

PRODUÇÃO DE RÚCULA EM FIBRA DE COCO UTILIZANDO SOLUÇÃO SALINA ENRIQUECIDA COM NITRATO DE POTÁSSIO

J. S. L. Neto¹, F. A. T. Alves¹, C. J. X. Cordeiro¹, M. K. T. Oliveira²,
Paulo Vitor¹, F. A. Oliveira³

RESUMO: A rúcula é uma planta folhosa que vem ganhando destaque entre os horticultores, mas seu crescimento pode ser afetado por vários fatores, como a salinidade da água utilizada na irrigação. Assim, surge a necessidade de estudos que viabilizem o seu cultivo com uso de água salina sem perdas de rendimento. Este trabalho foi desenvolvido com objetivo de avaliar o enriquecimento com nitrato de potássio em solução nutritiva salina na cultura da rúcula cultivada em fibra de coco. Este experimento foi realizado em casa de vegetação na UFERSA, em Mossoró, RN, utilizando o delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. Cada parcela foi representada por uma canaleta de PVC (1,5 x 0,1 x 0,1 m) preenchida com fibra de coco e contendo 30 plantas, cv. Cultivada, das quais avaliaram-se 10 plantas de cada calha. Os tratamentos foram compostos por quatro soluções nutritivas (S1- solução nutritiva padrão (SN), S2-SN+NaCl, S3-SN+NaCl+KNO₃ (50%), S4-SN+ NaCl+KNO₃ (100%). A solução padrão utilizada correspondeu a concentração de nutrientes recomendada para o cultivo de alface em sistema hidropônico NFT. As plantas foram coletadas 37 dias após a semeadura e avaliadas as seguintes variáveis: altura, número de folhas, área foliar, massa fresca e massa seca de plantas e suculência foliar. A análise dos dados mostrou que o estresse salino reduziu todas as variáveis, com exceção da suculência foliar. O enriquecimento da solução nutritiva com KNO₃ nas doses estudadas não foi eficiente para reduzir o efeito do estresse salino sobre a rúcula.

PALAVRA-CHAVE: *Eruca sativa* Mill, estresse salino, cultivo sem solo

PRODUCTION ROCKET IN COCONUT FIBER USING SALT SOLUTION ENRICHED WITH POTASSIUM NITRATE

¹ Graduando, Departamento Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi Árido, Avenida Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, Mossoró, RN. CEP 59625-900. Tel. (84) 9990144-73. Email: netoleiteneto@yahoo.com.br

² Doutora de Fitotecnia, Departamento Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN

³ Prof. Doutor, Departamento Ciências Ambientais e Tecnológicas, UFERSA, Mossoró, RN

ABSTRACT: The rocket is a leafy plant that has been gaining prominence among horticulturists, but its growth can be affected by several factors, such as the salinity of the water used in irrigation. Thus, it appears to the need of study that make possible its cultivation with the use of salt water without loss of yield. This work was developed with the objective of evaluating the enrichment with potassium nitrate in saline nutrient solution in arugula cultivated in coconut fiber. This experiment was carried out in a greenhouse at UFERSA, in Mossoró, Brazil, using a completely randomized design with tree replicates. Each plot was represented by a PVC channel (1.5 x 0.1 x 0.1 m) filled with coconut fiber and containing 30 plants, cv. Cultivada, of which evaluated 10 plants of each trough. The treatments were composed of four nutrient solutions (S1- standard nutrient solution (SN), S2-SN + NaCl, S3-SN + NaCl + KNO₃ (50%), S4-SN + NaCl + KNO₃) The plants were collected 37 days after sowing and evaluated the following variables: height, number of leaves, leaf area, fresh mass and dry mass of plants and leaf succulence. The nutrient solution enriched with KNO₃ at the doses studied was not efficient to reduce the effect of saline stress on the rocket.

KEYWORDS: *Eruca sativa* Mill, estresse salino, soilless cultivation

INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) pertence à família *Brassicaceae* tendo como centro de origem o Mediterrâneo. É uma hortaliça herbácea anual de porte baixo, atingindo uma altura de 15 a 20 cm no ponto de colheita, com folhas alongadas e de limbo profundamente recortado, de coloração verde escura e sabor picante, rica em potássio, enxofre, ferro e vitaminas A e C (Gonzalez et al., 2006).

A produção de rúcula é realizada principalmente em cultivo tradicional, mas, devido a alta demanda na produção de hortaliças, surge a necessidade no aprimoramento de técnicas que possibilitem a obtenção de um produto de melhor qualidade, interferindo em modificações importantes nos sistemas de produção de hortaliças. Alguns dos sistemas utilizados para o cultivo de hortaliças são o convencional, hidropônico e semi-hidropônico, que apresentam características diferenciadas na produção, podendo influenciar nas propriedades da hortaliça.

Tanto em sistema hidropônico quanto para o semi-hidropônico, a qualidade da solução nutritiva é fator primordial para se obter êxito na produção de hortaliças. Dentre os principais

fatores que afetam a qualidade da solução nutritiva, pode-se destacar a qualidade da água utilizada, principalmente no tocante a concentração de sais dissolvidos. O estresse salino inibe o crescimento vegetativo por efeito osmótico, restringindo a disponibilidade de água, por toxicidade ou desordem nutricional, induzindo a modificações morfológicas, estruturais e metabólicas (Viana et al., 2004).

De acordo com Farias et al. (2009) a salinidade altera a nutrição mineral das culturas, reduzindo a atividade dos íons em solução e alterando os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta.

Em cultivo hidropônico em sistema NFT com a cultura da alface americana utilizando águas salobras no preparo da solução nutritiva, Soares et al. (2016) verificaram que o uso de água salina proporcionou redução nos teores foliares de fósforo e potássio e aumento nos teores de cloreto e sódio.

Desta forma, o aumento na concentração de potássio na solução nutritiva pode reduzir a razão Na^+/K^+ , aumentando assim a tolerância das plantas à salinidade. Com isso, surge a necessidade de pesquisas para o desenvolvimento de técnicas e manejo da cultura que permita o uso de água salina na agricultura sem que ocorram perdas no rendimento e na qualidade dos produtos obtidos.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento da rúcula, cv. Cultivada, à solução nutritiva salina enriquecida com nitrato de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação localizada no setor de pesquisas do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas (DCAT) da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), em município de Mossoró, RN ($5^{\circ}11'31''$ S, $37^{\circ}20'40''$ O, altitude média de 18 m).

O experimento foi conduzido seguindo o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram constituídos por quatro soluções nutritivas [S1-Solução nutritiva padrão; S2-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$); S3-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) e enriquecida com KNO_3 (50%); S4-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) enriquecida com KNO_3 (100%)]. Cada parcela experimental foi representada por um canaleta de PVC ($1,5 \times 0,10 \times 0,10 \text{ m}$) contendo 30 plantas.

As quantidades de fertilizantes utilizadas no preparo das soluções nutritivas, bem como suas respectivas condutividades elétricas, são apresentadas na Tabela 1. A composição de nutrientes das soluções nutritivas seguiu a recomendação de Furlani et al. (1999) para o cultivo hidropônico de hortaliças folhosas.

Tabela 1. Quantidades (g 1000 L⁻¹) fertilizantes e cloreto de sódio, utilizadas no preparo das soluções nutritivas utilizadas no experimento

Fertilizantes	S1	S2	S3 (50%KNO ₃)	S4 (100%KNO ₃)
Fosfato monoamônico - MAP	150	150	150	150
Nitrato de Cálcio	750	750	750	750
Nitrato de potássio	500	500	750	1000
Sulfato de magnésio	400	400	400	400
Rexolin®	30	30	30	30
NaCl	0	1667	1667	1667
CE (dS m ⁻¹)	2,3	5,1	5,5	5,9

Rexolin® - Composto de micronutrientes

Para o desenvolvimento do experimento, foi construída uma estrutura formada por 30 calhas de PVC, com as dimensões (1,50 x 0,10 x 0,10 m) montadas sobre telhas de amianto suspensas sobre cavaletes de madeira, com altura 0,65 m. As canaletas foram dispostas no espaçamento de 0,10 m entre elas, com inclinação de 5% para facilitar a coleta da solução lixiviada.

O sistema de irrigação era composto por quatro reservatórios de PVC (60 L), linhas laterais de 16 mm e emissores do tipo microtubos com 0,8 mm de diâmetro interno de 10 cm de comprimento. 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 aplicação da solução nutritiva foi realizado utilizando um temporizador (Timer Digital) com capacidade para oito programações (ON/OFF) diárias, o qual sua programação ocorreu inicialmente com seis irrigações no período entre 07:00 horas da manhã e 17:00 da tarde, tendo duração de 10 segundos cada uma. Após 20 dias da semeadura aumentou o tempo de irrigação para 20 segundos, de acordo com a necessidade hídrica das plantas ao longo do experimento. A frequência e o tempo de irrigação para cada evento foi suficiente para provocar drenagem da solução nutritiva, de modo a garantir a elevação da umidade do substrato à máxima capacidade de armazenamento de água.

As plantas foram coletadas aos 37 dias após a semeadura, num total de 10 plantas por parcela para serem analisadas as seguintes variáveis: altura, número de folhas, área foliar, massa fresca total, massa seca da parte aérea e suculência foliar.

A altura foi determinada utilizando uma régua graduada (cm), sendo realizado no momento da coleta e considerando a distância entre o colo da planta e o ápice da maior folha.

O número de folhas por planta foi determinado logo após a coleta, considerando apenas as folhas que apresentaram mais de 70% de coloração verde e maiores de 3,0 cm de comprimento, desprezando-se as amareladas e/ou secas.

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.

A massa fresca das plantas foi determinada logo após a coleta, utilizando-se uma balança digital de precisão. Para quantificar a massa seca, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados e postas para secagem em estufa com circulação forçada de ar, na temperatura de 65 °C (±1). As plantas permaneceram na estufa até que atingiram peso constante. Em seguida foram pesadas em balança digital de precisão (0,01g).

A suculência foliar foi determinada a partir da razão entre o teor de água na folha e área foliar, equação 2.

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

Em que: SF – suculência foliar, g H₂O cm²; MFF – massa fresca de folhas, g; MSF – massa seca de folhas, g; AF – área foliar, cm² planta⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do teste F, e as médias comparadas entre si pelo teste de comparação de médias (Tukey, 5%). Para as análises

estatísticas utilizou-se o sistema computacional de análise de variância, Sisvar 5.3 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de solução nutritiva salinizada (S2) proporcionou redução de 16,04% na altura das plantas em comparação com a altura média obtida na solução nutritiva padrão (S1). Verifica-se ainda que não houve diferença significativa entre as soluções salinizadas (S2, S3 e S4), de forma que a suplementação extra com nitrato de potássio não teve ação sobre a resposta à salinidade para esta variável (Figura 1A).

Redução na altura de plantas da rúcula também foi observada por Silva et al. (2011) trabalhando em sistema hidropônico NFT. Resultados semelhantes também foram verificados por Souza Neta et al. (2013) e Oliveira et al. (2013).

Não houve resposta significativa para o número de folhas, obtendo-se entre as soluções estudadas o número médio de 8 folhas por planta (Figura 1B). Estes resultados estão de acordo com os apresentados por Silva et al. (2011).

O uso de solução salinizada (S2) provocou redução significativa na área foliar, apresentando redução de 33,17% em comparação com a área foliar obtida na solução nutritiva padrão (S1). Verifica-se ainda que o enriquecimento da solução nutritiva salinizada não proporcionou tolerância da rúcula à salinidade (Figura 1C).

Em condições de estresse salino as plantas fecham os estômatos para reduzir a transpiração, tendo como consequência redução da taxa fotossintética, podendo esta alteração morfofisiológica ser uma das principais causas na diminuição do crescimento das espécies nestas condições (Flowers, 2004).

O excesso de sais na solução do solo modifica as atividades metabólicas das células no processo de alongamento celular, limitando a elasticidade da parede celular, reduzindo o alongamento da célula e, como consequência, o crescimento da planta (Taiz & Zeiger, 2009).

O desenvolvimento foliar é um parâmetro importante para ser avaliado no desenvolvimento das plantas, uma vez que as folhas são responsáveis pelo processo fotossintético e, conseqüentemente, melhor eficiência produtiva da planta. No presente trabalho, verificou-se que a salinidade não afetou a emissão de novas folhas, no entanto, afetou negativamente a expansão do limbo foliar.

Respostas semelhantes foram observadas para as variáveis massa fresca (Figura 1D) e massa seca (Figura 1E), para as quais o uso de solução nutritiva salinizada provocou redução

significativa, com perdas de 32,06 e 39,67%, respectivamente, em comparação com os valores obtido nas plantas fertirrigadas com a solução nutritiva padrão (S1). Além disso, verifica-se que não ocorreu efeito significativa da adição extra de nitrato de potássio (Figuras 1E e 1E).

Esses resultados assemelham-se, em parte, aos obtidos por Silva et al. (2011) e Souza Neta et al. (2013) e Jesus et al. (2015), os quais também constataram decréscimo da produção de massa fresca e massa seca rúcula hidropônica em função do incremento da salinidade da água empregada no preparo da solução nutritiva.

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

Analisando a suculência do tecido foliar, verifica-se que o uso de solução nutritiva salinidade (S2) proporcionou aumento nesta variável, resultando em aumento de 160,87% em comparação com os resultado obtido com a solução padrão (S1). Não houve resposta significativa à adição extra de nitrato de potássio (S3 e S4), apresentando com comportamento semelhante ao observado com a solução S2 (Figura 1F).

O aumento nos valores da suculência foliar induzido pelo NaCl são indicativos de ter ocorrido um efetivo ajustamento osmótico em plantas com estresse (MARTÍNEZ et al., 2004). Além disso, a suculência permite a regulação da concentração de sais nos tecidos foliares permitindo a hidratação das folhas em condição de baixa disponibilidade de água, e depende diretamente da absorção, transporte e acúmulo de íons nos tecidos foliares, podendo contribuir para reduzir o efeito dos sais sobre o crescimento da planta (TRINDADE et al., 2006; MATOS et al., 2013).

CONCLUSÕES

O uso de água salinizada na solução nutritiva resultou em perdas significativas n crescimento da rúcula, mas aumentou a suculência do tecido foliar.

A adição extra de nitrato de potássio não alterou a resposta da rúcula ao uso de solução nutritiva salinizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 33, p. 1499-1505, 2009.

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

FLOWERS, T.J. Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, v.55, p.307-319, 2004.

GONZALEZ, A. F.; AYUB, R. A.; REGHIN, M. Y. Conservação de rúcula minimamente processada produzida em campo aberto e cultivo protegido com agrotêxtil. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.360-360, 2006.

JESUS, G. G.; SILVA JÚNIOR, F. J.; CAMARA, T. R.; SILVA, E. F. F.; WILLADINO, L. Production of rocket under salt stress in hydroponic systems. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 4, p. 493-497, 2015.

MARTÍNEZ, J.P.; LUTTS, S.; SCHANCK, A.; BAJJI, M.; KINET, J.M. Is osmotic adjustment required for water stress resistance in the Mediterranean shrub *Atriplexhalimus* L.? *Journal of Plant Physiology*, v.161, p.1041-1051, 2004.

MATOS, F. S.; ROCHA, E. C.; CRUVINEL, C. K. L.; RIBEIRO, R. A.; RIBEIRO, R. P.; TINOCO, C. F. Desenvolvimento de mudas de pinhão-mansão irrigadas com água salina. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 37, p. 947-954, 2013.

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

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

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

SOUZA NETA, M. L.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, R. T.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, J. F. Efeitos da salinidade sobre o desenvolvimento de rúcula cultivada em diferentes substratos hidropônicos. *Revista Agro@mbiente*, v.7, p. 154-161, 2013.

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

TRINDADE, A. R.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M. A.; PRISCO, J. T. Influência do acúmulo e distribuição de íons sobre a aclimação de plantas de sorgo e feijão-de-corda, ao estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, p. 804-810, 2006.

VIANA, S. B. A., FERNANDES, P. D., GHEYI, H. R., SOARES, F. A. L., CARNEIRO, P. T. Índices morfológicos e de produção de alface sob estresse salino. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 8, p.23-30, 2004.

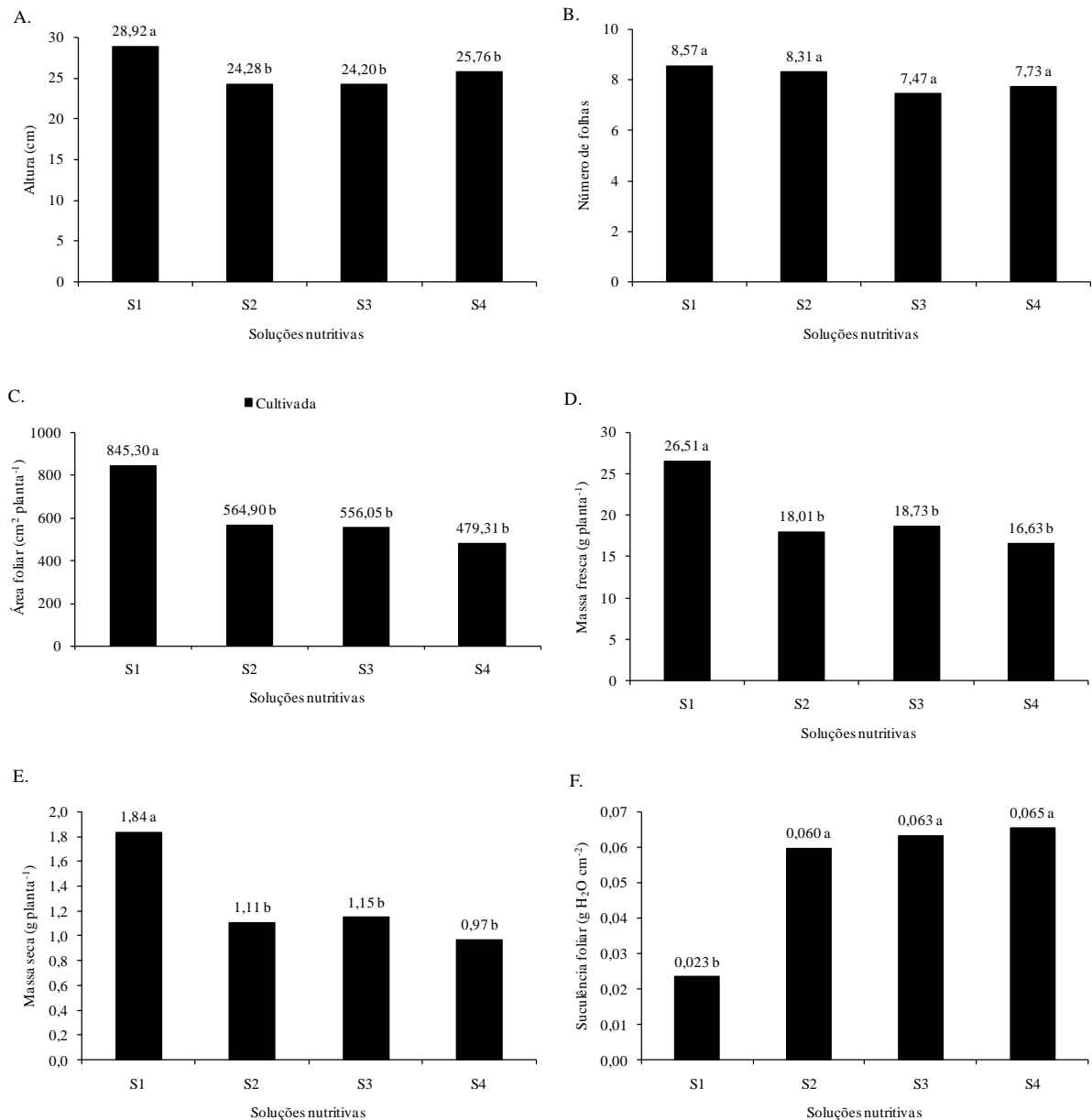


Figura 1. Altura (A), número de folhas (B), área foliar (C), massa fresca (D), massa seca (E) e suculência foliar (E) em plantas de rúcula cultivada em sistema semi-hidropônico e fertirrigadas com diferentes soluções nutritivas salinizadas. [S1-Solução nutritiva padrão; S2-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$); S3-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) e enriquecida com KNO_3 (50%); S4-solução nutritiva salinizada ($3,5 \text{ dS m}^{-1}$) enriquecida com KNO_3 (100%)]. Médias seguidas pela mesma letra não difere entre si pelo teste Tukey (0,05)