

CRESCIMENTO E FLUORESCÊNCIA DE ALFAZEMA SUBMETIDA AO OSMOCONDICIONAMENTO DAS SEMENTES E À SALINIDADE

Francisco Romário Andrade Figueiredo¹

Jackson Silva Nóbrega²

Reynaldo Teodoro de Fátima³

Toshik Iarley da Silva⁴

Rodrigo Garcia Silva Nascimento⁵

Riselane de Lucena Alcântara Bruno⁶

RESUMO: A alfazema é uma espécie medicinal amplamente utilizada na medicina popular, especialmente na região Nordeste do Brasil. Contudo, seu crescimento pode ser limitado pelo excesso de sais na água utilizada na irrigação, sendo necessária a busca por alternativas que minimizem os efeitos. Assim, objetivou-se avaliar o condicionamento osmótico das sementes nas características de crescimento e fluorescência da clorofila 'a' em plantas de *M. suaveolens* sob estresse salino. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto 5x5 com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,45; 5,00; 8,55; e 10,0 dS m⁻¹) e cinco potenciais osmóticos (0,0; -0,15; -0,50; -0,85; e -1,0 MPa), com quatro repetições constituídas de duas plantas, totalizando nove combinações geradas através da matriz Composto Central de Box. Foram avaliadas as características de crescimento e os parâmetros de fluorescência da clorofila 'a' aos 45 dias após o início da aplicação das águas salinas. Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e de homogeneidade das variâncias (Bartlett). Após os dados terem atendido aos pressupostos, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, nos casos de significância foi realizada análise de regressão polinomial. As características de crescimento foram afetadas severamente

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal do Semi-Árido, Mossoró (RN), Brasil.

² Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia (PB), Brasil. E-mail: jacksonnobrega@hotmail.com

³ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, (PB), Brasil.

⁴ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), Brasil.

⁵ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia (PB), Brasil.

⁶ Doutora e Professora do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia (PB), Brasil.

pelo aumento da salinidade da água de irrigação. Salinidade acima de 3,9 dS m⁻¹ reduz todos os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* em plantas de alfazema brava. O osmocodicionamento das sementes com polietilenoglicol atenua os efeitos negativos da salinidade sobre a emissão de folhas. O condicionamento das sementes com PEG estimula a atividade dos índices de fluorescência da clorofila 'a'.

PALAVRAS-CHAVE: *Mesosphaerum suaveolens*; Morfofisiologia; Potencial osmótico.

GROWTH AND FLUORESCENCE OF LAVENDER SUBJECTED TO OSMOSIS-CONDITIONING OF SEEDS AND SALINITY

ABSTRACT: Lavender is a medicinal herb widely used in folk medicine, especially in the northeastern region of Brazil. Its growth may be limited by excess of salt in irrigation water. Alternatives may lessen the effects. Osmotic conditioning of the seeds is evaluated with regard to growth and fluorescence of chlorophyll *a* in *M. suaveolens* plants under saline stress. Statistical design consisted of randomized blocks within an incomplete 5x5 factorial scheme, with five levels of electric conductivity of irrigation water (0.5; 1.45; 5.00; 8.55; 10.0 dS m⁻¹) and five osmotic capacities (0.0; -0.15; -0.50; -0.85; -1.0 MPa), with four replications made up of two plants, totaling nine combinations generated by matrix of Central Composite Box. Growth characteristics and fluorescence parameters of chlorophyll *a* were evaluated on the 45th day after the start of saline water application. Data underwent normality tests (Shapiro-Wilk) and variance homogeneity (Bartlett) tests. Data were then submitted to variance analysis by test F; in cases of significant, polynomial regression analysis was undertaken. Growth characteristics were severely affected by increase in salinity of the irrigation water. Salinity above 3.9 dS m⁻¹ decreases all fluorescence parameters of chlorophyll *a* in wild lavender plants. Osmo-conditioning of seeds with polyethylenoglicol reduces the negative effects of salinity in leaf emission. Seed conditioning with PEG stimulates the activity of chlorophyll *a* fluorescence index.

KEY WORDS: *Mesosphaerum suaveolens*; Morphophysiology; Osmotic potential.

INTRODUÇÃO

A alfazema brava (*Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze) é uma espécie pertencente à família Lamiaceae, encontrada em todos os Estados do Nordeste brasileiro, possui porte subarbustivo, apresentando folhas com potencial aromático

(SABÓIA *et al.*, 2018). Suas folhas apresentam grande quantidade de compostos secundários (alcaloides, flavonoides, taninos, saponinas e terpenos), os quais são utilizados tanto na indústria farmacêutica e de cosméticos, como também na medicina popular para o tratamento de doenças de pele, bronquite, ação antifúngica e bactericida (ALVES *et al.*, 2017).

No entanto, seu crescimento e desenvolvimento podem ser limitados por fatores abióticos, entre esses, a salinidade, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, a qual caracteriza-se por altas temperaturas, baixa umidade e pouca precipitação anual. Em regiões como o semiárido brasileiro, o acúmulo de sais, especialmente Na^+ e Cl^- , tem afetado o funcionamento das raízes devido à redução do potencial osmótico do solo, o que reduz a absorção de íons como K^+ e Ca^+ , provocando desbalanço nutricional (ARAÚJO *et al.*, 2016).

Nesse sentido, a busca por métodos que possam atenuar os efeitos deletérios da salinidade é de grande importância. A técnica de condicionamento osmótico por meio da utilização de soluções com diferentes potenciais osmóticos tem sido bastante difundida, a qual regula a velocidade de embebição das sementes, o que acaba permitindo a ativação dos processos metabólicos das fases iniciais da germinação (MASETTO *et al.*, 2014). Desta forma, quando as sementes passam por esse processo e são semeadas, apresentam redução no tempo de germinação e aumento na velocidade de emergência (BRUGGINK; OOMS; VAN DER TOORN, 1999).

Dentre as substâncias usadas para o condicionamento das sementes tem sido destacado o uso de Polietilenoglicol (PEG 6000) como indutor no osmocondicionamento de sementes. Ele atua reduzindo e controlando a velocidade de absorção de água, ativando processos bioquímicos que podem aumentar a qualidade e o vigor das sementes, podendo melhorar a porcentagem, velocidade e uniformidade de germinação (MARCOS FILHO, 2015; SPADETO *et al.*, 2018). Tais alterações bioquímicas possibilitam maior produção de solutos que atuam na osmorregulação, como prolina, aminoácidos livres e açúcares livres totais (ALMEIDA *et al.*, 2019). Assim, pode melhorar o estabelecimento inicial do estande de plantas e promover uma possível resistência a condições de estresse, como o salino.

Diante disso, os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* surgem como uma maneira de analisar quantitativamente e qualitativamente a capacidade fotossintética das plantas, especialmente quando submetidas a estresses (TATAGIBA *et al.*, 2014). De acordo com Silva *et al.* (2015), vários fatores podem ocasionar mudanças no aparato fotossintético das plantas e seus efeitos podem ser analisados por meio da fluorescência da clorofila *a*.

Assim, o estresse salino tende a afetar o crescimento e o aparato fotossintético pelos índices de fluorescências, podendo o condicionamento das sementes com PEG 6000 atuar reduzindo os danos promovidos pelo excesso de sais. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do estresse salino e o condicionamento osmótico das sementes nas características de crescimento e fluorescência da clorofila *a* em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação pertencente ao Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia, Paraíba, Brasil.

O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto 5x5, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,45; 5,00; 8,55; e 10,0 dS m⁻¹) e cinco potenciais osmóticos (0,0; -0,15; -0,50; -0,85; e -1,0 MPa), com quatro repetições constituídas de duas plantas, totalizando nove combinações geradas através da matriz Composto Central de Box (MATHEUS; BARBIN; CONAGIN, 2001).

O condicionamento das sementes foi realizado utilizando soluções de Polietilenoglicol 6000 nos potenciais requeridos. Para isso, diluiu-se as proporções em 200 mL de água destilada em recipientes mantidos cobertos com papel alumínio e sob temperatura de 25 °C durante um período de 8 horas, sendo as quantidades de Polietilenoglicol (PEG 6000) estabelecidas conforme Vilela, Doni-Filho e Sequeira (1991). Posteriormente, procedeu-se a lavagem das sementes com água destilada para a retirada do excesso do produto e para posterior realização da semeadura.

As condutividades elétricas da água foram obtidas adicionando-se o cloreto

de sódio (NaCl) à água do sistema de abastecimento da UFPB ($CEa = 0,5 \text{ dS m}^{-1}$) nas proporções requeridas, com os valores aferidos com condutivímetro portátil modelo microprocessado Instrutherm® (modelo CD-860). A irrigação foi realizada diariamente, com início da aplicação das águas salinas aos 10 dias após a semeadura, sendo o volume aplicado estabelecido pelo método de lisimetria de drenagem, a partir da diferença entre a quantidade aplicada e drenada.

As sementes utilizadas foram obtidas de plantas nativas situadas no assentamento Novo Horizonte, município de Várzea (PB). As plantas foram produzidas em sacos de polietileno com capacidade de $1,2 \text{ dm}^3$, sendo realizada a semeadura de 10 sementes por recipiente. Após o estabelecimento da emergência, em torno de 10 dias após a semeadura, procedeu-se o desbaste do excesso de plantas, permanecendo apenas uma planta por recipiente.

Os sacos foram preenchidos com substrato formulado a partir da mistura de solo de classe Latossolo (EMBRAPA, 2018), areia lavada e esterco bovino curtido na proporção de 3:1:1, o qual apresentou a constituição química apresentada na Tabela 1.

As avaliações foram realizadas aos 45 dias após o início da aplicação das águas salinas, sendo procedida a avaliação das seguintes variáveis:

- Número de folhas: a partir da contagem do número total das folhas completamente formadas;
- Altura de plantas: estabelecido medindo-se com régua milimetrada a partir do colo até o ápice caulinar;
- Diâmetro do caule: obtido com paquímetro digital modelo 150 mm da marca Messen®, com os resultados expressos em mm;
- Comprimento de raiz principal: determinado medindo do colo ao ápice radícula com régua milimetrada, sendo os resultados expressos em cm;
- Taxa de crescimento absoluto e relativo da altura e diâmetro do caule, estabelecida seguindo a metodologia descrita por Benincasa (2003), conforme as equações 1 e 2:

$$TCAap = \frac{(Ap2 - Ap1)}{(t2 - t1)} TCAD = \frac{(D2 - D1)}{(t2 - t1)} \quad (1)$$

Em que: TCAp = taxa de crescimento absoluto para a altura de plantas; TCAD = taxa de crescimento absoluto para o diâmetro do caule; Ap1 e D1 = valor da avaliação 15 dias após a aplicação das águas salinas; Ap2 e D2 = valor da altura da avaliação 45 dias após a aplicação das águas salinas; t1 = número de dias da 1ª avaliação (15 dias); t2 = número de dias da 2ª avaliação (45 dias).

$$\text{TCRap} = \frac{(\ln \text{Ap2} - \ln \text{Ap1})}{(t2 - t1)} \quad \text{TCRD} = \frac{(\ln \text{D2} - \ln \text{D1})}{(t2 - t1)} \quad (2)$$

Em que: TCRap = taxa de crescimento relativo para a altura de plantas; TCRD = taxa de crescimento relativo para o diâmetro do caule; lnAp1 e lnD1 = logaritmo natural do valor da avaliação 15 dias após a aplicação das águas salinas; lnAp2 e lnD2 = logaritmo natural do valor da avaliação 45 dias após a aplicação das águas salinas; t1 = número de dias da 1ª avaliação (15 dias); t2 = número de dias da 2ª avaliação (45 dias).

As avaliações das variáveis de fluorescência da clorofila *a* foram realizadas com o auxílio de um fluorômetro modulado (Sciences Inc.- Model OS-30p, Hudson, USA). Inicialmente, colocou-se pinças foliares para a adaptação das folhas ao escuro por 30 minutos, sendo estabelecidas a fluorescência inicial (F_0), fluorescência máxima (F_m), fluorescência variável ($F_v = F_m - F_0$), a razão F_v/F_0 e o rendimento quântico do fotossistema II (F_v/F_m).

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e de homogeneidade das variâncias (Bartlett). Após os dados terem atendido aos pressupostos, os mesmos foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$), e nos casos em que houve efeito significativo, submeteu-se os dados à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SAS University (CODY, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que houve interação significativa entre os fatores estudados (condutividade elétrica e potencial osmótico) para o número de folhas, sendo obtida a maior eficiência (61 folhas) na CEai de 0,53dS m⁻¹ e no potencial osmótico

de -0,99 MPa (Figura 1). O fato das sementes terem sido colocadas para embeber em uma solução com baixo potencial osmótico pode ter induzido a planta exercer uma certa tolerância ao estresse salino. Um baixo potencial osmótico permite uma embebição lenta, regulando de certa forma a hidratação das sementes, permitindo a ativação dos processos metabólicos das fases iniciais de desenvolvimento (MASETTO *et al.*, 2014; ALMEIDA *et al.*, 2019).

Observa-se que houve efeitos isolados da condutividade elétrica da água de irrigação para a altura de plantas, diâmetro do caule, comprimento de raiz, taxa de crescimento absoluto para a altura e taxa de crescimento absoluto para o diâmetro do caule, ajustando-se a um efeito linear decrescente com o aumento da CEai (Figura 2).

Para a altura de plantas, diâmetro do caule e comprimento de raiz, as maiores reduções foram observadas na CEai de 10,00 dS m⁻¹, com decréscimos de 45%, 19% e 32,4%, respectivamente, quando comparadas com o tratamento controle (Figura 1A, 1B e 1C). A absorção excessiva de íons específicos, como o Na⁺ e o Cl⁻, além de proporcionar desbalanço nutricional, reduz o potencial osmótico do solo. Este influencia diretamente no balanço hídrico da planta, afetando seu crescimento e desenvolvimento. Resultados similares ao presente estudo foram constatados por Carvalho *et al.* (2016) em plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.), onde observaram que a altura das plantas e o comprimento da raiz foram afetados negativamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação.

Os valores para as taxas de crescimento absoluto da altura e diâmetro do caule apresentaram comportamento semelhante às variáveis supracitadas, com as maiores reduções (55,3% e 50%) na CEai de 10,0dS m⁻¹ quando comparadas com o tratamento controle (Figura 2D e 2E). A taxa de crescimento absoluto é comumente utilizada como um parâmetro em que se pode ter a ideia da velocidade média de crescimento ao longo do período de avaliação (BENICASA, 2003). No entanto, a salinidade diminui a pressão de turgescência nas células, devido a redução do conteúdo de água nos tecidos, fazendo com que ocorra um declínio na expansão da parede celular e, conseqüentemente, menor crescimento das plantas (SILVA *et al.*, 2017; BEZERRA *et al.*, 2019).

Com relação as variáveis de fluorescência da clorofila *a*, nota-se que a fluorescência inicial (F_0), variável (F_v) e a máxima (F_m) ajustaram-se sob um efeito quadrático, sendo observadas as maiores eficiências nas CEai de 3,87, 3,25 e 3,35 dS m⁻¹, respectivamente, reduzindo a partir destas condutividades (Figura 3A, 3B e 3C). Reduções nesses parâmetros são um indicativo de que a atividade da clorofila *a* foi reduzida, culminando em uma menor geração de energia, afetando o bom funcionamento da Rubisco e, conseqüentemente, no processo de carboxilação do CO₂ (SÁ *et al.*, 2019). Em plantas de acerola (*Malpighia emarginata* L.) sob estresse salino Dias *et al.* (2018) também constataram reduções para essas variáveis.

A relação F_v/F_m reflete na eficiência quântica do PSII, na pesquisa em questão, nota-se redução linear para essa variável a medida que se elevou a CEai, apresentando valores na ordem de 0,79 e 0,64 elétrons quantum⁻¹, evidenciando uma redução de 18,9% entre as CEai de 10,0 e 0,0dS m⁻¹, respectivamente (Figura 3D). Tais resultados indicam que o aparato fotossintético da alfazema foi comprometido pela salinidade da água de irrigação. Segundo Silva *et al.* (2015), valores de F_v/F_m entre 0,75 e 0,85 elétrons quantum⁻¹ sugerem que o aparato fotossintético está intacto, valores superiores aos obtidos no presente estudo quando as plantas foram submetidas a níveis salinos elevados.

Já a relação F_v/F_0 melhor ajustou-se a um efeito quadrático, com os valores reduzindo a partir da CEai de 2,93 dS m⁻¹ (Figura 3E). Esse resultado indica que salinidade acima da supracitada proporciona reduções no rendimento quântico efetivo de conversão da energia fotoquímica em plantas de alfazema, visto que houve aumento da dispersão de energia como fluorescência ao invés de seguir a rota fotoquímica. Assim, a elevada concentração de sais promove modificações na composição e na funcionabilidade das membranas dos cloroplastos, comprometendo a integridade do aparato fotossintético das plantas (LIMA *et al.*, 2019).

Ao se observar os efeitos do polietilenoglicol, nota-se que a fluorescência variável, máxima, rendimento quântico do PSII e a relação F_v/F_0 apresentaram comportamento semelhante, ajustando-se a um efeito quadrático, com as maiores reduções obtidas nos potenciais osmóticos de -0,53; -0,52; -0,54; e -0,56 MPa, expondo valores na ordem de 421,8; 565,8; 0,71; 2,90 elétrons quantum⁻¹, respectivamente (Figura 4). Esses resultados sugerem que as plantas de alfazema tiveram seu sistema fotossintético danificado pelo estresse hídrico induzido pelo polietilenoglicol.

De acordo com Hazratia *et al.* (2016), reduções nesses parâmetros de

fluorescência podem estar relacionados com a fotoinibição, visto que reduções na relação F_v/F_m ocorrem quando a estrutura e função do PSII é prejudicada pelo estresse. Já o aumento nessa variável reflete uma maior eficiência do uso da luz pelas plantas (LI *et al.*, 2015).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As características de crescimento foram afetadas severamente pelo aumento da salinidade da água de irrigação. Salinidade acima de $3,9 \text{ dS m}^{-1}$ reduz todos os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* em plantas de alfazema.

O osmocodicionamento das sementes na solução com potencial osmótico de $-0,99 \text{ MPa}$ atenuou o efeito dos sais sobre a emissão de folhas. O condicionamento das sementes com PEG estimula a atividade dos índices de fluorescência da clorofila *a*.

5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro na condução do experimento.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. P. N.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S. Germination and biochemical changes in West Indian gherkin seeds under water stress at different temperatures. *Ciência Agrônoma*, Fortaleza, v. 50, n. 3, p. 411-419, 2019.

ALVES, J. J. L.; RESENDE, O.; OLIVEIRA, D. E. C.; BRANQUINHO, N. A. A. Cinética de secagem das folhas de *Hyptissuaveolens*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 168-176, 2017.

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA,

M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente e Água**, Taubaté, v. 11, n. 2, p. 463-471, 2016.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas**: noções básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BEZERRA, I. L.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; LIMA, G. S.; LACERDA, C. F.; LIMA, B. G. F.; BONIFÁCIO, B. F. Water salinity and nitrogen fertilization in the Production and quality of guava fruits. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 3, p. 837-848, 2019.

BRUGGINK, G. T.; OOMS, J. J. J.; VAN DER TOORN, P. Induction of longevity in primed seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v. 9, n. 1, p. 49-53, 1999.

CARVALHO, J. S. B.; ANDRADE, D. S.; SILVA, V. M.; SILVA, J. F.; SOUZA, F. S. Efeito do estresse salino na germinação de sementes de *Ocimum basilicum* L. **International Refereed Journal of Scientific Research in Engineering**, v. 1, n. 1, p. 3-6, 2016.

CODY, R. **An Introduction to SAS University Edition**. SAS Institute, 2015.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S.; SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of west indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 9, p. 628-633, 2018.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 2018. 353p.

HAZRATIA, S.; TAHMASEBI-SARVESTANIA, Z.; MODARRES-SANAVYA, S. A. M.; MOKHTASSI-BIDGOLIA, A.; NICOLA, S. Effects of water stress and light intensity on chlorophyll fluorescence parameters and pigments of *Aloe vera* L. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 106, p. 141-148, 2016.

LI, S.; YANG, W.; YANG, T.; CHEN, Y.; NI, W. Effects of cadmium stress on leaf chlorophyll fluorescence and photosynthesis of *Elsholtzia argyi* da cadmium accumulating plant. **International Journal of Phytoremediation**, Philadelphia, v. 17, n. 1, p. 85-92, 2015.

LIMA, G. S.; DIAS, A. S.; SOARES, L. A. A.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SILVA, A. A. R. Eficiência fotoquímica, partição de fotoassimilados e produção do algodoeiro sob estresse salino e adubação nitrogenada. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 214-225, 2019.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660p.

MASETTO, T. E.; SCALON, S. P. Q.; REZENDE, R. K. S.; OBA, G. C.; GAMBATTI, M.; PATRÍCIO, V. S. Germinação de sementes de *Dimorphandramollis* Benth: efeito de salinidade e condicionamento osmótico. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 12, n. 3, p. 127-131, 2014.

MATEUS, N. B.; BARBIN, D.; CONAGIN, A. Viabilidade de uso do delineamento composto central. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 6, p. 1537-1546, 2001.

SABÓIA, C. M.; BARBOSA, T. S.; PARENTE, K. M. S.; PARENTE FILHO, E. G. Efeito alelopático de extratos de folhas frescas de Bamburral (*Hyptis suaveolens* L.) sobre a germinação e o desenvolvimento de plântulas de pepino (*Cucumis sativus* L.). **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 18-26, 2018.

SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; DIAS, A. S. Ecophysiology of westindian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 1, p. 211-221, 2019.

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

SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; SOUZA, L. P.; ARAÚJO, R. H. C. R.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. S. Morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira irrigado com águas salinizadas sob doses de nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 8, n. 1, p. 32-42, 2017.

SPADETO, C.; MENGARDA, L. H. G.; PAULUCIO, M. C.; LOPES, J. C.; MATHEUS, M. T. Embebição, osmocondicionamento e viabilidade de sementes de *Apuleia*

leiocarpa (VOGEL.) J. F. MACBR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 80-89, 2018.

TATAGIBA, S. D.; MORAES, G. A. B. K.; NASCIMENTO, K. J. T.; PELOSO, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 138-149, 2014.

VILLELA, F. A.; DONI-FILHO, L.; SEQUEIRA, E. L. (1991). Tabela de potenciais osmóticos em função da concentração de polietilenoglicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968, 1991.

Recebido em: 05/09/2019

Aceito em: 06/12/2019