

**Germinação e crescimento inicial de plântulas de manjeriço submetidas ao estresse salino****Germination and initial growth of basil seedlings subject to saline stress**

DOI:10.34117/bjdv6n9-594

Recebimento dos originais: 21/08/2020

Aceitação para publicação: 25/09/2020

**Claudia Borsari Trevizan**

Mestre em Biotecnologia Aplicada à Agricultura pela Universidade Paranaense  
Universidade Paranaense–UNIPAR, Praça Mascarenhas de Moraes, 4282;  
87502- 210; Umuarama, PR, Brasil  
E-mail: cborsaritrevizan@gmail.com

**Cristine Bonacina**

Doutoranda em Biotecnologia Aplicada à Agricultura pela Universidade Paranaense  
Universidade Paranaense–UNIPAR, Praça Mascarenhas de Moraes, 4282;  
87502- 210; Umuarama, PR, Brasil  
E-mail: cristinebonacina@hotmail.com

**Ana Claudia Das Graças Alves**

Mestre em Biotecnologia Aplicada à Agricultura pela Universidade Paranaense  
Universidade Paranaense–UNIPAR, Praça Mascarenhas de Moraes, 4282;  
87502- 210; Umuarama, PR, Brasil  
E-mail: alves\_anaclaudia@outlook.com

**Hélida Mara Magalhães**

Doutora em Agronomia pela Universidade Federal de Lavras  
Universidade Paranaense–UNIPAR, Praça Mascarenhas de Moraes, 4282;  
87502- 210; Umuarama, PR, Brasil  
E-mail: helidamara@prof.unipar.br

**Silvia Graciele Hülse De Souza**

Doutora em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina  
Universidade Paranaense–UNIPAR, Praça Mascarenhas de Moraes, 4282;  
87502- 210; Umuarama, PR, Brasil  
E-mail:silviahulse@prof.unipar.br

**RESUMO**

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é uma cultura de grande interesse comercial e de fácil cultivo, porém sofre com fatores ambientais, como o estresse salino. Desta forma, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da salinidade na germinação e no desenvolvimento das plântulas de *Ocimum basilicum* cv. basilicão verde. Para isso, sementes de manjeriço foram submetidas ao estresse salino, induzidas por diferentes potenciais osmóticos de NaCl (0,0; -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 MPa) por 14 dias. As sementes foram avaliadas conforme a germinação, o índice

de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz, e massa seca e fresca. A diminuição do potencial osmótico reduziu significativamente a germinação das sementes de manjeriço, assim como o índice de velocidade e o desenvolvimento das plântulas, no qual, a partir de -1,2 MPa houve inibição total da germinação. Assim, quanto menor o potencial maior os prejuízos, afetando negativamente a manifestação do potencial fisiológico das sementes de manjeriço. Os efeitos prejudiciais do NaCl podem estar ligados ao estresse osmótico que é causado devido à redução do potencial osmótico, o que gera dificuldade de absorção de água e ao acúmulo dos íons tóxicos  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ .

**Palavras-chave:** *Ocimum basilicum* L., potencial osmótico, salinidade.

## ABSTRACT

Basil (*Ocimum basilicum* L.) is a crop of great commercial interest and ease cultivation; however, it is affected by environmental factors as salinity. Therefore, this work aimed at assessing the salinity effect on germination and growth of seedlings of *Ocimum basilicum* cv. green. Basil seedlings were submitted to saline stress, which was induced by different NaCl osmotic potentials (0,0; -0,3; -0,6; -0,9 and -1,2 MPa) for fourteen days. Seedlings were then evaluated for % germination, germination speed index, root height, shoot height, fresh mass and dry mass. The increasingly reduction of osmotic potential decreased significantly % germination of basil seeds, germination speed and seedling development, so that germination was totally inhibited from -1,2 MPa. Thus, the lower the osmotic potential, the higher the losses and it hampered the manifestation of the physiological potential of basil seeds. The adverse effects of NaCl may be related to osmotic stresses caused by a reduced osmotic potential, resulting in hard water absorption and accumulation of  $\text{Na}^+$  and  $\text{Cl}^-$  at toxic levels.

**Keywords:** *Ocimum basilicum* L., osmotic potential, salinity.

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) pertence à família *Lamiaceae*. É uma planta anual, oriunda do Sudoeste Asiático e da África Central (VELOSO, 2015). Essa cultura tem múltiplos usos, mas é como planta medicinal e aromática que apresenta atrativos para as indústrias alimentícias, cosmética e farmacêutica (SILVA et al., 2005; HANIF, et al., 2011; ROSADO et al., 2011; BIONE et al., 2014). Isso se deve ao óleo essencial produzida pela planta, que contém na sua composição química principalmente Linalool, Eugenol, Methyl Eugenol, Chavicol (VANI et al., 2009). Esses compostos possuem propriedades antioxidantes (BARBIERI et al., 2012), antitumorais (NEUHOUSER, 2004) e antissépticas (RATTANACHAIKUNSOPON et al., 2010). O manjeriço é uma planta frágil, que pode ser produzido facilmente em solos férteis, bem drenados, úmidos com um pH de 5,5-7,0. A temperatura ótima para germinação é de 20 ° C, e após cerca de 7 dias as sementes germinarão, no qual suas plantas podem chegar até 50 centímetros de altura podendo ser cultivado durante todo o ano em regiões tropicais e subtropicais (RAMIN, 2006).

Por se tratar de uma planta com grande potencial econômico e fácil cultivo, o manjeriço é uma boa opção para os pequenos agricultores que possuem áreas reduzidas para plantio e pouca tecnologia, tendo como alternativa de renda a comercialização de folhas verdes e frescas como erva condimentar (LEE et al, 2005). Entretanto, dos fatores relacionados ao cultivo, temperaturas extremas, a seca e a salinidade têm sido relatadas como limitantes do desenvolvimento e produção do manjeriço (BARBIERI et al.; 2012; RAMIM 2006). Segundo estimativas da FAO, 34 milhões de hectares de terra irrigada são afetadas pela salinidade em todo o mundo (PAYEN et al., 2014). Os elevados níveis de concentração de sais no solo podem diminuir a germinação das sementes e limitar o crescimento e desenvolvimento das plântulas, o que compromete diretamente a produtividade das culturas, ou em casos extremos, levar a planta à morte (SANGOI et al., 2009; SOBHANIAN et al., 2011).

Além disso, nos estágios iniciais de desenvolvimento da planta, ocorre o estresse osmótico, pois com o decréscimo do potencial hídrico na rizosfera há dificuldade de absorção de água e nutrientes tornando-os menos disponíveis para a planta, o que provoca a ativação das rotas de sinalização relacionadas ao déficit hídrico e ao acúmulo de proteínas envolvidas na aclimação à salinidade (SILVEIRA et al., 2010; PARIHAR et al., 2015). Ainda, com o passar do tempo, ocorre a fitotoxicidade iônica devido ao excesso de absorção dos íons  $\text{Na}^+$  ou  $\text{Cl}^-$ , ocasionando desbalanço iônico e diminuição a absorção de nutrientes e conseqüentemente o crescimento (ALSHAMMARY et al., 2004).

Segundo, Bernstein et al., (2010) e Barbieri et al., (2012) o manjeriço tem se mostrado sensível a grandes variações da salinidade no solo. Para algumas variedades foram constatadas alterações na morfologia e no crescimento das plântulas, como reduções da parte aérea e raiz, ganho de massa e até sua morte (BARBIERI et al.; 2012; RAMIM 2013). Entretanto, como gênero *Ocimum* tem mais de 30 espécies inscritas (PATON, 1999), ainda faltam informações sobre a ação dos sais na germinação de sementes e desenvolvimento. Sendo assim, o estudo e o relato desses efeitos para cada espécie mostram-se adequados, isso porque cada planta apresenta uma resposta diferenciada quando exposta aos sais e possui mecanismos intrínsecos que conferem tolerância aos estresses (PARDO, 2010; BARBIERI, 2012). Dos principais mecanismos estão os bioquímicos com as enzimas removedoras de radicais livres e os morfológicos, por exemplo, como sistema radicular mais profundo e cutícula mais espessa que contribuem para mitigar o problema (PARDO, 2010; CHAKRABORTY et al., 2012). O estresse salino tem influência significativa na germinação 'alfavaca', resultando em menor capacidade de absorção de água pelas sementes (MENDES e DE CARVALHO, 2016). Há poucos trabalhos com manjeriço

basilicão verde. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da concentração salina sob o efeito da germinação e o crescimento de plântulas de *Ocimum basilicum* ‘basilicão verde’. Com base nas informações obtidas nesse trabalho, recomendações sobre o cultivo do manjeriço basilicão verde em relação ao tipo de solo poderá ser melhor delimitado. Bem como estratégias e novos ensaios que indiquem maneiras de mitigar esse problema e aprofundamento do efeito salino nas condições morfológicas e fisiológicas das plantas em desenvolvimento.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Paranaense (UNIPAR), Umuarama-PR. Foram utilizadas sementes de *Ocimum basilicum*, cultivar Alfavaca Basilicão (Isla®) lote 34342-52 com germinação de 88%. Os bioensaios foram conduzidos em caixas do tipo gerbox, forradas com duas folhas de papel “germitest”, com 50 sementes em cada. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com seis repetições.

Para simular o estresse salino, sementes foram embebidas com solução de cloreto de sódio (NaCl) nos potenciais osmóticos de 0,0 (controle); -0,3; -0,6; -0,9 e -1,2 Mpa (SALISBURY e ROSS, 1992) por 14 dias na quantidade de 2,5 vezes o peso inicial do papel “germitest”. Os tratamentos foram mantidos em câmeras de crescimento B.O.D. à temperatura constante de 25°C sob fotoperíodo de 16 horas luz e 8 horas escuro.

As variáveis avaliadas foram germinação aos sete e 14 dias, índice de velocidade de germinação (IVG) obtido pela fórmula de Maguire (1962), comprimento (cm) da parte aérea (CPA) e da raiz (CRA), massa (g) fresca (MF) e seca (MS). O comprimento da parte aérea e raiz foram obtidos com um paquímetro digital e para a massa seca o material foi mantido em estufa 65°C até massa constante. Os dados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e as médias comparada por regressão polinomial ( $p \leq 0,05$ ), utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (FERREIRA, 2008).

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

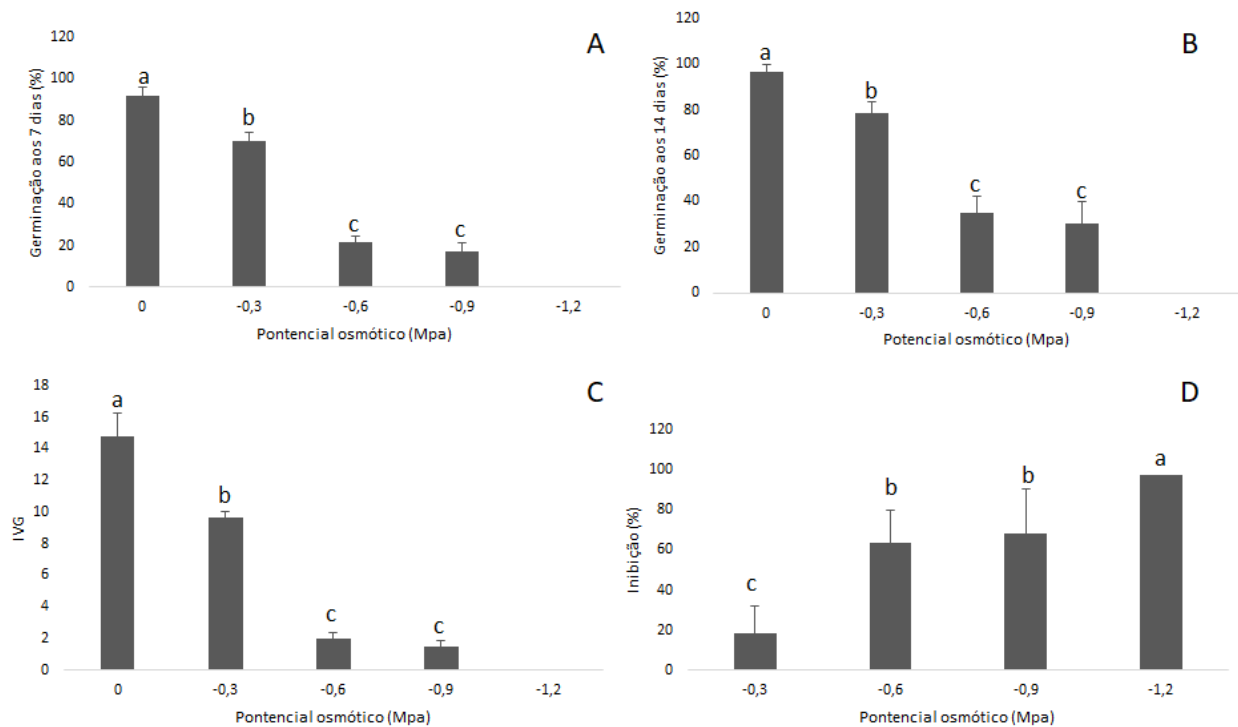
Todas as variáveis analisadas foram influenciadas pelos potenciais osmóticos. Em sete dias o percentual de germinação das sementes de *O. basilicum* reduziu de 96,67% no controle para zero quando submetido ao potencial osmótico de -1,2 MPa de sal (Fig. 1A). O mesmo padrão de redução da germinação foi observado aos 14 dias. Nesta avaliação a germinação foi de 91,67% e zero, no controle sem sal e para -1,2 MPa, respectivamente (Fig. 1B). A diminuição da taxa de germinação sob estresse salino pode ser devido ao fato de que as sementes aparentemente

desenvolvem uma “dormência osmótica obrigatória” sob condições de baixa disponibilidade de água (GILL et al., 2003). Esta pode ser uma estratégia adaptativa, para a germinação em ambiente estressante, garantindo o estabelecimento adequado das mudas. Efeitos similares foram encontrados por Soares et al. (2010) em sementes de melão crioulo submetidos a estresse salino.

As sementes de *O. basilicum* demonstraram alta sensibilidade na germinação em presença de sal. Esses resultados diferem aos encontrados por Rosa et al., (2015), onde os autores verificaram para *Salvias splendens* L. (sálvia-brilhante) que o uso de diferentes fontes de sais não comprometeu severamente a germinação. Com o potencial osmótico a -2.0 MPa obtido com o NaCl, a germinação se manteve em torno de 50%, enquanto que com o uso de KCl não foi alterada (70%) e com o uso de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) foi estimulada até a concentração de -1,35 Mpa (80,81%). O incremento na germinação também foi observado para *Salvia hispanica* L. (chia) (STEFANELLO et al., 2015).

O sal reduz a força osmótica do meio e conseqüentemente a absorção de água pelas sementes, o que pode até inibir a germinação e a mobilização de reservas. Assim, a baixa força osmótica do meio pode reduzir o crescimento e desenvolvimento das culturas mais sensíveis. Ainda, o sal pode afetar diversos processos metabólitos, como a assimilação de  $\text{CO}_2$ , síntese proteica e a respiração (MONTEZ, 2014). O fato de a germinação das sementes de manjerição caírem drasticamente com a diminuição do potencial osmótico, comparada a outras espécies da família Lamiaceae, principalmente do gênero *Salvia*, indica que há uma maior sensibilidade dessa espécie de manjerição a presença de sais.

**Figura 1.** Germinação após sete dias (A), germinação após 14 dias (B), índice de velocidade de germinação – IVG (C) e Porcentagem de inibição (D) de plântulas de manjeriço submetidos a diferentes níveis de potencial osmótico, em soluções salinas.



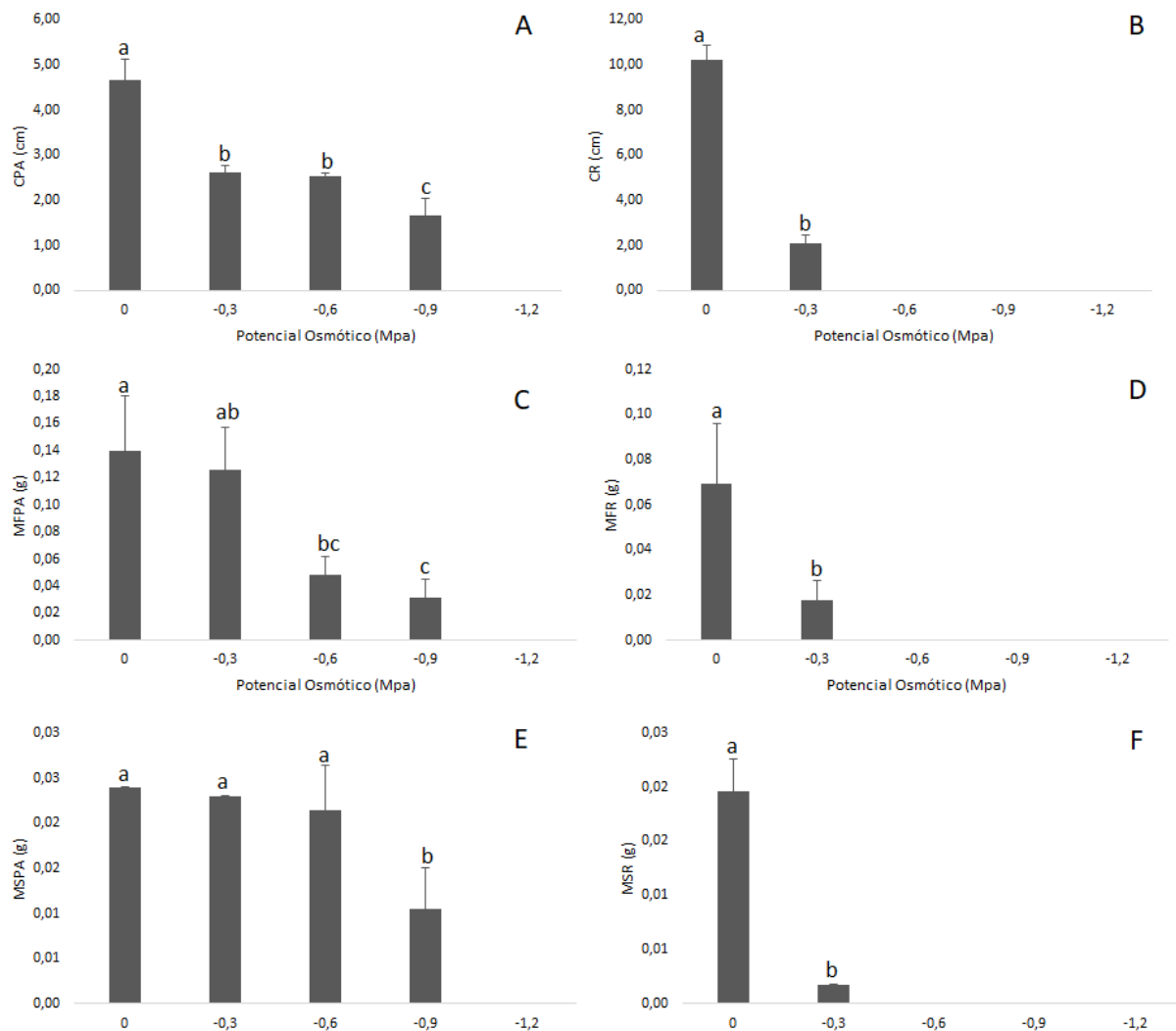
A redução da germinação foi gradativa com o aumento da salinidade do meio. A diminuição de cada -0,3 MPa da força osmótica houve uma redução de cerca de 30% da germinação até -0,9 MPa. A partir de -0,9 MPa a germinação foi próxima de zero (Figura 1A e 1B). Resultados similares foram relatados para sementes de manjeriço roxo e verde comum. Ramin (2006) verificou que níveis crescentes de salinidade associados a temperaturas diferentes prejudicou a germinação de sementes de manjeriço roxo a partir de 6dS/m nas temperaturas extremas. No entanto, a espécie verde comum mostrou-se mais tolerante principalmente a temperaturas de 25C°.

O IVG apresentou uma redução de 65% apenas no potencial osmótico -0,3 MPa quando comparado ao controle. Ainda, para adições salinas a partir de -0,6 MPa, o IVG foi próximo de zero (Fig. 1C). A redução do IVG já era esperada devido à baixa taxa de germinação à medida que houve uma diminuição do potencial osmótico. Além disso, foi observado uma alta porcentagem de inibição da germinação com a redução do potencial osmótico (Fig. 1D). Desta forma, a alta concentração salina diminuiu a porcentagem de germinação e o IVG. Esse decréscimo do IVG e da porcentagem de germinação e aumento da inibição da germinação foi observado por Rosa et al.

(2015) com a *Salvias splendens* L., e segundo ele, este efeito está relacionado a diminuição do potencial osmótico da planta, comprometendo a absorção de água pelas sementes e afetando a mobilização das reservas. Stefanello et al. (2015) também observou em sementes de *Salvia* a redução no IVG, pois quanto menor é o potencial osmótico, mais lento é o processo germinativo. Esse resultado é semelhante ao observado neste trabalho, que demonstrou uma moderada tolerância no potencial osmótico de -0,3 MPa, assim como o manjeriço.

O comprimento da parte aérea (CPA) e raiz (CR) apresentou uma redução linear de 43,65 e 79,49%, respectivamente, no potencial osmótico de -0,3MPa (Fig. 2A e B). A massa fresca da parte aérea (MFPA) seguiu o modelo linear. Foi observado que com o aumento da salinidade houve uma queda dessa característica, sendo que a partir de -0,6 MPa observou-se uma redução de aproximadamente 0,10 g, com inibição completa do crescimento em -1,2 MPa (Fig. 2C). Foi verificado redução da massa fresca da raiz (MFR) a partir de -0,3 MPa com inibição completa em -0,6 MPa (Fig. 2D). Assim a raiz apresentou maior sensibilidade à presença de sal. Isso pode ter ocorrido, uma vez que esse é o primeiro órgão a ser emitido, estando em contato direto e por um tempo maior com a solução salina. Isso pode ser atribuído ao déficit hídrico causado pela quantidade de sais solúveis na zona radicular, vindo a interferir na expansão celular, e afetando a taxa de crescimento (KHALID et al., 2010). A massa seca da parte aérea (MSPA) seguiu o modelo quadrático, com redução a partir da concentração de -0,3 MPa (Fig. 2E). Os resultados observados na massa seca da raiz (MSR) refletiram o observado na massa fresca, o modelo ajustado foi o linear com queda pronunciada a partir da concentração de -0,3 MPa (Fig. 2F). Isto corrobora a alta sensibilidade das raízes de *O. basilicum* quando germinadas na presença de NaCl.

**Figura 2.** Comprimento de parte aérea - CPA (A), comprimento de raiz - CR (B), massa fresca da parte aérea - MFPA (C) e raiz - MFR (D), massa seca de parte aérea - MSPA (E) e raiz - MSR (F) de plântulas de manjeriço submetidos a diferentes níveis de potencial osmótico, em soluções salinas.



A inibição completa do crescimento na parte aérea ocorreu em -1,2 MPa (A). Já para a raiz a inibição foi a partir de -0,6 MPa (B). Assim, a concentração salina afetou com maior intensidade a raiz de *O. basilicum* tanto na massa quanto no comprimento. Para Borges et al. (2014) a redução no crescimento da parte aérea é maior do que no sistema radicular, sendo essa uma resposta comum em plantas submetidas ao estresse salino, discrepante com os resultados obtidos nesse experimento.

O estresse salino provoca dois diferentes tipos de estresse fisiológico nas plantas. Em períodos iniciais, o estresse osmótico é causado devido à redução do potencial osmótico, o que gera dificuldade de absorção de água (SOUZA FILHO et al., 2003) do meio externo para a semente, que em alta solubilidade, o excesso de sal causa toxidez, havendo decréscimo



na porcentagem de germinação. Isso interfere na produção de fotoassimilados, na qual aumenta a eficiência de compartimentalização de sais no vacúolo (SÁ, 2014), que acarreta em fitotoxicidade iônica específica (NIU et al., 1995) por consequência do excesso de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  absorvidos. Todo esse desbalanço iônico provoca uma diminuição na absorção de nutrientes, e conseqüentemente, no crescimento da planta (ALSHAMMARY et al., 2004), o que é prejudicial no mecanismo estomático, o que leva a distúrbios nas atividades metabólicas em geral (MANSOUR e SALAMA, 2004), como na fotossíntese (MUNNS, 1986; BOHNERT et al., 1995) e na atividade enzimática (SOUZA FILHO et al., 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Desta forma, o manjericão demonstrou moderada tolerância ao cloreto de sódio. Os danos causados pelo NaCl foram gradativos, interferindo negativamente na germinação e no desenvolvimento do manjericão cv. Basilicão verde. Esse cultivar em condições menores que -0,3 MPa sofrem efeitos mais intensos ao estresse, o que pode ser traduzido em menor produção, afetando diretamente a produtividade. Diante disso, considera-se importantes e necessárias as pesquisas básicas para obter informações a respeito do comportamento de cada cultura em solos salinos, com intuito de auxiliar agricultores em plantios nas mesmas situações.

#### **4 CONCLUSÃO**

O estresse salino, induzido por NaCl, prejudica a germinação das sementes e o crescimento inicial de plântulas de manjericão, apresentando inibição total da germinação no menor potencial osmótico (-1,2 MPa).

**REFERÊNCIAS**

- AHSAN, T.; AMJAD, N.; IQBAL, A.; JAVED, A. A Review: Tissue Culturing of Important Medicinal Plants. **International Journal of Water Resources and Arid Environments**, v. 2, n. 4, p. 127-130, 2012.
- ALSHAMMARY, S. F., QIAN, Y. L., WALLNER, S. J. Growth response of four turfgrass species to salinity. **Agricultural Water Management**, v. 66, n. 1, p. 97-101, 2004.
- ALVES, L., PAZ, V., SILVA, A., OLIVEIRA, G., OLIVEIRA, F., AMORIM, E. Content, yield and chemical composition of essential oil of sweet basil plants subjected to NaCl saline stress. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 807-813, 2015.
- BARBIERI, G., VALLONE, S., ORSINI, F., PARADISO, R., DE PASCALE, S., NEGRE-ZAKHAROV, F., MAGGIO, A. Stomatal density and metabolic determinants mediate salt stress adaptation and water use efficiency in basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Plant Physiology**, v. 169, n. 17, p. 1737-1746, 2012.
- BERNSTEIN, N., KRAVCHIK, M., DUDAI, N. Salinity-induced changes in essential oil, pigments and salts accumulation in sweet basil (*Ocimum basilicum*) in relation to alterations of morphological development. **Annals of Applied Biology**, v. 156, n. 2, p. 167-177, 2010.
- BIONE, M. A. A., PAZ, V. P. S., SILVA, F., RIBAS, R. F., SOARES, T. M. Crescimento e produção de manjerição em sistema hidropônico NFT sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 12, p. 1228-1234, 2014.
- BOHNERT, H. J., NELSON, D. E., JENSEN, R. G. Adaptations to environmental stresses. **The Plant Cell**, v. 7, n. 7, p. 1099-1111, 1995.
- BORGES, C. T., DEUNER, C., RIGO, G. A. O estresse salino afeta a qualidade fisiológica de sementes de rúcula? **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 1049, 2014.
- CHAKRABORTY, K., SAIRAM, R. K., BHATTACHARYA, R. C. Differential expression of salt overly sensitive pathway genes determines salinity stress tolerance in *Brassica* genotypes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 51, p. 90-101, 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análise e ensino de estatística. **Revista Científica Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.
- GILL, P. K., SHARMA, A. D., SINGH, P., BHULLAR, S. S. Changes in germination, growth and soluble sugar contents of *Sorghum bicolor* (L.) Moench seeds under various abiotic stresses. **Plant Growth Regulation**, v. 40, n. 2, p. 157-162, 2003.
- HANIF, M. A., AL-MASKARI, M. Y., AL-MASKARI, A., AL-SHUKAILI, A., AL-MASKARI, A. Y., ALSABAHI, J. N. Essential oil composition, antimicrobial and antioxidant activities of unexplored Omani basil. **Journal of Medicinal Plants Research**, v. 5, n. 5, p. 751-757, 2011.

KHALID, A., SILVA, J. A. T. Yield, essential oil and pigment content of *Calendula officinalis* L. flower heads cultivated under salt stress conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 126, n. 2, p. 297–305, 2010.

LEE, D. S. Packaging containing natural antimicrobial orantioxidant agents. In: Han JH (Ed.) **Innovations in food packaging. Elsevier Science and Technology Books**. p. 108-123, 2005.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v. 2, p. 76-177, 1962.

MANSOUR, M. M. F., SALAMA, K. H. Cellular basis of salinity tolerance in plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 52, n. 2, p. 113-122, 2004.

MENDES, A. K. V., DE CARVALHO, J. S. B. Germinação de sementes de manjeriço em diferentes condições ambientais. **Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 21-27, 2016.

MONTEZ, A. C. M. Exposição e acumulação de elementos potencialmente tóxicos em manjeriço (*Ocimum basilicum*) (48p). **Dissertação de mestrado em Engenharia Alimentar**, Universidade de Lisboa, Lisboa-POR, 2014.

MUNNS, R., TERMAAT, A. Whole-plant responses to salinity. **Functional Plant Biology**, v. 13, n. 1, p. 143-160, 1986.

NEUHOUSER, M. L. Dietary flavonoids and cancer risk: Evidence from human population studies. **Nutrition and Cancer**, v. 50, n. 1, p. 1–7, 2004.

NIU, X., BRESSAN, R. A., HASEGANA, P. M., PARDO, J. M. Ion homeostasis in NaCl stress environment. **Plant Physiology**, v. 109, n. 3, p. 735-742, 1995.

PARDO, J. M. Biotechnology of water and salinity stress tolerance. **Current Opinion in Biotechnology**, v. 21, n. 2, p. 185-196, 2010.

PARIHAR, P., SINGH, S., SINGH, R., SINGH, V. P., PRASAD, S. M. Effect of salinity stress on plants and its tolerance strategies: a review. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 22, n. 6, p. 4056-4075, 2015.

PATON, A., HARLEY, R. M., HARLEY, M. M. *Ocimum*: an overview of classification and relationships. In: **Basil: Hiltunen R, Holm Y (eds.) Basil: The Genus Ocimum**. Harwood Academic Publishers, Amsterdam, Amsterdam-NED. pp. 1-38. 1999.

PAYEN, S., BASSET-MENS, C., FOLLAIN, S., GRÜNBERGER, O., MARLET, S., NUNEZ, M., PERRET, S. From a review to a theoretical framework for integrating salinization impacts in food LCA. In: SCHENCK, R., HUIZENGA, D. **Proceedings of the 9th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector**. American Center for Life Cycle Assessment. p. 953–963, 2014.

RAMIN, A. A. Effects of salinity and temperature on germination and seedling establishment of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). **Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants**, v. 1, p. 81-90, 2006.

RATTANACHAIKUNSOPON, P., PHUMKHACHORN, P. Antimicrobial activity of basil (*Ocimum basilicum*) oil against *Salmonella enteritidis* *in vitro* and in food. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, v. 74, n. 6, p. 1200-1204, 2010.

ROSA, D. B. C. J., SOARES, J. S., MORENO, L. B., MICHELS, G. S., LEMES, C. S. R., SCALON, S. D. P. Q., ROSA, Y. B. C. J. Germination of *Salvia splendens* L. subjected to salinity. **Ornamental Horticulture**, v. 21, n. 1, p.105-112, 2015.

ROSADO, L. D. S., PINTO, J. E. B. P., BOTREL, P. P., BERTOLUCCI, S. K. V., NICULAU, E. S., ALVES, P. B. Influência do processamento da folha e tipo de secagem no teor e composição química do óleo essencial de manjeriço cv. Maria Bonita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 2, p. 291-296, 2011.

SÁ, F.V.S. Fisiologia de porta-enxertos de citros sob água salina em cultivo hidropônico. (55p.). **Monografia (Graduação em Agronomia)**, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal-BR, 2014.

SALISBURY, F. B., ROSS, C. W. **Plant physiology**. Wadsworth: Belmont, 682p, 1992.

SANGOI, L., ERNANI, P. R., BIANCHET, P., VARGAS, V. P., PICOLI, G. J. Efeitos de doses de cloreto de potássio sobre a germinação e o crescimento inicial do milho, em solos com texturas contrastantes. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, n. 2, p. 187-197, 2009.

SILVA, F., SANTOS, R. H. S., ANDRADE, N. J., BARBOSA, L. C. A., CASALI, V. W. D., LIMA, R. R., PASSARINHO, R. V. M. Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 4, p. 323-328, 2005.

SILVEIRA, J. A., SILVA, S. L., SILVA, E. N., VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H.R., DIAS, N. S., LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCTSal, v. 11, p. 161-180, 2010.

SOARES, A. N. R., RIBEIRO, M. C. C. R., BENEDITO, C. P., OLIVEIRA, F. N., GUIMARÃES, L. M. S. Crescimento inicial de plântulas de acesso de melão (*Cucumis melo* L.) crioulo submetido ao estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 3, p. 224-230, 2010.

SOBHANIAN, H., AGHAEI, K., KOMATSU, S. Changes in the plant proteome resulting from salt stress: toward the creation of salt-tolerant crops? **Journal of Proteomics**, v. 74, n. 8, p. 1323-1337, 2011.

SOUZA FILHO, G. A. S., FERREIRA, B. S., DIAS, J. M., QUEIROZ, K. S., BRANCO, A. T., BRESSAN-SMITH, R. E., OLIVEIRA, J. G., GARCIA, A. B. Accumulation of salt protein in rice plants as a response to environmental stress. **Plant Science**, v. 164, n. 4, p. 623-628, 2003.

STEFANELLO, R., ABBAD, M., VIANA, B., NEVES, L. Germinação e vigor de sementes de chia (*Salvia hispanica* L.- Lamiaceae) sob diferentes temperaturas e condições de luz. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 1182-1186, 2015.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**, Porto Alegre. Artmed, p. 719, 2004.

VANI, S. R., CHENG, S., CHUAH, C. Comparative study of volatile compounds from genus *Ocimum*. **American Journal of Applied Sciences**, v. 6, n. 3, p. 523-528, 2009.

VELOSO, R. A., CASTRO, H. G., CARDOSO, D. P., CHAGAS, L. F. B., JÚNIOR, A. F. C. Óleos essenciais de manjeriço e capim citronela no controle de larvas de *Aedes aegypti*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 101-105, 2015.