

## TROCAS GASOSAS DE *Crotalaria juncea* L. E *Stizolobium aterrimum* L. IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA

Letícia Kenia Bessa de Oliveira<sup>1</sup>, Francisco Ronaldo Alves de Oliveira<sup>2</sup>, Luiz Ferreira Coelho Júnior<sup>3</sup>, Paloma Rayane Pinheiro<sup>3</sup>, Caris dos Santos Viana<sup>3</sup>, Alexandre Bosco de Oliveira<sup>4</sup>

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar as trocas gasosas de plantas de crotalária e mucuna-preta cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. O experimento foi conduzido em ambiente protegido do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 4, sendo duas espécies de plantas (crotalária e mucuna-preta) e quatro níveis de salinidade da água (CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Aos 28 dias após a semeadura foram medidas a taxa fotossintética líquida (A), a condutância estomática (g<sub>s</sub>) e a taxa de transpiração (E). Para a crotalária, observa-se que houve redução de A em 15,3 e 48,8%, de g<sub>s</sub> em 24,1 e 55,2% e de E em 15,3 e 48,8%, nos níveis 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. Por outro lado, a mucuna-preta mostrou-se mais sensível à salinidade não apresentando germinação nos níveis 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>, havendo redução de 52,6% em A, 58,7 % em g<sub>s</sub> e 48,3 % em E, no nível de 2,0 dS m<sup>-1</sup>. O aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação proporciona redução na taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração de plantas de crotalária e mucuna-preta.

**PALAVRAS-CHAVE:** fotossíntese, leguminosas, salinidade.

## GAS EXCHANGE OF *Crotalaria juncea* L. AND *Stizolobium aterrimum* L. IRRIGATED WITH SALINE WATER

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the gas exchange of crotalaria and black mucuna plants cultivated under different salinity levels of irrigation water. The experiment was conducted in a protected environment of the Department of Plant Technology

<sup>1</sup> Mestranda em Agronomia/Fitotecnia, Depto. de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

<sup>2</sup> Prof. Mestre, Eixo de Recursos Naturais, IFPI, Cocal, PI; Doutorando em Agronomia/Fitotecnia, Depto. de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, CEP 60356-001. E-mail: ronaldo.oliveira@ifpi.edu.br.

<sup>3</sup> Doutorando(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Depto. de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Depto. de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

of the Federal University of Ceará, Fortaleza-CE. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 4 factorial arrangement, with two plant species (crotalaria and black mucuna) and four water salinity levels (ECa: 0.5, 2.0, 3.5 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>), with four repetitions. At 28 days after sowing, net photosynthetic rate (*A*), stomatal conductance (*g<sub>s</sub>*) and transpiration rate (*E*) were measured. For crotalaria, there was a reduction of *A* in 15.3 and 48.8%, *g<sub>s</sub>* in 24.1 and 55.2% and *E* in 15.3 and 48.8%, at levels 2.0 and 3.5 dS m<sup>-1</sup>, respectively. On the other hand, black mucuna was more sensitive to salinity without germination at levels 3.5 and 5.0 dS m<sup>-1</sup>, with reduction of 52.6% in *A*, 58.7% in *g<sub>s</sub>* and 48.3% in *E*, at the level of 2.0 dS m<sup>-1</sup>. Increasing salinity levels of irrigation water provides reduction in net photosynthetic rate, stomatal conductance and transpiration of crotalaria and mucuna black plants.

**KEYWORDS:** photosynthesis, legumes, salinity.

## INTRODUÇÃO

A salinidade é um dos principais estresses abióticos que contribui para a redução da produtividade agrícola. Este fator é mais expressivo nas regiões áridas e semiáridas, onde as principais causas dos processos de salinização são decorrentes da baixa precipitação, da alta evaporação e da irrigação malconduzida (Dantas et al., 2006; Islã & Aragues, 2010).

As plantas quando cultivadas sob condições de salinidade de solo ou da água de irrigação podem ter o crescimento, o desenvolvimento e a produção comprometidos devido a duas principais razões: a primeira se deve ao efeito osmótico, que resulta em distúrbios nas relações hídricas e em reduções na absorção de água pela planta; e a segunda, se dá em função do efeito específico dos íons, os quais causam distúrbios funcionais e injúrias principalmente nas folhas, afetando assim, o metabolismo das plantas (Amorim et al., 2010; Nobre et al., 2013). Entretanto, vale ressaltar, que os efeitos dependem, ainda, de outros fatores, tais como espécie, cultivar, estágio fenológico, tipos de sais, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural e da irrigação e condições edafoclimáticas (Munns, 2005).

Vários estudos apontam que o excesso de sais altera as funções fisiológicas e bioquímicas das plantas (Silva et al., 2010). Dentre os processos fisiológicos mais afetados pela salinidade destaca-se a fotossíntese, pois há restrição na assimilação de CO<sub>2</sub> e isso repercute negativamente no crescimento e na produtividade dos vegetais (Neves et al., 2009; Lacerda et al., 2011).

A crotalária (*Crotalaria juncea* L.) e a mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum* L.) vêm sendo utilizadas como adubação verde, mas podem ser empregadas, ainda, na alimentação animal como forrageira, em pastejo direto e na forma de silagem ou feno. Ambas leguminosas são favoráveis ao aumento do teor e disponibilidade de N nos solos devido à alta produção de massa seca e também pela fixação biológica (Cláudio; Nogueira, 2011; Diniz et al., 2017).

Apesar dessa importância, poucos são os estudos que correlacionam os estresses abióticos, como a salinidade, ao cultivo dessas leguminosas. Portanto, torna-se necessário investigar, a partir de suas respostas fisiológicas, se essas plantas apresentam mecanismos de tolerância à salinidade, de modo a viabilizar sua exploração em situações de salinidade do solo e da água. Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas de plantas de crotalária e mucuna-preta cultivadas sob diferentes níveis de salinidade da água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido na horta didática do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, campus do Pici, em Fortaleza – CE (3° 44' 22" S e 38° 34' 35" O, altitude de 21 m), no período de outubro a novembro de 2018. O clima da região é do tipo 'As', tropical com verão seco (Alvares et al., 2013), com média de temperatura anual de 26°C.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 x 4, sendo duas espécies de plantas (*Crotalaria juncea* L. e *Mucuna pruriens* L.) e quatro níveis de salinidade da água de irrigação (CEa: 0,5; 2,0; 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup>), com quatro repetições. O experimento teve a duração de 26 dias, contados a partir do início da aplicação dos tratamentos, os quais foram iniciados desde o período da semeadura.

As sementes foram semeadas em vasos plásticos com capacidade para 8 L, contendo solo arenoso (5% de argila; 6% de silte e 89% de areia, segundo análise de solo), retirados de uma área da própria universidade. Para analisar as condições do solo utilizado no experimento, antes da sua realização, foram coletadas amostras de solo (compostas e representativas), sendo estas enviadas para análise química no Laboratório de Análise de Solo da Universidade Federal de Viçosa/MG (UFV), apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Atributos químicos do solo, na camada de 0 a 0,20 m de profundidade, onde as plantas de crotalária e mucuna-preta foram cultivadas. Fortaleza, UFC, 2018.

Características químicas <sup>1</sup>									
Prof.	N	P	K	Ca	Mg	S	Al	H+Al	pH
m	%	mg dm <sup>-3</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	H <sub>2</sub> O	
0,00-0,20		20,4	61,0	1,13	0,20	-	0,00	0,66	5,4
Prof.	Na	Zn	B	Cu	Fe	Mn	M.O	CTC	V
m			mg dm <sup>-3</sup>				dag kg <sup>-1</sup>	cmolc dm <sup>-3</sup>	%
0,00-0,20	-	2,3	0,0	0,0	21,0	15,7	1,21	2,15	69,3

<sup>1</sup>Profundidade (Prof); Extrator de P e K, Mehlich<sup>1</sup>; Matéria Orgânica (M.O); Capacidade de troca de cátions (CTC); Porcentagem de saturação de bases (V).

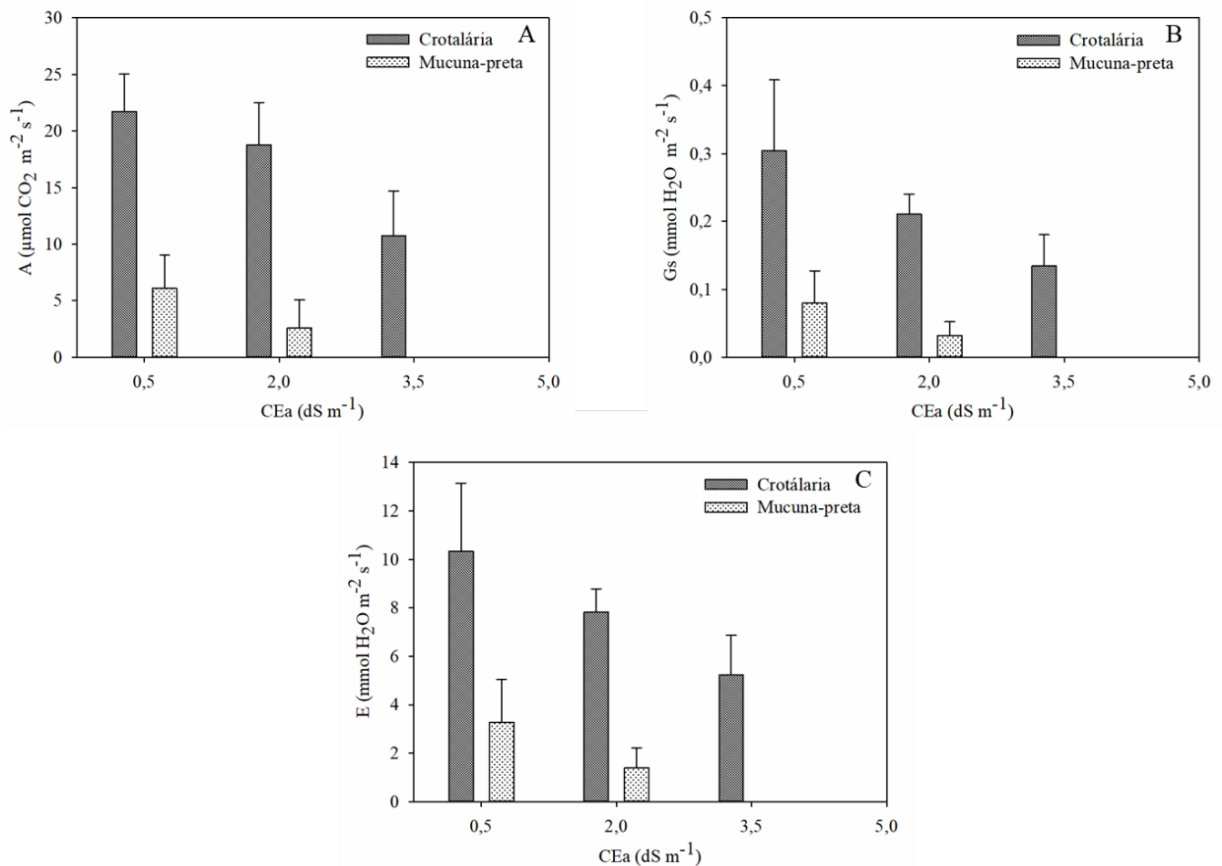
Para cada espécie foram semeadas três sementes por vaso em uma profundidade cerca de 3 cm, com desbaste realizado aos sete dias após a semeadura, deixando-se apenas duas plantas por vaso. A água de irrigação foi preparada pela adição de NaCl, CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O e MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O, nas proporções de 7:2:1, principalmente por estes constituírem os principais sais presentes nas águas da região Nordeste. As irrigações foram feitas manualmente, diariamente e no final da tarde, com base no consumo de água das plantas em relação à irrigação do dia anterior.

Aos 28 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas medições da taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g<sub>s</sub>) e taxa de transpiração (E), em folhas completamente desenvolvidas do terço médio das plantas, no horário entre 9:00 e 12:00 h, utilizando-se um analisador de gases a infravermelho IRGA (modelo portátil LI-6400xt, LI-COR Biosciences Inc., Lincon, Nebraska, USA), sob radiação saturante, concentração de CO<sub>2</sub> controlada (400 ppm) e sob condições ambientes de temperatura.

Os dados foram analisados por meio de estatística descritiva (média e desvio padrão) e os gráficos elaborados utilizando o software Sigma Plot 12.5.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 1, pode-se perceber que à medida em que se aumentou os níveis de salinidade da água de irrigação houve redução das variáveis de trocas gasosas em ambas as culturas. Para a crotalária, observa-se que o nível mais prejudicial foi o de 5,0 dS m<sup>-1</sup>, uma vez que não possibilitou nem mesmo a germinação das sementes. Por outro lado, a mucuna-preta mostrou-se mais sensível à salinidade não apresentando germinação nos níveis 3,5 e 5,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (B) e transpiração (C) em plantas de crotalária e mucuna-preta, submetidas a quatro níveis de salinidade da água de irrigação. Fortaleza, UFC, 2018.

Neste experimento, o estresse salino foi imposto desde a semeadura das sementes (simulando situações de campo) e essa condição promoveu efeitos deletérios já no processo de germinação, principalmente no que tange aos tratamentos com maiores níveis de sais. Essa redução na germinação pode ser explicada pelo fato de a semente encontrar dificuldades para absorver água, tendo em vista que o solo apresenta um potencial hídrico muito negativo (Santos et al., 2014). Nunes et al. (2009) e Cruz et al. (2018), trabalhando com crotalária e mucuna-preta, respectivamente, também verificaram decréscimos na germinação e no crescimento inicial de plântulas com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação.

Quando se analisa a taxa fotossintética de cada espécie dentro dos níveis de salinidade observa-se que, para a crotalária, houve um decréscimo de 15,3 e 48,8% em relação ao controle (0,5 dS m<sup>-1</sup>), quando as plantas foram irrigadas com água de 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente. No nível de 5,0 dS m<sup>-1</sup> o estresse provocou 100% de morte das plantas. Já para a mucuna-preta, a irrigação com água de 2,0 dS m<sup>-1</sup> provocou redução de 52,6% em relação ao controle e a partir do nível de 3,5 dS m<sup>-1</sup> houve morte de todas as plantas (Figura 1A). Essa redução na taxa fotossintética pode estar relacionada ao fechamento parcial dos

estômatos (associado ao efeito osmótico) e à toxidez iônica sobre o metabolismo da planta (WILSON et al., 2006). Decréscimos na fotossíntese também foram observados por Silva et al. (2013) trabalhando com feijão-de-corda.

No que se refere à condutância estomática pode-se observar que, quando as plantas de crotalária foram irrigadas com água de 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> houve um decréscimo de 24,1 e 55,2%, respectivamente, em relação ao controle (0,5 dS m<sup>-1</sup>). Para a mucuna-preta, a irrigação com água de 2,0 dS m<sup>-1</sup> provocou redução de 58,7 % em relação ao controle, havendo a morte de todas as plantas a partir do nível de 3,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1B). Também em condições de ambiente protegido, Silva et al. (2011) também constataram aumento de resistência estomática em plantas de feijão-de-corda sob estresse salino.

Já para a transpiração nota-se que, quando as plantas de crotalária foram irrigadas com água de 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> houve um decréscimo de 15,3 e 48,8%, respectivamente, em relação ao controle (0,5 dS m<sup>-1</sup>). Para a mucuna-preta, a irrigação com água de 2,0 dS m<sup>-1</sup> provocou redução de 48,3 % em relação ao controle, havendo a morte de todas as plantas a partir do nível de 3,5 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1C). Ao avaliarem as trocas gasosas na cultura do feijão-de-corda sob diferentes concentrações de sais na água de irrigação, Neves et al. (2009) concluíram que o estresse salino também afetou negativamente os valores de transpiração das plantas. Vale ressaltar que a salinidade causa redução na transpiração em várias espécies vegetais devido aos efeitos estomáticos (Silva et al., 2013).

Freire et al. (2014) e Kusvuran (2012) afirmam que a salinidade elevada da água de irrigação exerce efeito prejudicial no processo de abertura estomática das plantas, resultando no aumento da resistência à difusão de CO<sub>2</sub>, uma vez que os estômatos se fecham para não perder água para a atmosfera. Esse aumento da resistência estomática em resposta ao estresse salino promove consequente queda na taxa fotossintética e na transpiração, comprometendo assim o desenvolvimento e a produtividade das plantas (Taiz et al., 2017). Tal comportamento foi observado nas plantas irrigadas com água de 2,0 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

O aumento dos níveis de salinidade da água utilizada na irrigação proporcionou uma redução na taxa fotossintética líquida, condutância estomática e transpiração de plantas de crotalária e mucuna-preta, culminando até mesmo na não germinação das espécies no nível com maior concentração de sal.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, G.; LEONARDO, J.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AMORIM, A.V.; GOMES-FILHO, E.; BEZERRA, M.A.; PRISCO, J.T.; LACERDA, C. F. Respostas fisiológicas de plantas adultas de cajueiro anão precoce à salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n.1, p. 113-121, 2010.

CLÁUDIO, L.; NOGUEIRA, J. Comportamento de cultivares de milho consorciados com *Crotalaria juncea* : estudo preliminar. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 6, n. 3, p. 191–200, 2011.

CRUZ, A.P.; CALAZANS, G.M.; CORDEIRO, J.; QUINTÃO, P.L. Evaluation of the influence of salinity on germination, development and diversity of endophytic microorganisms of the leguminous *Mucuna aterrima*. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 2, p. 1-14, 2018.

DANTAS, J.A.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P.; SANTOS, M.V.F. Efeito da salinidade sobre o crescimento e composição mineral de seis clones de *Pennisetum*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 97-101, 2006.

DINIZ, E.R.; VARGAS, T.O.; PEREIRA, W.D.; SANTOS, R.H.; URQUIAGA, S.; MODOLO, A.J. Levels of *Crotalaria juncea* on growth, production, recovery and efficiency of the use of N in broccoli. **Horticultura Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 395-401, 2017.

FREIRE, J.L.O.; DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; Fernandes, P.D.; LIMA NETO, A.J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82, 2014.

ISLÃ, R.; ARAGUÉS, R. Yield and plant ion concentrations in maize (*Zea mays* L.) subject to diurnal and nocturnal saline sprinkler irrigations. **Field Crops Research**, v. 116, n. 1-2, p. 175-183, 2010.

KUSVURAN, S. Effects of drought and salt stresses on growth, stomatal conductance, leaf water and osmotic potentials of melon genotypes (*Cucumis melo* L.). **African Journal Agricultural Research**, v. 7, n. 5, p. 775-781, 2012.

LACERDA, C.F.; SOUSA, G.G.; SILVA, F.L.B.; GUIMARÃES, F.V.A.; SILVA, G.L.; CAVALCANTE, L.F. Soil salinization and maize and cowpea yield in the crop rotation system using saline waters. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 4, p. 663-675, 2011.

MUNNS, R. Genes and salt tolerance: bringing them together. **New Phytologist**, v. 167, n. 3, p. 645-663, 2005.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão de corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, suplemento, p. 873- 881, 2009.

NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; CORREIA, K.G.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O. Crescimento e floração do girassol sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 3, p. 358-365, 2010.

NUNES, A.S.; LOURENÇÃO, A.L.F.; PEZARICO, C.R.; SCALON, S.P.Q.; GONÇALVES, M.C. Fontes e níveis de salinidade na germinação de sementes de *Crotalaria juncea* L. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 753-757, 2009.

SANTOS, A.; CARNEIRO, T.; SANTOS, R.; COSTA, C.; CICERO, G.; NETO, S. Crescimento de leguminosas utilizadas na adubação verde em diferentes níveis de sais na água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 18, n. 12, p.1255-261, 2014.

SILVA, E.N.; RIBEIRO, R.V.; FERREIRA-SILVA, S.L.; VIÉGAS, R.A.; SILVEIRA, J.A.G. Comparative effects of salinity and water stress on photosynthesis, water relations and growth of *Jatropha curcas* plants. **Journal of Arid Environments**, v. 74, n. 10, p. 1130-1137, 2010.

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**, 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**, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E; MOLLER, I.M; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

WILSON, C., LIU, S., LESCH, S.M., SUAREZ, D.L. Growth response of major USA cowpea cultivars. **Plant and Science**, v. 170, n. 6, p. 1095-1101, 2006.