



Uso do ácido salicílico como atenuador aos efeitos do déficit hídrico em plantas de manjeriço

Use of salicylic acid as an attenuator to the effects of water deficit on basil plants

Josabete Salgueiro Bezerra de Carvalho⁽¹⁾; João Pedro Ramos da Silva⁽²⁾;
Rita de Cássia Monteiro Batista⁽³⁾

⁽¹⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8270-3548>, Professora de Fisiologia Vegetal na Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE; Garanhuns, PE; BRAZIL. E-mail: josabete.bezerra@ufrpe.br;

⁽²⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4337-5518>, Graduando em Agronomia na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. BRAZIL. E-mail: joaopedro_r@outlook.com;

⁽³⁾ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-8546-1866>, Mestre do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Viçosa – UFV. BRAZIL. E-mail: cassiamonteiro19@hotmail.com.

Todo o conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos seus autores.

Recebido em: 14 de setembro de 2019; Aceito em: 17 de abril de 2020; publicado em 10 de 07 de 2020. Copyright© Autor, 2020.

RESUMO: Nos últimos anos a disponibilidade hídrica vem sendo fortemente afetada gerando impactos negativos sobre os vegetais. Mecanismos que permitam as plantas resistirem períodos prolongados de seca tem sendo uma estratégia para manutenção da produção agrícola. Com isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do ácido salicílico como estratégia de mitigar os efeitos do déficit hídrico em plantas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.). O trabalho foi conduzido em estufa e o delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Os tratamentos consistiram em: T1- Plantas irrigadas sem aplicação do AS; T2- Plantas irrigadas com aplicação de AS; T3- Plantas não irrigadas sem aplicação do AS; e T4- Plantas não irrigadas com aplicação de AS. Em relação aos sintomas visuais, o ácido salicílico não atenuou o murchamento das plantas não irrigadas, não interferindo também na altura das plantas de manjeriço. Quanto à condutância estomática, houve um aumento de mais de 100% para as plantas não irrigadas com AS (T4) quando comparadas às plantas não irrigadas sem AS (T3). Para a temperatura foliar, o déficit hídrico influenciou no aumento da temperatura. Em relação ao teor relativo de água houve um aumento de 44,5% com aplicação do AS nas plantas não irrigada (T4) comparadas com as plantas não irrigadas sem AS (T3). Conclui-se que o ácido salicílico contribuiu positivamente como atenuador aos efeitos do estresse hídrico em plantas de manjeriço, promovendo incremento nas variáveis condutância estomática e teor relativo de água.

PALAVRAS-CHAVE: condutância estomática, *Ocimum basilicum* L., regulador de crescimento.

ABSTRACT: In recent years the water availability has been strongly affected by generating negative impacts on plants. Mechanisms that allow the plants to resist prolonged periods of drought have been a strategy for maintenance of agricultural production. With this, the aim of this work was to evaluate the use of salicylic acid as a strategy to mitigate the effects of water deficit on plants of Basil (*Ocimum basilicum* L.). The treatments consisted of: T1-irrigated Plants without the application; T2-Plants irrigated with the application; T3-non-irrigated Plants without the application; and T4-plants irrigated with the application. In relation to the Visual symptoms, salicylic acid dampen the wilting of plants not irrigated, not interfering too at the time of Basil plants. Regarding stomatal conductance, there was an increase of over 100% for non-irrigated plants with (T4) when compared to non-irrigated plants without the (T3). For the leaf temperature, the water deficit influenced the increase in temperature. In relation to the relative content of water there has been an increase of 44.5% with application of the plants not irrigated (T4) compared with non-irrigated plants without the (T3). In relation to the relative content of water there has been an increase of 44.5% with application of the plants not irrigated (T4) compared with non-irrigated plants without the (T3). We concluded that the salicylic acid contributed positively as buffer the effects of water stress on Basil plants, promoting an increase in stomatal conductance and relative water content.

KEYWORDS: conductance stomatal, *Ocimum basilicum* L., Growth regulator.

INTRODUÇÃO

A agricultura enfrenta vários problemas, sendo os estresses abióticos reconhecidos como uma grande ameaça à produtividade agrícola, destacando-se a privação de água como um dos mais prejudiciais (FARIA, 2010). A água é um dos principais compostos que permite a manutenção da vida no planeta, pois age como um solvente universal e transportador de gases, elementos e substâncias, que são de fundamental importância para plantas e animais (RODRIGUES et al., 2016). Entretanto, nos últimos anos a disponibilidade hídrica vem sendo fortemente afetada pelo aumento das áreas irrigadas, resultando em áreas com escassez de água (MEIRELES et al., 2010). Além do mais, o aumento dos gases de efeito estufa resulta em uma maior variação climática, provocando secas prolongadas ou chuvas excessivas, gerando impactos negativos sobre os vegetais (SOLOMON et al., 2007). A utilização de mecanismos que permitam as plantas tolerarem períodos prolongados de déficit hídrico vem cada vez mais sendo uma estratégia para manutenção da produção agrícola.

Uma das alternativas que vem ganhando destaque pelo seu efeito atenuador de estresse hídrico em plantas é o uso de ácido salicílico (AS). Este ácido é um hormônio fenólico que atua como regulador do desenvolvimento vegetal, mitigando efeitos de estresses bióticos e abióticos em plantas (TAIZ et al., 2017). De acordo com Miura & Tada (2014), o ácido salicílico tem papel fundamental na resposta de estresse abiótico, incluindo o hídrico. O AS protege a planta contra estresse abiótico por estar envolvido na regulação de processos fisiológicos importantes, tais como fotossíntese, metabolismo de nitrogênio e prolina, produção de glicobetaina, sistemas de defesa antioxidante e nas relações planta-água (KHAN et al., 2010; MIURA & TADA 2014). Além disso, de acordo com Kumar (2014) o AS tem envolvimento na indução de genes de defesa e resistência de plantas estressadas.

Os efeitos promovidos por este ácido com ação mitigadora do estresse hídrico, ocorre devido o aumento da capacidade antioxidante da planta e no decréscimo no nível de peroxidação de lipídeos promovendo estabilidade nas membranas (AGARWAL et al., 2005), além do aumento de acúmulo de biomassa (SINGH & USHA, 2003) e da capacidade fotossintética (KHAN et al., 2003).

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) é uma planta medicinal aromática (REIS et al., 2007) e sua importância econômica no Brasil deve-se principalmente ao seu consumo

in natura e pelo processamento industrial para a obtenção do óleo essencial (AMARO et al., 2012). O óleo essencial do manjericão tem como característica a alta concentração de linalol, composto de grande interesse na indústria de cosméticos e fármacos (MAY et al., 2008). Por ser uma planta de ciclo curto, o manjericão tem um grande potencial agrônomo para extração do linalol (BLANK et al., 2004). Na agricultura, o manjericão vem ganhando destaque principalmente devido suas propriedades antimicrobianas, inseticidas e repelentes, sendo utilizado como composto para síntese de acetatodelinalila, sendo de grande importância para conservação de grãos (FERNANDES et al., 2004).

Informações à cerca do comportamento de plantas medicinais em relação ao manejo agrônomo, crescimento, desenvolvimento, necessidades hídricas ainda são insuficientes (PRAVUSCHI et al., 2010). Excesso ou a restrição hídrica podem provocar alterações no teor de fitofármacos, na composição do óleo essencial e da biomassa dos vegetais (MARTINS, 2016). Ainda de acordo com Martins (2016) o manjericão é considerado uma espécie intolerante ao estresse hídrico e com isso, em regiões de climas quentes e secos necessita de irrigação. Além das respostas morfofisiológicas, o estresse hídrico provoca alterações do metabolismo secundário (FONSECA et al., 2006), responsável pela produção dos óleos essenciais.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a utilização do ácido salicílico como estratégia de mitigar efeitos do déficit hídrico em plantas de manjericão.

PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UAG), durante os meses de setembro a novembro de 2017. O local é caracterizado por 08°53'27"S de latitude, 36°29'48"W de longitude e altitude de 807m, a 209 km da capital do estado, Recife. O clima na microrregião de Garanhuns é tropical chuvoso, com verão seco; a estação chuvosa se inicia no outono e engloba o inverno e o início da primavera. As médias anuais de temperatura e umidade relativa do ar são, respectivamente, 21,1 °C e 82,5%, com precipitação pluvial de 897mm anuais, sendo o quadrimestre mais chuvoso os meses de maio a agosto (BORGES JÚNIOR et al., 2012).

O material vegetal utilizado foram sementes de manjericão (*Ocimum basilicum* L.), pertencentes ao lote (102439-006-52), adquiridas no comércio de Garanhuns-PE. As sementes foram plantadas em vasos com capacidade de cinco quilos e após 30 dias da semeadura foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso (Figura 1). Segundo análise físico-química do solo, não houve a necessidade de adubação complementar. Inicialmente, as plantas eram irrigadas todos os dias, baseadas na capacidade de campo (460ml).

A solução do ácido salicílico foi preparada no Laboratório de Biologia Vegetal da UFRPE-UAG, a concentração utilizada foi de 2 mM (KORDI et al., 2013; SILVA et al., 2018). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições, totalizando 40 vasos. A unidade experimental correspondeu a uma planta por vaso. Os tratamentos consistiram em: Tratamento 1- Plantas irrigadas sem ácido salicílico (AS); Tratamento 2- Plantas irrigadas com AS; Tratamento 3- Plantas não irrigadas sem AS; e Tratamento 4- Plantas não irrigadas com AS.

A aplicação do AS foi realizada após 45 dias da semeadura, sendo aplicado via foliar na parte abaxial e adaxial. Após três dias da aplicação do AS iniciou-se o estresse hídrico via suspensão da rega. A suspensão da rega para as plantas não irrigadas foi de cinco dias. A duração total do experimento foi de 53 dias, na qual, após finalizado foram realizadas as análises morfofisiológicas.

Foram avaliados os sintomas visuais de murcha, em uma escala de notas de 1 a 5, desenvolvida com base na metodologia de Lira et al. (1989); altura de plantas (cm), com auxílio de trena, do colo até o ápice da maior ramificação; condutância estomática (em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e temperatura foliar, aferidas utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico da LICOR (modelo LI-1600d); Índice de clorofila, utilizando o medidor eletrônico de teor de clorofila, CLOROFILOG CFL1030, da marca FALKER; e massa seca as partes das plantas devidamente identificadas foram secas a 75 °C, em estufa de circulação de ar forçada, até peso constante. Em seguida, o material foi pesado, obtendo-se o peso da massa seca de cada parte da planta

O Teor Relativo de Água (TRA) foi determinado segundo adaptações do método de Slavick (1979). Para a determinação do TRA retirou-se três discos foliares com diâmetro aproximado de 10mm cada um e imediatamente pesados (Pf) em balança com precisão de 1mg. Em seguida, foram colocados em frascos de vidro, completados com

água destilada e permaneceram em temperatura ambiente. Após seis horas, as superfícies dos “discos” foliares foram secas em papel toalha e pesadas novamente (Pst). Após esta operação o material foi colocado em estufa com circulação forçada de ar (80°C) por 24 horas, obtendo-se assim o peso de matéria seca (Ps).

Todos os resultados foram interpretados estatisticamente através do programa SAS, por meio de análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a avaliação dos sintomas visuais as plantas de manjericão não irrigadas sem AS (T3) e plantas não irrigadas e com AS (T4) apresentaram murchas de acordo com a escala de Lira et al. (1989), demonstrando que a aplicação do ácido salicílico para atenuar os efeitos de murchamento foliar nas plantas não irrigadas não teve efeito positivo. Acioly et al. (2017) estudando as características fisiológicas e produtivas de manjericão em condição de estresse hídrico, observaram que as plantas que tinham a rega suspensa em intervalos de quatro e oito dias apresentavam murchas e folhas contorcidas, sintomas visuais de estresse hídrico. Segundo Taiz et al. (2017), a murcha de folhas é uma resposta ao déficit hídrico, de modo a reduzir a perda de água pela folha e a exposição à luz incidente.

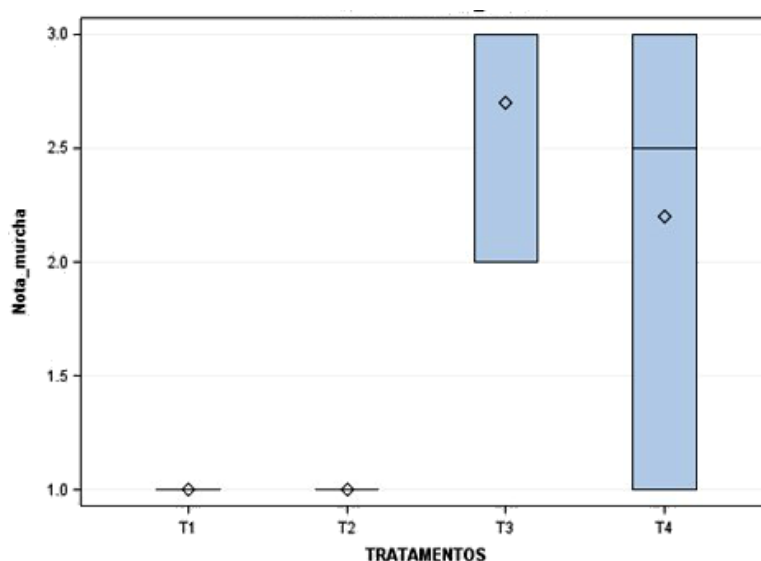


Figura 1: Sintomas de murcha das plantas de *O. basilicum* L. aos 53 dias de cultivo. T1- Plantas irrigadas sem AS; T2- Plantas irrigadas com AS; T3- Plantas não irrigadas sem AS; e T4- Plantas não irrigadas com AS.

A aplicação do AS não influenciou na altura das plantas de manjericão irrigadas e não irrigadas, sendo observadas que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos (Figura 3). Khan et al. (2003) observaram que a altura das plantas de milho também não foram afetadas com a aplicação do AS. Entretanto, resultados diferentes foram constatados por Kordi et al. (2013), que estudando os efeitos da aplicação de ácido salicílico em plantas de manjericão observaram que houve um aumento de 18,11% nas plantas pulverizadas com AS na concentração de 1,5mM quando comparado com plantas não pulverizadas com o AS. Sadeghipour & Aghaei (2012) ao estudarem o uso AS como mitigador da tolerância ao estresse hídrico em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) constataram que o AS favoreceu o crescimento da planta.

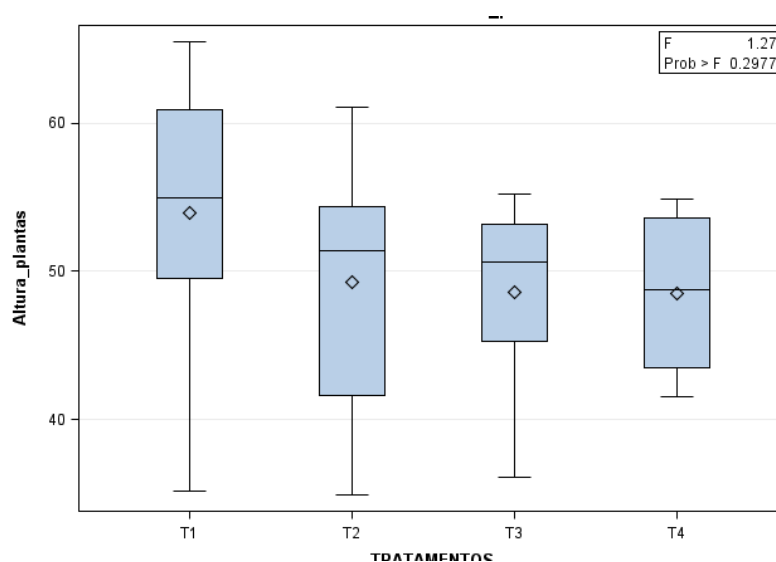


Figura 2: Altura média das plantas de *O. basilicum* L. aos 53 dias de cultivo. T1- Plantas irrigadas sem AS; T2- Plantas irrigadas com AS; T3- Plantas não irrigadas sem AS; e T4- Plantas não irrigadas com AS.

Em relação à condutância estomática houve diferenças estatísticas entre todos os tratamentos (Tabela 2). As plantas de manjericão que foram irrigadas (T1; T2) apresentaram valores maiores do que aquelas não irrigadas (T3; T4) demonstrando que o déficit hídrico provoca o fechamento estomático como mecanismo de defesa das plantas para reduzir a perda de água. Dados que corroboram com Acioly et al. (2017), os quais relatam que as plantas de manjericão cultivadas com maior disponibilidade hídrica obtiveram maior condutância estomática. Machado et al. (2009) analisando diferentes genótipos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.), observaram decréscimo na condutância estomática (Gs) quando as plantas estavam sob déficit hídrico. Esses dados mostram

claramente o papel positivo do AS na abertura e fechamento estomático. As plantas irrigadas com AS (T2) apresentaram um aumento de 18% na condutância estomática quando comparadas com as plantas irrigadas sem AS (T1). O AS favoreceu a abertura dos estômatos mesmo nas plantas irrigadas. Quando comparamos as plantas não irrigadas com AS (T4), esse aumento é superior a 100% em relação às plantas não irrigadas sem AS (T3), o que pode indicar o papel atenuador do AS em plantas de manjeriço com déficit hídrico.

A diminuição da condutância estomática ocorre em função da abertura e fechamento dos estômatos (GONÇALVES, 2013). Alterações na resistência estomática são eventos importantes para a regulação da perda de água pelo vegetal e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação contínua de CO₂ durante a fotossíntese (TAIZ et al., 2017).

Para a temperatura foliar, houve diferenças estatísticas entre as plantas irrigadas (T1; T2) e as plantas não irrigadas (T3; T4), demonstrando que o déficit hídrico proporcionou um aumento de 17% na temperatura foliar independente da aplicação do ácido salicílico (Tabela 2). Nascimento et al. (2011) observaram que houve um aumento de 11,7% da temperatura nas plantas de feijoeiro a medida que a lâmina de irrigação era reduzida.

Tabela 1. Condutância estomática (gs), Temperatura foliar (tf) e Teor Relativo de Água (TRA) de *Ocimum basilicum* L. em condições de déficit hídrico

TRATAMENTO	gs (mmol- ⁻² S ⁻¹)	tf(°C)	TRA (%)
T1	225.160 b	27.360 b	81.427 a
T2	265.590 a	27.070 b	89.630 a
T3	23.738 d	31.912 a	46.330 b
T4	61.969 c	31.160 a	66.953 c

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Uma das respostas ao déficit hídrico é o aumento da temperatura foliar, sendo este provocado pela diminuição do calor latente durante o processo de transpiração (ENDRES et al., 2010). A temperatura das folhas tem relação com a condutância estomática, na qual com aumento da resistência estomática, ocorre a redução da transpiração foliar e conseqüentemente elevação da temperatura foliar (RIBEIRO et al.,

2009). Além do mais, com a elevação da temperatura, pode ocorrer a degradação das clorofilas, estimulando a ação da rubisco oxigenase, promovendo a fotorrespiração (FEITOSA et al., 2016). O déficit hídrico pode provocar o fechamento estomático, reduzindo a transpiração e conseqüentemente o aumento à temperatura foliar diminuindo a taxa fotossintética (ARAÚJO et al., 2010).

De acordo com a análise de variância o TRA foi significativo (Tabela 2). Nota-se que a aplicação do AS nas plantas não irrigadas (T4) resultou em um aumento significativo de 44,5 % em relação as plantas não irrigadas sem AS (T3), indicando sua ação mitigadora em relação a esta variável fisiológica. Porém, nos tratamentos irrigados (T1 e T2) não houve diferenças estatísticas independente da aplicação do AS. Contudo, Kordi et al. (2013) observaram que as plantas de manjericão que foram pulverizadas com AS nas concentrações de 0,75 e 1,5 mM, apresentaram aumento significativo do teor relativo de água em comparação com plantas não pulverizadas.

Em relação ao índice de clorofila total (Tabela 3), observa-se que as plantas não irrigadas com AS (T4) apresentaram uma redução de 18% quando comparadas com as plantas não irrigadas sem AS (T3), provando que a aplicação de AS não provocou respostas atenuadoras nas plantas de manjericão. Hegazi & El -Shrayi (2007) analisando os efeitos da aplicação foliar de 1 e 10 mM de AS em plantas de feijão verificou que houve redução no teor de clorofila. Contudo, resultados contrários foram observados por Kordi et al. (2013), que relatam a aplicação de AS na concentração de 1,5 mM em plantas de manjericão estressadas aumenta significativamente os pigmentos fotossintético comparados com o controle.

Tabela 2. Índice de clorofila total em plantas de *Ocimum basilicum* L. com e sem aplicação do AS.

TRATAMENTOS	ÍNDICE DE CLOROFILA TOTAL
T1- Plantas irrigadas sem AS	47,210 ab
T2- Plantas irrigadas com AS	41,780 b
T3- Plantas não irrigadas sem AS	55,260 a
T4- Plantas não irrigadas com AS	45,250 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A diminuição da clorofila provocada pelo estresse está relacionada com aumento da produção de oxigênio reativo na célula, esses radicais livres causam peroxidação, desintegração e redução de conteúdo de clorofila em plantas sob condições de estresse (KORDI et al., 2013).

A massa seca das plantas de manjericão sem irrigação (T3; T4) sofreram redução significativa de 41,3 e 43% respectivamente quando comparadas com as plantas irrigadas sem AS (T1). Quando comparamos as plantas irrigadas com AS (T2) em relação às plantas não irrigadas com AS, essa redução é significativamente menor (34%). De acordo com o trabalho de Acioly (2017), as plantas de manjericão cultivadas com maior disponibilidade hídrica apresentaram maior massa seca total quando comparadas as plantas com suspensão da irrigação. Zanet (2011) avaliando o efeito da aplicação de ácido salicílico em sementes de *Brachiaria humidicola* em condições de estresse hídrico verificou que não houve aumento da massa seca de plântulas, sendo que as sementes tratadas apenas com água apresentaram maior germinação e maior massa seca de plântulas.

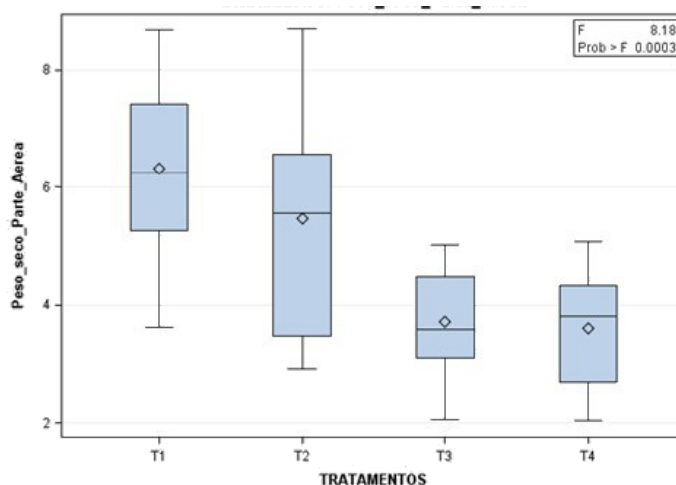


Figura 3: Massa seca das plantas de *O. basilicum* com e sem aplicação de AS. T1- Plantas irrigadas sem AS; T2-Plantas irrigadas com AS; T3-Plantas não irrigadas sem AS; e T4- Plantas não irrigadas com AS.

CONCLUSÃO

A partir desse estudo, foram observados os impactos do déficit hídrico em plantas de manjericão e do possível papel atenuador do AS sob tal condição. As plantas, quando

submetidas à condição de baixa disponibilidade hídrica, apresentaram aumento na temperatura foliar, resultando em fechamento estomático e redução de massa seca.

A aplicação de 2 mM de AS nas plantas apresentou efeito atenuador em relação aos parâmetros de condutância estomática e teor relativo de água. Adicionalmente, foi observado que a aplicação de AS resultou em um incremento na condutância estomática não apenas em condições de seca, mas também em plantas submetidas às regas diárias. Em relação aos parâmetros de crescimento, massa seca e murcha, as plantas não apresentaram respostas significativas ao uso do AS.

Portanto, a aplicação de 2 mM de AS pode apresentar um potencial efeito mitigador às repostas ao déficit hídrico em plantas de manjericão, uma vez que essas apresentaram uma maior resistência quanto a perda de água. Entretanto, novos experimentos visando investigar o uso desse hormônio associado à seca, na cultura do manjericão, deverão ser conduzidos, permitindo entender os mecanismos que desencadeiam as respostas fisiológicas, morfológicas e os impactos sob o metabolismo, além da possível interação desse hormônio com outros associados à tolerância ao estresse hídrico.

REFERÊNCIAS

1. ACIOLY, T.M.S.; BATISTA, R.C.M; CARVALHO, J.S.B. Respostas fisiológicas e produtivas de *Ocimum basilicum* L. em função do déficit hídrico. **In: CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS-PDVAGRO**, 2., Natal-RN, 2017.
2. AGARWAL, S.; SAIRAM, R.K.; SRIVASTAVA, G.C.; MEENA, R.C.; Changes in anti-oxidant enzymes activity and oxidative stress by abscisic acid and salicylic acid in wheat genotypes. **Biologia Plantarum**, v. 49, n. 4, p. 541-550, 2005.
3. AMARO, H. T. R.; ASSIS, M. O.; DAVID, A. M. S. S.; SILVEIRA, J. R.; SILVA NETO, I. C.; MOTA, W. F.; Superação de dormência em sementes de manjericão (*Ocimum basilicum* L.). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, V.14, n.esp., p.218-223, 2012.
4. ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, B. B.; CAMPOSTRINI, E.; A. TORRES NETTO, DEMINICIS, B. B.; LIMA, E. S. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elefante-anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) em estresse

- hídrico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2010.
5. BLANK AF; SOUZA EM; PAULA JWA; ALVES PB. Comportamento fenotípico e genotípico de populações de manjericão. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 3, jul.- set. 2010.
6. BORGES JÚNIOR, J.C.F.; ANJOS, R.J.; SILVA, T.J.A.; LIMA, J.R.S.; ANDRADE, C.L.T. Métodos de estimativa da evapotranspiração de referência diária para a microrregião de Garanhuns, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.380-390, 2012.
7. ENDRES, L. et al. Photosynthesis and water relations in Brazilian sugarcane. **The Open Agriculture Journal**, Bussum, v.4, p.31-37, 2010.
8. FARIA, A. P. **Avaliação *ex vivo* da tolerância de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis* L.) ao déficit hídrico**. 2010, 84 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
9. FEITOSA, S.S.; ALBURQUERQUE, M.B.; OLIVEIRA, A.P.; PEREIRA, W.E.; BRITO NETO, J.F.; Fisiologia do *Sesamum indicum* L. sob estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico. **Irriga**, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 711-723, outubro-dezembro, 2016.
10. FERNANDES, P.C.; FACANALI, R.; TEIXEIRA, J.P.F.; FURLANI, P.R.; MARQUES, M.O.M. Cultivo de manjericão em hidroponia e em diferentes substratos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira. Brasília**, v.22, p.260- 264, 2004.
11. FONSECA, J. M.; RUSHING, J. W.; RAJAPASKE, N. C.; THOMAS, R. L.; RILEY,
12. M. B.; Potencial implications of medicinal plant production in controlled environments: The case of fever few (*Tanacetum parthenium*). **Hort Science**, v. 41, n. 3, p. 531-535, 2006.
13. GONÇALVES, J. G. R. **Identificação de linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes à seca**. 2013. 82 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2013.
14. HEGAZI, A. M.; EL-SHRAYI, A. M. Impact of salicylic acid and paclobutrazol exogenous application on the growth, yield and nodule formation of common

- bean. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 1, n. 4, p. 834-840, 2007.
15. KHAN N., SYEED S., MASOOD A., NAZAR R., IQBAL N. Application of salicylic acid increases contents of nutrients and antioxidative metabolism inmung bean and alle- viates adverse effects of salinity stress. **Intl. J. Plant. Biology**, 2010.
16. KHAN, W.; PRITHVIRAJ, B.; SMITH, D. L. Photosynthetic responses of corn and soybean to foliar application of salicylates. **Journal of Plant Physiology**, v. 160, n. 5, p. 485-492, 2003.
17. KORDI, S.; SAIDI, M.; GHANBARI, F. Induction of drought tolerance in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) by salicylic acid. **International Journal of Agricultural and Food Research**, Vol. 2 No. 2, p. 18-26, 2013.
18. KUMAR, D. Salicylic acid signaling in disease resistance. **Plant Science**. 228, 127- 124, 2014.
19. LIRA, M. de A.; BRANDÃO, A. R. M.; TABOSA, J. N.; BRITO, G. Q. Estudos preli-minares de resistência à seca em genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 18, n. 1, p. 1- 12, 1989.
20. MACHADO, R. S.; RIBEIRO, R. V.; MARCHIORI, P. E. R.; MACHADO, D. F. S. P.; MACHADO, E. C.; LANDELL, M. G. A. Respostas biométricas e fisiológicas ao deficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. **Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília**, v. 44, n. 12, p. 1575-1582, dez.,2009.
21. MARTINS, I. P. Crescimento e consumo de água por manjericão (*Ocimum basilicum* L.) sob diferentes regimes hídricos. Dissertação (Mestrado) UNESP, Jaboticabal, 2016.
22. MAY, A.; TANAKA, M.A.S.; SILVA, E.H.F.M.; PINHEIRO, M.Q. Ocorrência de cercosporiose em *Ocimum basilicum* L. Centro de horticultura – **Plantas Aromáticas e Medicinais**. 2008. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Aromaticas.htm>>. Acesso em: 04 de julho de 2018.
23. MEIRELES, A. C. M.; ANDRADE, E. M.; CHAVES, L. C. G.; FRISCHKORN, H.; CRISOSTOMO, L. A. A new proposal of the classification of irrigation

- water. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 41, n. 3, p. 349-357, 2010.
24. MIURA, K.; TADA, Y. Regulation of water, salinity, and cold stress responses by salicylic acid. **Frontiers in Plant Science**, 5, 1-12, 2014.
25. NASCIMENTO, S.P.; E.A. BASTOS; ARAÚJO E.C.E; F.R. FREIRE FILHO E.M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, pp. 853-860. 2011.
26. PRAVUSCHI, P. R.; MARQUES, P. A. A.; RIGOLIN, B. H. M.; SANTOS, A. C. P. Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção de óleo essencial do manjericão (*Ocimum basilicum* L.). **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 687-693, 2010.
27. REIS, A.; MIRANDA, B.E.C.; BOITEUX, L.S.; HENZ G.P. Murcha do manjericão (*Ocimum basilicum* L) no Brasil: Agente causal, círculo de plantas hospedeiras e transmissão via semente. **Summa Phytopathologica**, v.33, n.2, p.137-141, 2007.
28. RIBEIRO, R.V.; MACHADO, E.C.; SANTOS, M.G.; OLIVEIRA, R.F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. **Photosynthetica**, v.47, p.215-222, 2009.
29. RODRIGUES, G. Z. P.; DALZUCHIO, T.; GEHLEN, G. Uso do bioensaio com *Allium cepa* L. e análises físico-químicas e microbiológicas para avaliação da qualidade do Rio da Ilha, RS, Brasil. **Acta Toxicologica**, v. 24, n. 2, p. 97-104, Argentina, Buenos Aires , 2016.
30. SADEGHIPOUR, O.; AGHAEI, P. Impact of exogenous salicylic acid application on some traits of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) under water stress conditions. **International Journal of Agriculture and Crop Sciences**, v. 4, n. 11, p. 685-690, 2012.
31. SILVA, T. I.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; SOUSA, L. V.; RIBEIRO, J. A. S.; BRUNO, R. L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B.; *Ocimum basilicum* L. Seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**; V. 10, N.5; 2018. ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760

32. SINGH, B.; USHA, K. Salicylic acid induced physiological and biochemical changes in wheat seedlings under water stress. **Plant Growth Regulation**, v. 39, n. 2, p. 137- 141, 2003.
33. SLAVIK, B. **Methods of studying plant water relations**. New York, Springer-Verlag. 1979, 449 p.
34. SOLOMON, S., DAWEI, Q.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.; TIGNOR, M.; MILLER, H.L. **Climate change 2007: the physical science basis**. Cambridge, Cambridge University Press. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. p. 19-91, 2007.
35. TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia do desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.
36. ZANET, C. **Ácido Salicílico em sementes de *Brachiaria humidicola* Submetidas a Estresse Hídrico**. 2011, 29 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UNOESTE – Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente-SP.