

## ASPECTOS FOTOSSINTÉTICOS E PRODUÇÃO DO COENTRO SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS PREPARADAS EM DIFERENTES ÁGUAS SALOBRAS

Ruana Iris Fernandes Cruz<sup>1</sup>, Franz Edwin Condor Navarro<sup>2</sup>, Pedro Fagner Araújo Pereira<sup>3</sup>,  
Alyne Feliz Bognola<sup>3</sup>, Tarcísio Ferreira de Oliveira<sup>2</sup>, José Amilton Santos Júnior<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a produção de plantas de coentro, cultivar verdão, expostas a soluções nutritivas (1,6; 3,2; 4,8; 6,4 dS m<sup>-1</sup>) preparadas em águas salobras, salinizadas com diferentes sais (NaCl; CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O; MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O). O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 3, com quatro blocos. Adotou-se manejo fechado, bem como circulação da solução nutritiva diária em dois horários e efetuada de forma manual, com reposição do nível do reservatório a cada sete dias, com a respectiva água salobra utilizada no preparo da solução nutritiva. O estudo foi realizado em casa de vegetação, entre novembro e dezembro de 2019 no Laboratório de Fertirrigação e Salinidade da UFRPE. Analisou-se a fotossíntese líquida e a eficiência de carboxilação, bem como porcentagem de massa seca da parte área (%MSPA). Os dados foram submetidos a análise de variância, mediante teste F em nível de 0,05 de probabilidade. O maior %MSPA nas plantas expostas a soluções nutritivas preparadas sob premência de Na<sup>+</sup> > Ca<sup>+2</sup> > Mg<sup>+2</sup>. A interação entre o aumento da concentração de sais e as naturezas catiônicas predominantes nas águas afetou o %MSPA, a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a fotossíntese líquida.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coriandrum sativum* L., cultivo sem solo, água salobra

## PHOTOSYNTHETIC ASPECTS AND CORIANDER PRODUCTION UNDER NUTRITIVE SOLUTIONS PREPARED IN DIFFERENT BRACKISH WATERS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the production of coriander plants, exposed to nutrient solutions (1.6; 3.2; 4.8; 6.4 dS m<sup>-1</sup>) prepared in brackish waters, salinized with different salts (NaCl; CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O; MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O). The experimental design adopted was in randomized blocks, in a 4 x 3 factorial scheme, with four blocks. Closed management

<sup>1</sup> Doutoranda em Engenharia Agrícola, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, CEP: 52171-900, Recife, PE. Fone: (81) 99405-0912. e-mail: ruanairis@gmail.com.

<sup>2</sup> Mestrandos em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>3</sup> Graduandos em Engenharia Agrícola, Depto de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

<sup>4</sup> Professor Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFRPE, Recife, PE.

was adopted, as well as circulation of the daily nutrient solution, at two times and performed manually. The reservoir level was replaced every seven days, with the respective brackish water used in the preparation of the nutrient solution. The study was carried out in a greenhouse between November and December 2019 at the UFRPE Fertigation and Salinity Laboratory. Liquid photosynthesis and carboxylation efficiency were analyzed, as well as analyzed, as well as percentage of dry mass of the area (% MSPA). The data were subjected to analysis of variance, using the F test at a 0.05 probability level. The highest % MSPA in plants exposed to nutrient solutions prepared under  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}$  requirements. The interaction between the increase in the concentration of salts and the predominant cationic natures in the waters affected %MSPA, the internal concentration of  $\text{CO}_2$  and liquid photosynthesis.

**KEYWORDS:** *Coriandrum sativum* L., cultivation without soil, brackish water

## INTRODUÇÃO

Muito consumida no Brasil, o coentro (*Coriandrum sativum* L.) é uma hortaliça de ciclo curto e cujas características propiciam seu cultivo em diversas áreas do país, inclusive no semiárido brasileiro. Esta região, historicamente, apresenta fortes limitações hídricas e seus cultivos são frequentemente realizados utilizando águas subterrâneas que, embora possuam majoritariamente grande concentração de sais, são frequentemente a única fonte hídrica disponível (MENEZES et al., 2020).

Apesar da literatura já existente sobre a viabilidade do uso de águas salobras no preparo de soluções nutritivas no cultivo de hortaliças folhosas (BOTREL et al., 2020; CAMPOS JÚNIOR et al., 2018), trabalhos focados em verificar o comportamento da cultura em função da predominância catiônica dos sais contidos nas águas ainda são bastante escassos, no entanto, sabe-se que apesar da hidroponia apresentar resultados promissores na minimização dos efeitos deletérios da salinidade nas plantas, a diminuição da fotossíntese líquida é comumente relatada (SANTOS JÚNIOR et al., 2016; MONTEIRO et al., 2018).

Logo, a análise dos processos fotossintéticos é de suma importância na compreensão dos percalços impostos pela salinidade a produção das culturas (CAMPELO et al., 2015; MARTINS et al., 2019). Portanto, a presente pesquisa foi desenvolvida com o intuito de avaliar a produção do coentro, cultivar verdão, em função dos aspectos fotossintéticos em plantas cultivadas com soluções nutritivas preparadas com águas salobras com diferentes concentrações e naturezas catiônicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre novembro e dezembro de 2019, em casa de vegetação, no Laboratório Experimental de Fertirrigação e Salinidade do Departamento de Engenharia Agrícola - UFRPE, Recife, PE (8° 1'7" de latitude Sul e 34° 56'53" de longitude Oeste, e altitude de 6,5 m).

Dentro do ambiente experimental, os valores médios da umidade relativa e temperatura do ar foram mensurados com termo higrômetro digital durante o período da pesquisa. Também se monitorou a evapotranspiração de referência pelo método de Penman-Piché (FERNANDES et al., 2011).

Cada bloco experimental era composto por uma estrutura hidropônica, constituída de um suporte de madeira impermeabilizada com tinta a óleo, com dimensões de 2 x 1,40 m, projetado com capacidade de suporte para 12 tubos de PVC de 2 m de comprimento e 100 mm de diâmetro (SANTOS JÚNIOR et al., 2016).

Nestes tubos foram perfuradas "células" circulares de 60 mm de diâmetro, espaçadas de forma equidistantes a cada 14 cm, considerando-se o eixo central de cada célula. Foram acoplados aos tubos, joelhos de mesma bitola e a estes uma torneira para saída de água, num sistema "tipo vertedouro" para induzir a existência de um nível constante de 4 cm de solução nutritiva dentro do tubo, em toda a sua extensão, disponibilizando igualmente a solução para todas as plantas.

O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso, analisado em esquema fatorial 4 x 3, com quatro blocos. Os tratamentos consistiram na exposição das plantas a quatro soluções nutritivas ( $CE_{sn} = 1,6; 3,2; 4,8; 6,4 \text{ dS m}^{-1}$ ) preparadas em águas salobras, salinizadas mediante a solubilização de NaCl,  $CaCl_2 \cdot 2H_2O$  e  $MgCl_2 \cdot 6H_2O$  em água de abastecimento ( $CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$ ).

No preparo das águas salobras, doze reservatórios de 90 litros foram preenchidos com água de abastecimento ( $CE_a = 0,12 \text{ dS m}^{-1}$ ). Uma vez preparadas as águas salobras, a cada reservatório foi adicionada a mesma quantidade de fertilizantes proposto por Furlani et al. (1999). Deste modo, obteve-se as seguintes condutividades elétricas da solução nutritiva ( $CE_{sn}$ ) 1,6; 3,2; 4,8; 6,4  $\text{dS m}^{-1}$  em todas as naturezas catiônicas predominantes testadas.

A cultura utilizada foi o coentro (*Coriandrum sativum L.*) cultivar verdão. O semeio do coentro foi realizado em copos de plásticos perfurados no fundo e lateralmente com capacidade para 180 mL, utilizando como substrato fibra de coco. Foram colocadas 15 sementes por copo afim de se garantir a germinação. A umidade foi mantida através da

pulverização de 100 mL de água de abastecimento sobre as mudas até o transplântio para o módulo hidropônico que se deu aos sete dias após o semeio (DAS).

A aplicação da solução nutritiva ocorreu após o transplântio. O sistema utilizado foi o fechado, e diariamente, as 8h00 e 16h00 foi realizada a circulação, logo, o excedente da solução em relação ao nível dentro do tubo retornava ao reservatório através de mangueira. A reposição do nível de solução nutritiva ocorria a cada sete dias.

Os valores de condutividade elétrica ( $CE_{sn}$ ), pH ( $pH_{sn}$ ), oxigênio dissolvido ( $OD_{sn}$ ) e temperatura ( $T_{sn}$  °C) da solução nutritiva, foram monitorados diariamente para eventual ajuste em caso de necessidade. Não se verificou problemas fitossanitários durante a condução do experimental.

Aos 30 DAS, foram realizadas as aferições da concentração interna de  $CO_2$  ( $C_i$ ), fotossíntese líquida ( $A$ ) e a eficiência instantânea da carboxilação ( $A/C_i$ ) utilizando-se um Analisador Portátil de Gás Infravermelho (IRGA), modelo LICOR Li-6400. Também foi mensurada a percentagem de massa seca da parte aérea (%MSPA).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando constatados efeitos significativos, a condutividade elétrica da solução nutritiva foi analisada mediante análise de regressão, assim como utilizou-se o teste de Scott-Knott para as diferentes naturezas catiônicas da água. Todas as análises foram feitas em 0,05 de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A reposição com águas salobras de diferentes naturezas catiônicas ao longo do ciclo da cultura acarretou em aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva ( $CE_{sn}$ ).

Analisando o oxigênio dissolvido constatou-se que o mesmo apresentou variações na faixa de 18 a 20 ppm para todas as naturezas catiônicas e  $CE_{sn}$  empregadas, no entanto, a partir do 16º dia após transplântio (DAT) até a colheita o oxigênio dissolvido permaneceu constante em 16 ppm, essa redução corrobora com os dados obtidos por Niñirola et al. (2014) para a cultura do coentro, no qual os autores observaram os menores valores para  $OD_{sn}$  no final do ciclo, o que pode ser atribuído ao aumento do volume de raízes ativas com o crescimento da cultura e portanto a maior demanda de oxigênio (MOBINI et al., 2015).

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 1, verifica-se que todas as variáveis apresentaram efeito significativo para interação entre a CE da solução nutritiva e a natureza catiônica.

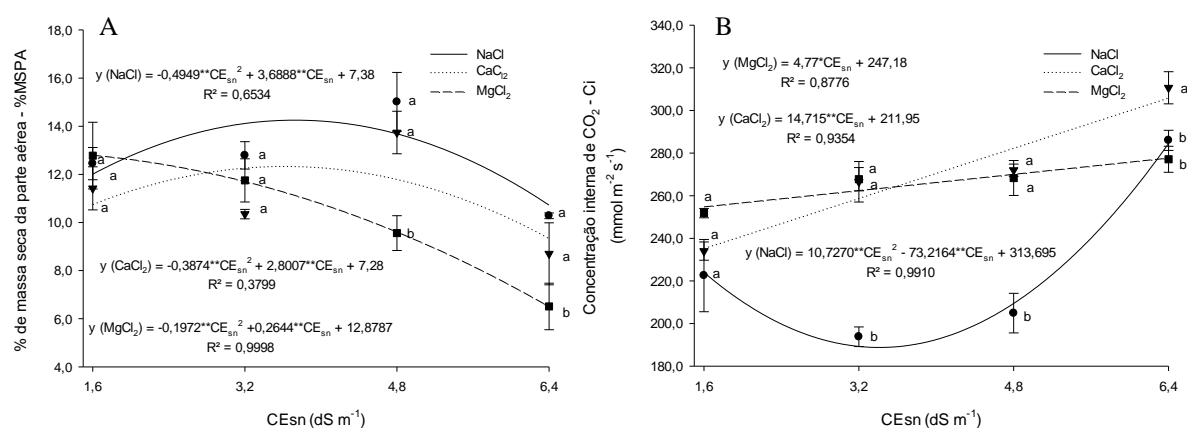
**Tabela 1.** Análise de variância para porcentagem de massa seca da parte aérea (%MSPA), concentração interna de CO<sub>2</sub> (Ci), fotossíntese líquida (A) e eficiência instantânea de carboxilação (A/Ci) em plantas de coentro expostas a soluções nutritivas preparadas com diferentes águas salobras

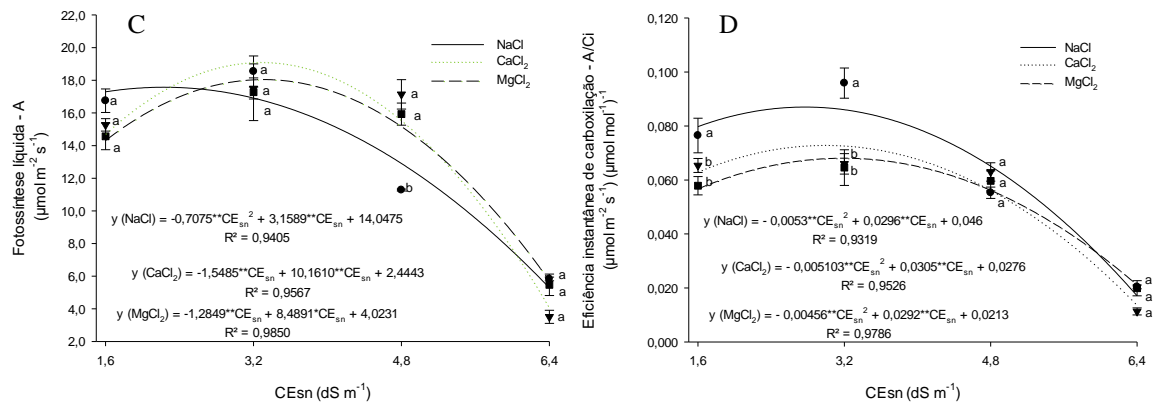
| FV              | GL | Quadrado Médio     |                     |                     |                                      |
|-----------------|----|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------------------------|
|                 |    | %MSPA              | Ci                  | A                   | A/Ci                                 |
| CEsn            | 3  | 43,95**            | 7461,74**           | 388,39**            | 8,0 x 10 <sup>-3</sup> **            |
| Reg. Linear     | 1  | 3,74 <sup>ns</sup> | 725,30**            | 320,32**            | 0,016**                              |
| Reg. Quadrática | 1  | 25,68**            | 438,26**            | 52,49**             | 0,008**                              |
| NC              | 2  | 25,32**            | 9377,90**           | 0,299 <sup>ns</sup> | 6,5 x 10 <sup>-4</sup> **            |
| CEsn x NC       | 6  | 9,85*              | 1861,98**           | 0,30**              | 3,8 x 10 <sup>-4</sup> **            |
| Blocos          | 3  | 5,84 <sup>ns</sup> | 63,74 <sup>ns</sup> | 1,94 <sup>ns</sup>  | 3,6 x 10 <sup>-5</sup> <sup>ns</sup> |
| Resíduo         | 33 | 3,01               | 259,63              | 256                 | 6,4 x 10 <sup>-5</sup>               |
| CV              | %  | 15,38              | 6,33                | 12,08               | 14,69                                |

FV: fonte de variação. CEsn: condutividade elétrica da solução nutritiva. NC: natureza catiônica. CV: coeficiente de variação. GL: Grau de liberdade. ns: não significativo; \*\* e \*: significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

O maior valor de %MSPA foi de 28,6 % para na CE<sub>sn</sub> de 4,8 dS m<sup>-1</sup>, obtido em plantas expostas a concentrações crescentes de NaCl na água (Figuras 1A). Plantas tratadas com concentrações crescentes de MgCl<sub>2</sub> tiveram perdas mais acentuadas, na %MSPA, principalmente em níveis de CEsn superiores a 3,2 dS m<sup>-1</sup>, chegando ao decréscimo estimado de 50,7% na maior salinidade, 6,4 dSm<sup>-1</sup> em relação a CE<sub>sn</sub> formulada com água de abastecimento, indicando que esse tratamento foi o que proporcionou maior impacto no coentro para essa variável.

O melhor desempenho das plantas expostas a NaCl em relação ao CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub> também ficou evidenciado para a concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figura 1B) nas CE<sub>sn</sub> de 3,2 e 4,8 dS m<sup>-1</sup>, com o menor valor para esta variável obtida na salinidade de 3,4 dS m<sup>-1</sup>, 188,76 mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, uma redução de 28,33% e 27,9% para MgCl<sub>2</sub> e CaCl<sub>2</sub> na mesma condutividade elétrica da solução nutritiva.





**Figura 1.** (A) Porcentagem de massa seca da parte aérea; (B) concentração interna de CO<sub>2</sub>; (C) fotossíntese líquida e (D) eficiência instantânea de carboxilação em plantas de coentro expostas a soluções nutritivas preparadas com diferentes águas salobras. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre as naturezas catiônicas dos sais pelo teste de Scott Knott ( $p < 0,05$ ). O aumento na Ci com incremento da CEsn é um indicativo que a salinidade acresceu a resistência mesofílica ao ingresso de CO<sub>2</sub> atmosférico ou diminui as atividades enzimáticas associadas ao metabolismo fotossintético do carbono (Cruz et al., 2017).

Para fotossíntese líquida (A) ocorreu diferenciação ( $p < 0,05$ ) entre os sais aplicados apenas para CE<sub>sn</sub> de 4,8 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1C), no qual o tratamento com NaCl apresentou valor de 12,90  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , uma redução de 16,9% e 14,96%, para CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, respectivamente. Para Silva et al. (2015) a fotossíntese líquida está diretamente associada a condição hídrica da planta, sendo a água um dos fatores limitantes para fotossíntese. Visto que o incremento da salinidade provoca reduções na absorção de água e desencadeiam diversos problemas metabólicos nas plantas, presume-se que com o aumento da salinidade, as plantas se tornam mais estressadas diminuindo a taxa de absorção de carbono.

A eficiência instantânea de carboxilação (Figura 1D) diferiu entre as naturezas catiônicas apenas na salinidade de 3,2 dS m<sup>-1</sup>, neste caso nas plantas submetidas aos tratamentos com águas salinizadas com adição de NaCl foi estimada a maior eficiência na carboxilação, 0,0864 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ )<sup>-1</sup>, o que pode ser atribuído ao menor valor de Ci verificado neste tratamento para a salinidade em questão. Nota-se que quando as concentrações de CO<sub>2</sub> intercelulares foram reduzidas, a planta utiliza-se do CO<sub>2</sub> derivado da respiração para suprir um nível mínimo adequado de A (TAIZ et al., 2017).

## CONCLUSÕES

1. Verificou-se maior percentual de massa seca na parte aérea nas plantas expostas a soluções nutritivas preparadas sob premência de  $\text{Na}^+ > \text{Ca}^{+2} > \text{Mg}^{+2}$ .

2. A interação entre o aumento da concentração de sais e as naturezas catiônicas predominantes nas águas afetou o percentual de massa seca da parte aérea, a concentração interna de CO<sub>2</sub> e a fotossíntese líquida.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOTREL, N.; FREITAS, S.; FONSECA, M. J. O.; MELO, R. A. C.; MADEIRA, N. Valor nutricional de hortaliças folhosas não convencionais cultivadas no Bioma Cerrado. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 23, p. 1-8, 2020.

CAMPELO, D. H.; LACERDA, C. F.; SOUSA, J. A.; CORREIA, D.; BEZERRA, A. M. E.; ARAÚJO, J. D. M.; NEVES, A. L. R. Trocas Gasosas e Eficiência do Fotossistema II em Plantas Adultas de seis Espécies Florestais em Função do Suprimento de Água No Solo. **Revista Árvore**, v. 39, n. 5, p. 973–983, 2015.

CAMPOS JÚNIOR, J. E.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; MARTINS, J. B.; SILVA, Ê. F. F.; ALMEIDA, C. D. G. C. Rocket production in a low cost hydroponic system using brackish water. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 4, p. 1008-1016, 2018.

CRUZ, J. L.; COELHO FILHO, M. A.; COELHO, E. F.; SANTOS, A. A. Salinity reduces carbon assimilation and the harvest index of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 39, n. 4, p. 545-555, 2017.

FERNANDES, A.L.T.; FRAGA JÚNIOR, E.F.; TAKAY, B.Y. Avaliação do método de Penman- Piche para a estimativa da evapotranspiração de referências em Uberaba, MG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 270-276, 2011.

FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 481, p. 777-778, 1999.

MARTINS, J. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARTUSCH, V. P.; GHEYI, H. R.; BEZERRA NETO, E.; SILVA, M. M. Water relations in parsley plants cultivated in brackish nutrient solutions of different cationic natures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 9, p. 662–668, 2019.

MENEZES, S. M.; SILVA, G. F. da; SILVA, M. M. da; MORAIS, J. E. F. de; JUNIOR, J. A. S.; MENEZES, D.; ROLIM, M. M. Continuous and pulse fertigation on dry matter production and nutrient accumulation in coriander. **DYNA**, v. 87, n. 212, p. 18–25, 2020.

MOBINI, S. H.; ISMAIL, M. R.; AROUIEE, H. The impact of aeration on potato (*Solanum tuberosum* L.) minituber production under soilless conditions. **African Journal of Biotechnology**, v. 14, n. 11, p. 910-921, 2015.

MONTEIRO, D. R.; MELO, H. F.; LINS, C. M. T.; DOURADO, P. R. M.; SANTOS, H. R. B.; SOUZA, E. R. Chlorophyll a fluorescence in saccharine sorghum irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 10, p. 673–678, 2018.

NIÑIROLA, D.; FERNÁNDEZ, J. A.; CONESA, E.; MARTÍNEZ, J. A.; EGEAGILABERT, C. Combined effects of growth cycle and different levels of aeration in nutrient solution on productivity, quality, and shelf life of watercress (*Nasturtium officinale* R. Br.) plants. **HortScience**, v. 49, n. 5, p. 567-573, 2014.

SANTOS JÚNIOR, J. GHEYI, H. R.; CAVALCANTE, A. R.; DIAS, N. S.; MEDEIROS, S. S. Produção e pós-colheita de flores de girassóis sob estresse salino em hidroponia de baixo custo. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 3, p. 420-432, 2016.

SILVA, F. G.; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M.; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª ed. Alemanha: Saraiva, 2017.