

Germinação e desenvolvimento inicial de sorgo submetido ao estresse salino

Germination and initial development of sorghum subjected to saline stress

LETÍCIA PEREIRA MARTINS

Discente do curso de Agronomia (UNIPAM)
E-mail: leticia96453@gmail.com

RODRIGO MENDES DE OLIVEIRA

Professor orientador (UNIPAM)
E-mail: rodrigomo@unipam.edu.br

Resumo: Entre os desafios para os produtores de sorgo está o estresse salino, fator que pode limitar o crescimento e desenvolvimento de plantas, dificultando os processos de divisão e alongamento celular. Diante disso, objetivou-se com este estudo avaliar a tolerância à salinidade do sorgo a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial de plântulas submetidas a quatro níveis de salinidade. O experimento foi conduzido no Laboratório e Núcleo de Pesquisa e Análise de Sementes, em agosto de 2019. Os tratamentos foram diferenciados pela testemunha (0 mmol) e quatro níveis de salinidade (40; 80; 160 e 240 mmol de NaCl), sendo distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, cada tratamento teve quatro repetições. Foram avaliados porcentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, comprimento da parte aérea e volume de raiz. Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância, e as médias foram ajustadas a modelos de regressão obtendo a equação matemática que melhor se ajustou aos dados obtidos no experimento. Em todas as concentrações utilizadas, a germinação ficou acima de 85%. Verificou-se que as concentrações acima de 80 mmol prejudicaram de forma significativa os demais parâmetros avaliados, sendo evidenciado principalmente no comprimento de parte aérea e no volume de raiz. Concluiu-se que os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes de sorgo. Quanto ao desenvolvimento de plântulas, aplicações superiores a 40 mmol são nocivas ao desenvolvimento da cultura.

Palavras-chave: Plântulas. Salinidade. *Sorghum bicolor*. Tolerância.

Abstract: Among the challenges for sorghum producers are saline stress, a factor that can limit the growth and development of plants, hindering the processes of cell division and elongation. Therefore, this study aimed to evaluate sorghum salinity tolerance based on the percentage of germination and initial growth of seedlings submitted to four levels of salinity. In August 2019, was conducted the experiments in the Laboratory and Seed Research and Analysis Center. The treatments were differentiated by the witness (0 mmol) and four salinity levels (40; 80; 160, and 240 mmol of NaCl). And each treatment had four repetitions distributed in an entirely randomized design. The experiment evaluated germination percentage, emergence speed index, shoot length, and root volume. The results were submitted to variance analysis at a 5% significance level, and the averages were fitted to regression models obtaining the mathematical that best matched the data obtained in the experiment. In all concentrations used, germination was above 85%. Verified that concentrations above 80 mmol significantly impaired the other

parameters evaluated, evidenced mainly in the aerial part length and the root volume. It was concluded that the salinity levels did not interfere in the germination process of sorghum seeds. As for the development of seedlings, applications higher than 40 mmol are harmful to the development of the crop.

Keywords: Seedlings. Salinity. *Sorghum bicolor*. Tolerance.

1 INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L.) é originário da África e constitui umas das matérias-primas mais promissoras para a produção de forragem, geração de etanol e substituição parcial do milho na produção de ração animal, por ser uma cultura de elevado valor de fibras e eficiência energética. Tal fato está relacionado principalmente à boa adaptação do sorgo em regiões de baixa disponibilidade de água, às suas sementes ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais, além da produção plantas com elevado volume de massa verde e que apresentam tolerância à seca e ao estresse salino (CARVALHO *et al.*, 2000).

A salinidade, ocasionada pelo acúmulo de sais em determinado local, é um dos fatores de estresse abiótico que mais afetam o crescimento e a produtividade das culturas (MUNNS; TESTER, 2008). O acúmulo de sais em um determinado local pode estar relacionado ao manejo inadequado do solo e da água, inviabilizando o cultivo nessas áreas (WILLADINO *et al.*, 1999).

A alta quantidade de sais proporciona prejuízo para a agricultura, manifestando-se primeiramente na germinação, afetando diversas etapas de desenvolvimento das plantas, como a absorção de água pela semente, dificultando assim os processos de divisão e alongamento celular e, em alguns casos, impedindo as reservas de se translocarem na planta (SOLTANI *et al.*, 2006). Essa salinidade presente nos solos ou nas águas pode ocasionar uma tensão osmótica, causada pela diferença de pressão osmótica dentro da célula, o que faz com que as raízes desempenhem de maneira insatisfatória a sua função de captar água do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

O sorgo apresenta média tolerância ao estresse salino, possuindo uma capacidade de adaptação a essa condição, permitindo assim a sua utilização em locais com alta taxa de sais, o que faz dele uma espécie rentável economicamente (AQUINO *et al.*, 2007) nessa condição química de solo. Para se adaptar a essa situação de estresse, a semente de sorgo tem passado por um processo de variabilidade genética, selecionando as plantas mais resistentes (IGARTUA *et al.*, 1995).

Os estudos da fisiologia de plantas são extremamente necessários ao considerar modificações causadas pelo estresse salino, a fim de identificar caminhos e ambientes que afetam a planta de sorgo. Com esses estudos é possível disponibilizar ferramentas que auxiliam os produtores a aumentar o potencial produtivo da cultura, visando à tolerância ao estresse salino, considerado um dos maiores problemas em áreas irrigadas e em solos dos cerrados (MUNNS; TESTER, 2008). Portanto, o objetivo deste estudo foi avaliar a tolerância à salinidade de sorgo forrageiro a partir da porcentagem de germinação e do crescimento inicial de plantas quando submetidos a quatro níveis de salinidade.

2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no período de 01a19 de agosto de 2019 no Laboratório de Análise de Sementes, situado no Centro Universitário de Patos de Minas (UNIPAM), no município de Patos de Minas (MG). Foram utilizadas sementes comerciais de sorgo forrageiro O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições cada.

Para a indução do estresse salino, foram utilizadas soluções de cloreto de sódio (NaCl) nas seguintes concentrações: 0,0 mmol; 40 mmol; 80 mmol; 160 mmol e 240 mmol NaCl. O NaCl foi dissolvido em 200 ml de água destilada, sendo aplicada na testemunha apenas água destilada. As respectivas concentrações de NaCl em gramas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Concentrações de NaCl avaliados em cada um dos tratamentos, Patos de Minas (MG), 2019

Tratamentos	Concentração de NaCl (mmol)	Concentração de NaCl (g.L ⁻¹)
T ₁	0,0	0,0
T ₂	40	4,20
T ₃	80	8,40
T ₄	160	11,20
T ₅	240	16,81

O teste de germinação foi realizado conforme as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, 2009), conduzido com cinco subamostras de 50 sementes, um total de 200 sementes para cada tratamento. As bancadas utilizadas para realização do teste foram esterilizadas com álcool a 70%, posteriormente as sementes foram semeadas entre três folhas de papel Germitest umedecidas com as soluções descritas anteriormente, sendo utilizada a quantidade de 2,5 vezes a massa de todos os papéis secos, aferida em balança de precisão. Após a disposição das sementes sobre as duas folhas, utilizou-se uma folha de papel Germitest também umedecida para recobrimento das sementes; em seguida, foram confeccionados rolos de papel Germitest sendo identificados. Os rolinhos de cada tratamento foram colocados juntos em sacos plásticos transparentes e amarrados; posteriormente foram acondicionados em germinador regulado para manter a temperatura a 25°C. Foi realizada uma primeira contagem no quarto dia e uma última no sétimo dia após a instalação do teste, determinando a porcentagem de plântulas normais, sendo consideradas aquelas que apresentassem parte aérea e raízes bem desenvolvidas.

Para avaliação do índice de velocidade de emergência (IVE), foi utilizada areia previamente esterilizada em autoclave por 60 minutos com temperatura de 120°C e pressão de 1,5 Kgf/cm². A areia foi distribuída de forma uniforme em bandejas de isopor (3,7 cm de altura por 14,8 cm de comprimento), posteriormente foram semeadas 50 sementes para cada repetição, totalizando 200 sementes por tratamento.

Foi utilizada nos tratamentos a mesma concentração de NaCl adotada no teste de germinação, e a aplicação foi realizada a partir da irrigação periódica do experimento

(a cada dois dias) com a solução salina em quantidade de 200 ml por repetição, utilizando um borrifador, sendo a testemunha irrigada a cada dois dias com água destilada.

Diariamente foram verificadas as plântulas emergidas para cada tratamento; os tratamentos foram acompanhados até a estabilização da contagem. Os dados foram anotados e através da equação 1 foi determinado o IVE (MAGUIRE, 1962).

Equação 1:

$$IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$$

Onde:

- IVE: Índice de Velocidade de Emergência
- E1, E2... En = Número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda e na última contagem.
- N1, N2... Nn = Número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.

Aos 15 dias depois da semeadura das sementes, houve a estabilização da contagem de plantas germinadas; nesse momento as plantas centrais de cada tratamento foram retiradas e submetidas às seguintes avaliações: altura de plantas, volume de raiz, massa seca de raiz e parte aérea.

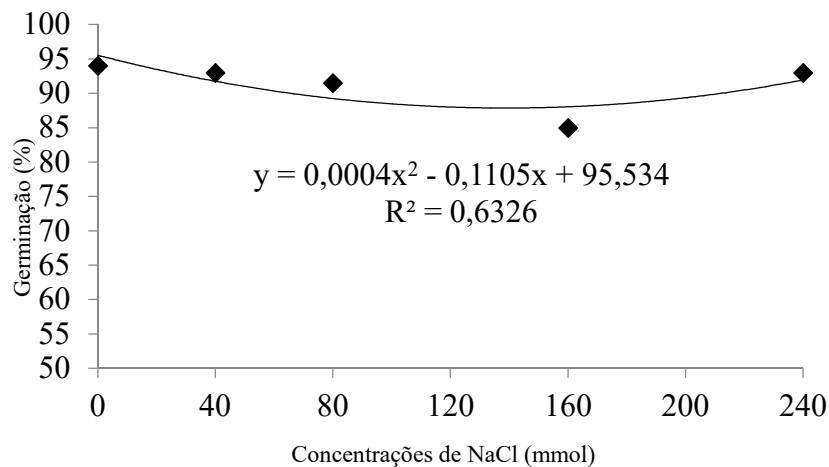
Para avaliação de altura de plantas, foi utilizada uma régua graduada; o volume de raiz foi determinado com o uso de uma proveta de 100 ml. Para a avaliação de matéria seca, a parte aérea foi separada da raiz com auxílio de uma tesoura; as repetições de cada lote foram acondicionadas em sacos de papel Kraft, identificados e levados à estufa, com temperatura de 65°C por um período de 48 horas; depois deste período, cada repetição teve a massa avaliada em balança de precisão de 0,001 g e os resultados médios foram expressos em gramas por planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) a 5% e ajustados ao modelo de regressão obtendo a equação matemática que melhor ajustou aos dados obtidos no experimento. Foi utilizado o software estatístico SISVAR versão 5.6 (FERREIRA, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de germinação em papel Germitest, houve ajuste de modelo de regressão polinomial com equação de segundo grau com parábola concavidade voltada para cima (Figura 1). O ponto de mínima da equação, ou seja, concentração salina que mais prejudicou a germinação das sementes de sorgo, foi de 138,13 mmol. Entretanto, mesmo havendo redução na porcentagem de germinação, os valores mais baixos (85%) ainda representaram médias consideradas boas.

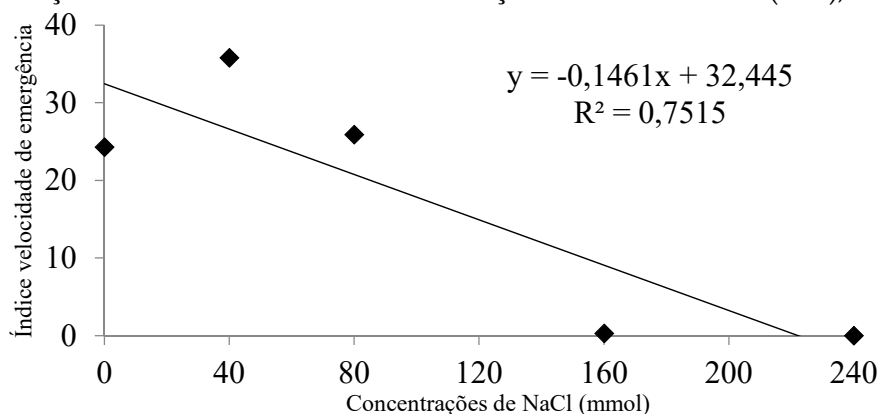
Figura 1: Germinação (%) de sementes de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas (MG), 2019



Comportamentos semelhantes foram encontrados em outras espécies, como em sementes de mulungu (*Erythrina verna*) até uma concentração de 75 g.L⁻¹ de cloreto de potássio (SOUSA FILHO *et al.*, 2017) e em sementes de milho em concentrações de até 584,5 g.L⁻¹ de cloreto de sódio (SILVA *et al.*, 2016).

Para a análise de índice de velocidade de emergência (IVE), houve ajuste de modelo de regressão linear com correlação negativa, ou seja, conforme aumenta a concentração salina das doses, menor é o IVE das sementes (Figura 2). Nas doses mais altas (160 e 240 g.L⁻¹), o IVE foi de 0,7 e 0,3, respectivamente.

Figura 2: Índice de velocidade de emergência de sementes de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações. Patos de Minas (MG), 2019.

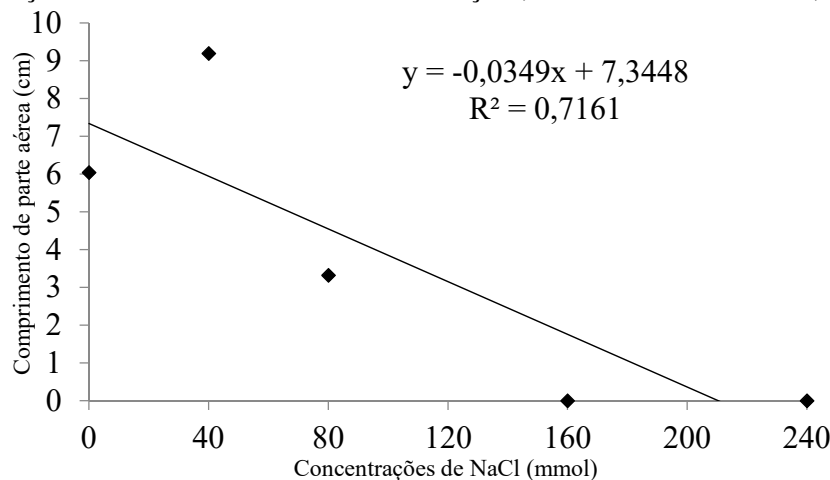


Embora a salinidade não tenha afetado a germinação das sementes em papel Germitest, ocorreu a sua influência sobre o IVE. A alta concentração de sais na água, possivelmente, fez com que o equilíbrio fosse alcançado mais rápido dificultando a absorção de água e reduzindo o IVE, já que, segundo Marcos Filho (2015), a absorção de água pelas sementes ocorre através de um gradiente osmótico, com movimentação da região de maior para a de menor potencial até que seja alcançado o equilíbrio

Os autores Silva *et al.* (2019) verificaram o mesmo comportamento, redução do IVE, conforme aumento da concentração salina à base de cloreto de cálcio em sementes de mulungu. Sá (2016), ao irrigar sementes de feijão-caupi com soluções salinas de cloreto de sódio, também verificou que reduzia o índice de velocidade de emergência conforme se aumentava a concentração do sal.

Os dados médios de comprimento de parte aérea (CPA) ajustaram-se ao modelo de regressão linear com correlação negativa (Figura 3). Nas doses mais concentradas, 160 e 240 g.L⁻¹, as plantas não emergiram ou morreram.

Figura 3: Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas – MG, 2019

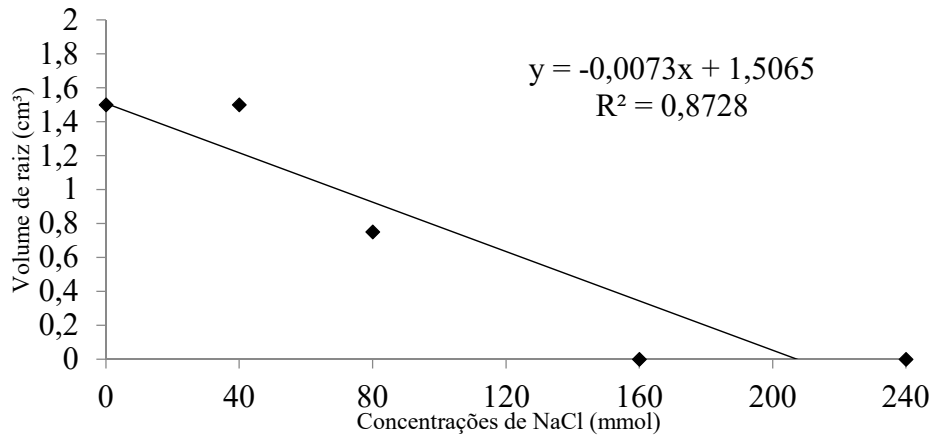


O processo de germinação é menos sensível ao estresse por salinidade, no entanto os estádios posteriores são mais vulneráveis a efeitos de natureza física, pela salinidade reduzir o potencial osmótico da solução do solo diminuindo a absorção de água pelas radículas, além de efeitos tóxicos passíveis de ocorrer pela atuação direta de íons específicos ou desordem nutricional. Taiz *et al.* (2017) relatam que o primeiro efeito mensurável das plantas a estresse salino é a diminuição no crescimento da radícula, devido à redução da expansão celular pela falta de turgência das células em função da diminuição da síntese de proteínas.

Coelho *et al.* (2014) avaliaram o crescimento inicial de sorgo submetido à irrigação com doses de solução salina à base de cloreto de sódio, cloreto de cálcio e sulfato de magnésio na proporção de 7:2:1, e os autores notaram que, até a condutividade de 4,26 dS.m⁻¹, as plantas aumentaram o comprimento de parte aérea. No entanto, concentrações acima desse nível reduziram significativamente o comprimento de parte aérea (CPA) demonstrando o efeito negativo dos sais no crescimento das plantas.

Para o parâmetro volume de raiz, ocorreu ajuste de modelo de regressão com correlação negativa (Figura 4). Como na análise anterior, nas doses de 160 e 240 g.L⁻¹, as plântulas não emergiram ou morreram, resultando em valores iguais a zero.

Figura 4: Volume de raiz (cm³) de plântulas de sorgo irrigadas com solução salina em diferentes concentrações, Patos de Minas – MG, 2019



Segundo Taiz *et al.* (2017), plantas submetidas a estresse salino tendem a redirecionar suas reservas para as raízes como estratégia para manter o crescimento radicular e buscar absorver água em camadas mais profundas do solo. Porém, no presente estudo, não foi observado este comportamento, já que as plântulas reduziram o volume das raízes. Possivelmente a estratégia de redirecionar energia para as raízes não é uma regra para todas as espécies ou é mais observada em plantas com estádios de desenvolvimento mais avançados, diferentemente do presente estudo, necessitando de mais pesquisas para compreensão do padrão de crescimento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Avrella *et al.* (2019), em que plântulas de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) foram irrigadas com doses de solução salina à base de cloreto de sódio em que, ao aumentar a dose, reduzia-se o volume das raízes. Silva *et al.* (2016), ao avaliarem crescimento inicial de milho submetido a doses de solução à base de cloreto de sódio, também verificaram redução do volume radicular conforme se aumentavam as doses, sendo o resultado para todas as doses testadas menores que o controle.

4 CONCLUSÕES

Os níveis de salinidade não interferiram no processo de germinação das sementes de sorgo. Quanto ao desenvolvimento de plântulas, aplicações superiores a 40 mmol são nocivas ao desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

AQUINO, A. J. S. *et al.* Crescimento, partição de matéria seca e retenção de Na⁺, K⁺ e Cl⁻ em dois genótipos de sorgo irrigados com águas salinas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 961-971, 2007.

AVRELLA, E. D. *et al.* Efeito da salinidade no desenvolvimento inicial de mudas de *Mimosa scabrella* Beth. **Iheringia**, v. 74, n.1, p. 1-10, 2019. .

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Departamento Nacional de Defesa Vegetal, n.1, 2009.

CARVALHO, L. F. *et al.* Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 22, n. 1, p. 185-192, 2000.

COELHO, D. S. *et al.* Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 25-30, 2014.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In: Proceedings of the 45th Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria*, São Carlos (SP), v. 35, n. 6, p. 255-258, 2000.

IGARTUA, E. *et al.* Field responses of grain sorghum to a salinity gradient. **Field Crops Research**, v.42, n.1, p.15-25, 1995.

LAVESO, A. *et al.* Estresse osmótico na germinação de sementes de *Petiveria alliacea* L. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n.4, p. 622-630, 2015.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 58, n. 3, p. 525-531, 2015.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. 1, p. 651-681, 2008.

OLIVEIRA, A. B. *et al.* Accumulation of organic and inorganic solutes in NaClstressed sorghum seedlings from aged and primed seeds. **Scientia Agricola**, v.68, n.1, p.632-637, 2011.

SÁ, F.V.S. **Morfofisiologia de plantas de feijão-caupi sob estresse salino e adubação fosfatada**, 2016, 95f. Dissertação (Mestrado) – Manejo de solo e água, UFRSA, Mossoró, 2016.

SILVA, E. C. A. *et al.* Salinidade na emergência e no crescimento inicial de mulungu. **Ciência Agrícola**, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019.

SILVA, R. C. *et al.* Vigor de sementes de milho: influência no desenvolvimento de plântulas em condições de estresse salino. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 47, n. 3, p. 491-499, 2016.

SOLTANI, N.; AMIRA, A. Seed reserve utilization and seedling growth of wheat as affected by drought and salinity. *Environmental and Experimental Botany*, Elmsford, v. 55, n. 1, p. 195-200, 2006.

SOUSA FILHO, P.H. *et al.* Efeito do estresse salino na germinação de sementes de *Erythrina mulungu* Mart. ex Benth. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA INOVAÇÃO E TECNOLÓGICA, 1, 2017, Uberaba. **Anais do seminário de Pesquisa e inovação tecnológica**, Uberaba: SEPIT, v. 2, n. 1, p. 172 - 180, 2017.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, n. 1, 888p, 2017.

WILLADINO, L. *et al.* Resposta de genótipos de milho ao estresse salino em condições hidropônicas. **Sciencia Agricola**, v. 56, n. 4, p. 1209-1213, 1999.