stage. **Pakistan Journal of Botany**, v.38, p.1407-1414, 2006.

LARRÉ, C. F.; MARINI, P.; MORAES, C. L.; AMARANTE, L.; MORAES, D. M. Influência do 24-epibrassinolídeo na tolerância ao estresse salino em plântulas de arroz. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 67-76, 2014.

MEDEIROS, J. F. DE; 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, p.248-255, 2007.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.465-471, 2013.

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

SOUSA, C. S.; BONETTI, A. M.; GOULART FILHO, L. R.; MACHADO, J. R. A.; LONDE, L. N.; BAFFI, M. A.; RAMOS, R. G.; VIEIRA, C. U.; KERR, W. E. Divergência genética entre genótipos de alface por meio de marcadores AFLP. **Bragantia**, v.66, p.11-16, 2007.

UMEBESE, C. E.; BANKOLE, A. E. Impact of salicylic acid on antioxidants, biomass and osmotic adjustments in *Vigna unguiculata* L. walp. during water deficit stress. **African Journal of Biotechnology**. v.12, p. 5200-5207. 2013.

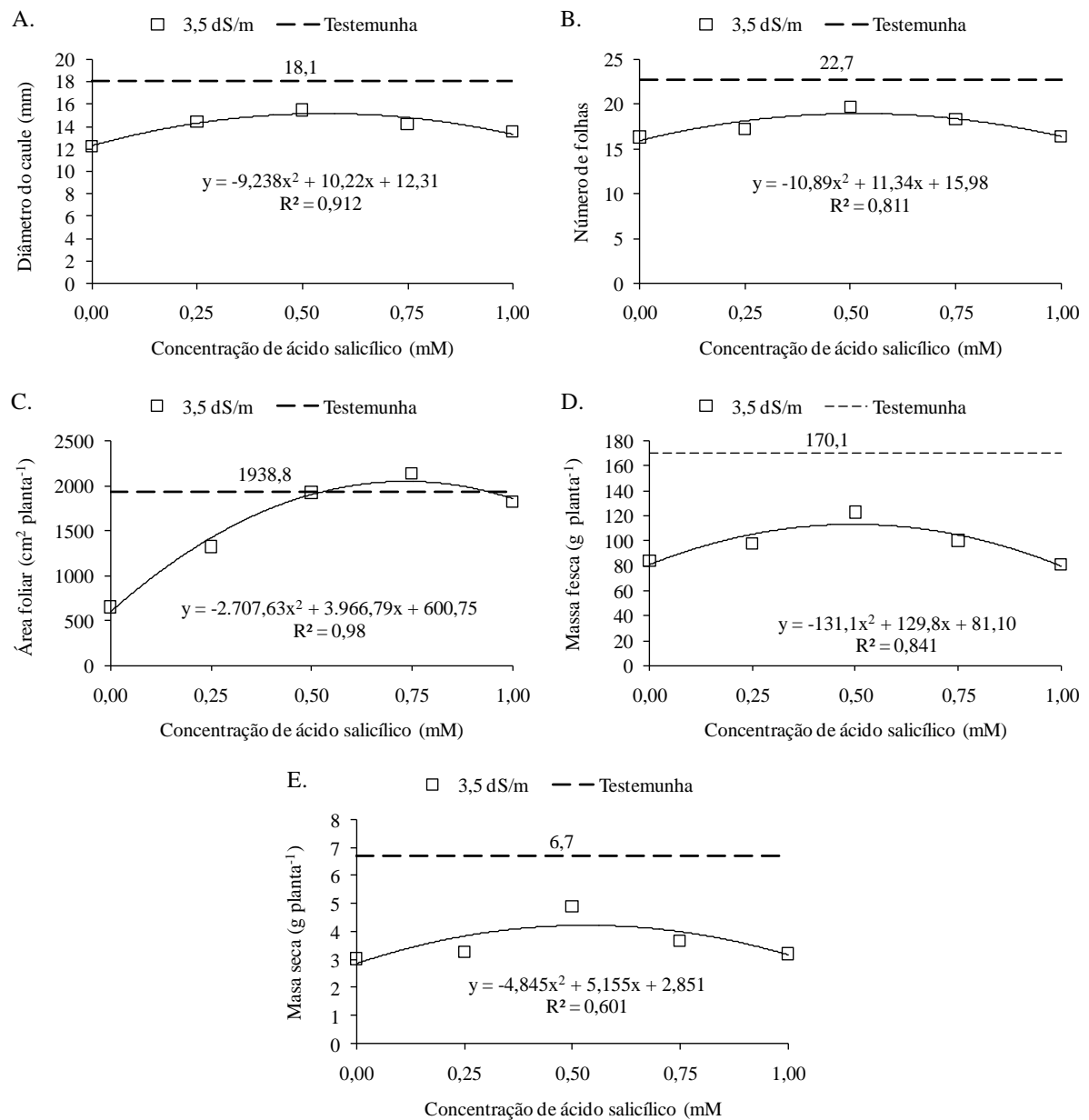


Figura 1. Diâmetro do caule (A), número de folhas (B), massa fresca (C), área foliar (D) e massa seca (E) de alface cultivada em substrato e fertirrigada com solução nutritiva salina e aplicação foliar de ácido salicílico