

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE GARANHUNS**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**VERÔNICA MARIA DA SILVA**

**EFEITO DO ÁCIDO SALICÍLICO EM PLANTAS DE  
MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SOB ESTRESSE  
HÍDRICO**

**GARANHUNS - PERNAMBUCO  
AGOSTO DE 2018**

**VERÔNICA MARIA DA SILVA**

**EFEITO DO ÁCIDO SALICÍLICO EM PLANTAS DE  
MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SOB ESTRESSE  
HÍDRICO**

Monografia apresentada ao  
Curso de Agronomia da  
Unidade Acadêmica de  
Garanhuns da Universidade  
Federal Rural de Pernambuco,  
como parte das exigências da  
Disciplina Estágio  
Supervisionado Obrigatório.

**JOSABETE S. B. DE CARVALHO**  
**Orientadora:**

**GARANHUNS - PERNAMBUCO**  
**AGOSTO DE 2018**

**Ficha catalográfica**  
**Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Setorial UFRPE/UAG**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Ariano Suassuna, Garanhuns-PE, Brasil

S586e Silva, Verônica Maria da  
Efeito do ácido salicílico em plantas de manjeriço  
sob estresse hídrico / Verônica Maria da Silva. - 2018.

f. 33

Orientador(a): Josabete S. B. de Carvalho.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação de  
Agronomia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
Departamento de Agronomia, Garanhuns, BR - PE, 2018.  
Inclui referências

1. Alfavaca 2. Plantas - Reguladores 3. Ácido salicílico  
I. Carvalho, Josabete S. B. de, orient. II. Título

CDD 581.31

**VERÔNICA MARIA DA SILVA**

**EFEITO DO ÁCIDO SALICÍLICO EM PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum  
basilicum* L.) SOB ESTRESSE HÍDRICO**

**APROVADA em ----- de agosto de 2018**

---

**Dra. Débora Teresa da R. G. Ferreira**  
(UFRPE/UAG)

---

**Ms. Leandro Dias de Lima**  
(UFRPE/UAG)

---

**Profa. Dra. Josabete Salgueiro Bezerra de Carvalho**  
**Orientadora (UFRPE/UAG)**

Dedico esta monografia a minha Família que sempre me apoiou, principalmente aos meus pais “Carlos Antônio e Maria José” e a minha orientadora, “Prof<sup>a</sup> Josabete Salgueiro” que com toda paciência me ajudou, orientou e incentivou, tornando possível a conclusão deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, essência da criação de tudo que nos rodeia e a origem da minha força para prosseguir nos momentos difíceis dessa conquista;

Aos meus pais Carlos Antônio da Silva e Maria José Frazão da Silva pela minha formação e educação;

Aos meus irmãos (a) Maria Lúcia, João Carlos, Marcos Antônio e Samuel Carlos pelo apoio e incentivo;

A professora Josabete Salgueiro pela paciência, compreensão, orientação e oportunidades que proporcionou;

A instituição de ensino UAG/UFRPE, que me acolheu durante 6 anos e mostrou-me o caminho certo a ser percorrido; a todo seu corpo docente, direção, administração, técnicos, escolaridade e terceirizados.

A coordenação do curso de Agronomia.

A todos os meus amigos de turma e aqueles que ao longo do curso foram agregados; especialmente a minha amiga Jennifer Ferreira que esteve presente academicamente todos estes anos comigo;

Enfim, a todas as pessoas que estiveram comigo e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

**MUITO OBRIGADA!**

*“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,  
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o  
que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o  
que era antes”.*

*(Marthin Luther King)*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	20
5 CONCLUSÕES.....	26
REFERÊNCIAS.....	27



## **EFEITO DO ÁCIDO SALICÍLICO EM PLANTAS DE MANJERICÃO (*Ocimum basilicum* L.) SOB ESTRESSE HÍDRICO**

### **RESUMO**

O manjericão (*Ocimum basilicum* L.) também conhecido por alfavaca é uma planta herbácea, aromática e medicinal de origem asiática que hoje é cultivada em todo o mundo. Além das propriedades medicinais, ele também apresenta uma importância relevante na indústria de cosméticos, perfumaria e condimentos. O estresse hídrico na planta pode ser mitigado através da aplicação de reguladores de crescimento como o ácido salicílico (AS). Devido à crescente demanda por ervas medicinais e aromáticas, e também à necessidade de melhoria do manejo agrônomo das mesmas, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do ácido salicílico no comportamento fisiológico do manjericão submetido ao estresse hídrico. O experimento foi conduzido no telado da Unidade Acadêmica de Garanhuns. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos hídricos: T1: (controle) plantas irrigadas sem AS; T2: plantas irrigadas com AS; T3: plantas não irrigadas sem o AS e T4: plantas não irrigadas com AS, contendo cada tratamento dez repetições, cada uma composta por 1 planta. A concentração de AS utilizada nas plantas foi de 3mM. Os resultados mostraram que o estresse hídrico reduziu significativamente o teor de água nas plantas de manjericão. Essa redução foi de mais de 50% para as plantas não irrigadas (T3; T4). As plantas de manjericão não irrigadas sem AS apresentaram uma redução de 14% na altura das plantas quando comparadas com as plantas irrigadas sem AS. Observa-se que as plantas não irrigadas (T3; T4) apresentaram um aumento de 17% na temperatura foliar. Esse aumento de temperatura favoreceu uma redução significativa de mais de 80% no fechamento estomático das plantas não irrigadas (T3; T4). Estes resultados sugerem que o uso de AS na concentração de 3mM não contribuiu positivamente para as plantas de manjericão sob estresse hídrico.

**Palavras chaves:** Adaptação; Alfavaca; Déficit hídrico; *Ocimum basilicum* L; Regulador de crescimento.

## EFFECT OF SALICYLIC IN MANGERIC (*Ocimum basilicum* L.) PLANTS UNDER WATER STRESS

### ABSTRACT

Basil (*Ocimum basilicum* L.) also known as alfavaca is na herbaceous, aromatic and medicinal plant of Asian origin that is now cultivated all over the world. In addition to the medicinal properties, it also presents a relevant importance in the cosmetics, perfumery and condiments industry. Water stress in the plant can be mitigated through the application of growth regulators such as salicylic acid (SA). Due to the increasing demand for medicinal and aromatic herbs and also the need to improve their agronomic management, this study aimed to evaluate the effect of salicylic acid in the physiological behavior of basilão submitted to water stress. The experimente was conducted on the Academic Unit of Garanhuns. The experimental design was completely randomized, with four water treatments: T1: (control) irrigated plants without SA; T2: plants irrigated with SA; T3: non- irrigated plants with SA, each treatment containing tem replicates each composed of 1 plant. The SA concentration used in plants was 33 mm/L (Brazilian unit of measurement). The results showed that water stress significantly reduced water contente in basil plants. This reduction was more than 50% for non- irrigated plants (T3, T4). Non- irrigated basil plants without SA showed a 14% reduction in plant height when compared to irrigated plants without SA. It is observed that non- irrigated plants (T3;T4) presented a 17% increase in leaf temperature. This increase in temperature favored a significant reductuion of more than 80% in the stomatal closure of the non-irrigated plants (T3;T4). These results suggest that the use of SA did not contribute positively to basil plants under water stress.

Keywords: Adaptation; Alfavaca; Water deficit; *Ocimum basilicum* L; Growth regulator.

## 1 INTRODUÇÃO

O manjeriço (*Ocimum basilicum L.*) é um subarbusto aromático nativo da Ásia tropical e introduzido no Brasil pela colônia italiana. Cultivado em quase todo o território brasileiro em hortas domésticas para uso condimentar e medicinal, podendo ser consumido tanto *in natura* como processado. É também considerado uma erva aromática de importância econômica relevante para o Brasil no que diz respeito à obtenção de óleos essenciais, sendo estes utilizados largamente na indústria de condimentos, cosméticos e perfumaria. Nesse sentido, o manjeriço por ser uma erva de grande interesse para a indústria, pode constituir uma alternativa de geração de renda e também uma excelente oportunidade para os agricultores. A quantidade de cortes possíveis depende da região de plantio. No nordeste do Brasil, há condições climáticas as quais permitem que essa espécie seja cultivada como planta perene, podendo-se realizar vários cortes por ano (CAMILO et al., 2009).

Na Europa, em regiões frias, se comporta como cultura anual (SANTOS et al., 2005). O setor de produção de plantas medicinais e aromáticas no Brasil vem sendo beneficiado de alguns anos até os dias atuais por um aumento no número de pessoas interessadas no estudo dessa matéria (MATTOS, 1997). Todavia, há necessidade de se fazer exaustivos estudos a respeito do cultivo e da produção de tais ervas, para que se tenha êxito na obtenção das características exigidas pelo mercado, uma vez que as condições edafoclimáticas podem interferir no comportamento das espécies.

Como na maioria dos outros organismos, a água representa a maior proporção do volume celular nas plantas e é o recurso mais limitante. Cerca de 97% da água captada pelas plantas são perdidos para a atmosfera. Cerca de 2% são usados para aumento de volume ou expansão celular, e 1%, para processos metabólicos, predominantemente a fotossíntese. O déficit de água ocorre na maioria dos habitats naturais ou agrícolas e é causado principalmente por períodos intermitentes até contínuos sem precipitação. O déficit hídrico pode afetar diferentemente as plantas durante os crescimentos vegetativo e reprodutivo. Quando as células vegetais ficam submetidas ao déficit hídrico, ocorre desidratação celular. O déficit hídrico também induz a acumulação de ácido abscísico (ABA), que promove o fechamento estomático, reduzindo as trocas gasosas e inibindo a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2017).

Segundo (DUTRA, 2015) O ácido salicílico (AS) é um composto pertencente ao grupo fenólico, amplamente distribuído em todo o reino vegetal (SHI et al., 2005), com inúmeras funções reguladoras no metabolismo das plantas (HAYAT et al., 2010; KANG et al., 2014). Já foi verificado efeito do AS sobre a germinação, a regulação do crescimento e do desenvolvimento (KHAN et al., 2003; KABIRI et al., 2012; SHARAFIZAD et al., 2013) a produção de frutos, a absorção e transporte de água e nutrientes (HAYAT et al., 2010), a taxa fotossintética, a condutância estomática, a transpiração (FARIDUDDIN et al., 2003; KHAN et al., 2003), além de atuar como um potente agente antioxidante não-enzimático e ativar os mecanismos de resposta e defesa a estresses ambientais (HAYAT et al., 2010; KANG et al., 2014). No entanto, o mecanismo exato de ação do referido ácido não é bem compreendido, em especial, porque ele pode diferir entre espécies, e pode também depender dos fatores ambientais (PAL et al., 2014).

Estudos recentes têm dado considerável importância à habilidade de o AS induzir efeitos de proteção (adaptação e resistência), em plantas sob estresse hídrico. A aplicação exógena de AS, em baixas concentrações ( $10^{-3}$ - $10^{-6}$  M), exerce efeito determinante na indução de tolerância, em plantas expostas ao estresse hídrico (MAZZUCHELLI et al., 2014), como verificado em tomate (HAYAT et al., 2008), feijão (SENARATNA et al., 2000), aveia (BANDURSKA & STROINSKI 2005) e girassol (HUSSAIN et al., 2008).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos do ácido salicílico nas características morfofisiológicas de plantas de manjeriço sob estresse hídrico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Descrições Botânica de *Ocimum basilicum* L.

A família Lamiaceae é constituída por aproximadamente 258 gêneros e 7.193 espécies, das quais 40% possuem propriedades aromáticas (SILVA et al., 2011). O gênero *Ocimum* compreende, aproximadamente, 50 espécies (MIELE et al., 2001) que se distribuem amplamente no planeta, sobretudo nas regiões tropicais e subtropicais (VIEIRA & SIMON, 2000). Muitas espécies são usadas para fins medicinais, na culinária e no controle de pragas na agricultura, pois são ricas em óleos essenciais (GRAYNER et al., 1996).

O manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) é empregado tanto na indústria culinária quanto fitoterápica e medicina tradicional, devido ao teor e a composição de seu óleo essencial. É um subarbusto aromático, anual, ereto, muito ramificado, com 30-50 cm de altura, nativo da Ásia tropical e introduzido no Brasil pela colônia italiana. Possui folhas simples, membranáceas, com margens onduladas e nervuras salientes, de 4-7 cm de comprimento, flores brancas, reunidas em racemos terminais curtos (SILVA et al., 2005).

O óleo do manjeriço é procurado internacionalmente. Seu principal constituinte é o linalol, sendo utilizado principalmente como acaricida, bactericida e fungicida. Na medicina tem sido aplicado com muito sucesso como sedativo e atualmente há estudos que analisam seu poder anticonvulsivante. Portanto, pode-se dizer que essa substância tem várias utilidades no conhecimento humano. Esses óleos apresentam diversos constituintes de interesse comercial que são utilizados nas indústrias em geral. No Brasil as espécies desse gênero são consideradas ervas aromáticas, restaurativas, que aliviam dores, febres e melhoram a digestão além de combater infecções bacterianas e parasitas intestinais (LORENZI & MATOS, 2002).

As plantas medicinais, aromáticas e condimentares representam enorme potencial como alternativa de diversificação e reconversão nas pequenas propriedades agrícolas, proporcionando maior renda, maior ocupação do solo e da mão-de-obra, além de sustentabilidade produtiva como um todo (PINTO, 2010). As espécies vegetais para uso medicinal têm recebido atenção especial pelos diferentes significados que as plantas medicinais assumem em nossa sociedade como um recurso biológico e cultural, destacando-se

seu potencial genético para o desenvolvimento de novas drogas, possível fonte de recursos financeiros, através de sua comercialização, para o resgate e fortalecimento da identidade cultural e como acesso primário à saúde para muitas comunidades (BUENO et al., 2005).

O uso de plantas medicinais tem despertado crescente interesse devido a sua facilidade de cultivo e ao acesso na obtenção de fitoterápicos (PRAVUSCHI, 2008). Apesar do cultivo de plantas medicinais ser considerado uma das etapas que mais pode interferir na produção de um fitoterápico, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo, as pesquisas agronômicas nessa área ainda estão em um estágio inicial (SILVA-MANN et al., 2003). O incremento no uso da fitoterapia, tanto para o tratamento como para a cura de doenças tem criado maior demanda para comunidade científica na realização de pesquisas visando o maior desenvolvimento e produtividade das plantas medicinais, sem comprometer os princípios ativos. O nordeste brasileiro se caracteriza por apresentar precipitações pluviais irregulares no tempo e no espaço, incrementando assim a probabilidade da ocorrência de eventos como os veranicos, durante a fase crítica de necessidade d'água dos vegetais (PINTO et al., 2008). Todos os aspectos de crescimento e desenvolvimento das plantas são afetados pela deficiência hídrica nos tecidos, causada pela excessiva demanda evaporativa ou limitado suprimento de água. Como consequência dessa deficiência, ocorre desidratação do protoplasto, resultando na diminuição do volume celular e aumento na concentração de solutos (MARTINS et al., 2010). Portanto, o déficit hídrico afeta, em grau variado, todos os estágios ontogenéticos das plantas, induzindo modificações morfológicas, fisiológicas e metabólicas em todos os órgãos (FARIA, 2010).

## **2.2. Estresse Hídrico em Plantas Medicinais**

A deficiência hídrica é um dos fatores abióticos que mais limitam a produtividade das culturas. Porém, nas espécies medicinais, a seca pode além do desenvolvimento, afetar o teor e rendimento do óleo essencial (SANTOS et al., 2004). Plantas de *Calendula officinalis* L., se cultivadas sob diferentes condições hídricas, podem apresentar alterações qualitativas e quantitativas no metabolismo secundário (BORTOLO et al., 2009).

O lento desenvolvimento de deficiência hídrica pode induzir ajuste osmótico em algumas espécies, resultando na manutenção da turgescência celular a baixos potenciais

hídricos durante condição de seca (CARVALHO et al., 2003). Portanto, as plantas de *Calendula officinalis* L. cultivadas sob níveis reduzidos de água no solo diminuem o crescimento e investem no ajuste osmótico (BORTOLO et al., 2009).

A condição de estresse provoca alterações metabólicas nas plantas desencadeando o estresse oxidativo, caracterizado pela superprodução de espécies reativas de oxigênio (ROS) (ESTEVES & SUZUKI, 2008). As plantas protegem suas células dos efeitos fitotóxicos das ROS com o auxílio de enzimas antioxidantes como peroxidase, ascorbato/peroxidase, catalase e polifenoloxidase (REDDY et al., 2004).

Apesar de muitos estudos abordarem o problema do déficit hídrico, são importantes as pesquisas relacionadas à fisiologia, morfologia e bioquímica das respostas dos vegetais ao estresse hídrico, caracterizando-as de forma a observar em que circunstâncias a planta teria condições de se desenvolver de forma satisfatória, onde SILVA et al. (2008) concluiu que plantas jovens de aroeira crescem melhor quando cultivadas com suprimento hídrico de 75% da capacidade de campo, podendo ser cultivadas em níveis de água de até 50% CC, sem apresentar modificações morfológicas e fisiológicas significativas.

### **2.3 O Ácido Salicílico Como Indutor de Resistência ao Estresse Hídrico**

As plantas produzem uma grande variedade de hormônios vegetais entre os quais se incluem as auxinas, giberelinas, ácido abscísico, citocininas e etileno. Recentemente, outros compostos que podem afetar o crescimento e o desenvolvimento vegetal têm sido descritos, dentre eles o ácido salicílico (GONÇALVES et al., 2014).

O Ácido Salicílico (AS) é um regulador de crescimento endógeno de natureza fenólica, o qual participa da regulação de processos fisiológicos nas plantas e também está relacionado com a resistência às doenças (VIEIRA, 2011). O composto desempenha um papel fundamental na tolerância ao estresse hídrico e interesses consideráveis têm sido focados neste ácido, devido à sua capacidade de induzir efeitos de proteção em plantas submetidas ao estresse por escassez de água (AZOOZ & YOUSSEF, 2010) e apresentam inúmeras funções, destacando-se inibição da germinação e do crescimento, interferência na absorção de raízes, redução da transpiração e causa a abscisão foliar (KERBAUY, 2008).

Neste sentido, a aplicação exógena de AS tem sido testada em diferentes cultivos agrícolas com a finalidade de investigar a capacidade deste em atenuar os efeitos adversos causados pela deficiência hídrica, a exemplo da pesquisa desenvolvida por CARVALHO et al. (2007), estudando o efeito do ácido salicílico sobre a germinação e o vigor de sementes de calêndula (*Calendula officinalis L.*) sob estresse térmico e hídrico no qual concluíram que a aplicação de ácido salicílico, contribuiu positivamente na germinação e no índice de velocidade de germinação considerando níveis de estresse hídrico e térmico a 35°C.

(NOREEN et al. 2009), avaliaram o efeito da aplicação foliar de AS na alteração da capacidade antioxidante de plantas de girassol (*Helianthus annuus*) sob estresse salino, e, neste trabalho, o AS promoveu aumento na atividade das enzimas peroxidase e superóxido dismutase foliares. Contudo a atividade da catalase permaneceu inalterada, tanto na condição salina como no controle, os autores observaram também aumentos na capacidade fotossintética e no crescimento das plantas tratadas com o AS (VIEIRA, 2011).

Para o grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*), (HAYAT et al., 2010), avaliando alterações no crescimento, fotossíntese, metabolismo do nitrogênio e no sistema de defesa antioxidante, constataram que a concentração de  $10^{-5}$  mol L<sup>-1</sup> promoveu aumento significativo sobre a condutância estomática, taxa fotossintética líquida e nos teores de carboidratos, respectivamente, aos 90 dias após a semeadura. Estes resultados sugerem que o uso de AS aumenta consideravelmente a capacidade produtiva da planta e que a resposta depende do ambiente adotado, da concentração e da forma de aplicação.

Em estudos realizados por (HABIBI, 2012) recomendam-se a quantidade de 500 µM de ácido salicílico para aumentar o conteúdo relativo de água, a taxa fotossintética, transpiração e condutância estomática em plantas de cevada (*Hordeum vulgare L.*). Isto significa dizer que o uso de AS em concentrações adequadas aumenta a capacidade fotossintética e, conseqüentemente, produtividade da cultura e que a resposta da planta a este hormônio depende das condições ambientais, cultivar, época de aplicação dose e forma de uso (NIVEDITHADEVI et al., 2012).

Como se verifica, na literatura, ainda são poucos os estudos sobre os compostos que conferem resistência ao manjericão em condições de estresse hídrico nestas fases críticas que



são germinação das sementes, emergência das plântulas e crescimento inicial. Dessa forma, se fazem necessários, estudos que busquem estas informações, conhecimentos sobre os produtos que possam ser utilizados para estimular a formação destes compostos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em estufa da 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 807 m, 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 897 mm anuais, sendo quadrimestre mais chuvoso, representado pelos meses de maio a agosto (BORGES JÚNIOR et al., 2012).

O material vegetal utilizado foram sementes de alfavaca basilicão (*Ocimum basilicum* L.), pertencentes ao lote (102439-006-52), adquiridas no comércio de Garanhuns-PE. As sementes foram plantadas em vasos com capacidade de 5 kg e após 30 dias da semeadura foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por vaso. O solo utilizado no experimento foi areno-argiloso coletado na sementeira municipal de Garanhuns-PE. Segundo análise físico-química do solo, realizada no Laboratório de solos da UAG, não houve a necessidade de adubação complementar.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos hídricos: T1: (controle) plantas irrigadas sem AS; T2: plantas irrigadas com AS; T3: plantas não irrigadas sem AS e T4: plantas não irrigadas com AS, contendo cada tratamento dez repetições, cada uma composta por 1 planta. A capacidade de campo (480 ml) foi determinada previamente, por meio da análise física do solo.

A solução do ácido salicílico foi preparada no Laboratório de Biologia Vegetal da UFRPE-UAG, a concentração utilizada foi de 3mM/L, segundo a metodologia de (KORDI; SAIDI; GHANBARI, 2013; SILVA et al., 2018). A aplicação do AS foi realizada após 45 dias da semeadura, no período da manhã onde a temperatura é mais amena evitando assim interferência nos resultados, sendo aplicado via foliar na parte abaxial e adaxial por ser uma planta anfiestomática. 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, onde

foi finalizado o experimento e realizada as variáveis morfofisiológicas. A duração total do experimento foi de 53 dias.

### 3.1 Avaliação das Variáveis Morfofisiológicas

a) Avaliação dos Sintomas Visuais: foram avaliados os sintomas visuais de murcha, em uma escala de notas de 1 a 5 (Tabela1), desenvolvida com base na metodologia de LIRA et al. (1989).

**Tabela 1:** Sintomas de murcha em resposta ao estresse hídrico

ESCALA	DESCRIÇÃO DOS SINTOMAS
1	Ausência de murcha
2	Plantas murchas
3	Plantas muito murcha
4	Plantas muito murcha e com coloração amarelada (clorose)
5	Plantas senescentes (mortas, necrosadas)

Fonte: Elaboração própria

b) Altura de Plantas (cm): foram medidas, com auxílio de trena, a distância entre o colo da planta e a extremidade do broto terminal do ramo principal.

c) Condutância Estomática (em  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e Temperatura Foliar: foram aferidas utilizando-se um porômetro de equilíbrio dinâmico da LICOR (modelo LI-1600d), essa leitura foi realizada de 7:00h até às 10:00h da manhã.

d) O Teor Relativo de Água foi determinado segundo adaptações do método de SLAVICK, (1979). Para a determinação do TRA retirou-se 6 discos foliares com diâmetro aproximado de 10 mm cada um e imediatamente pesados (Pf) em balança com precisão de 1 mg. 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).

$$\text{TRA: } [(Pf-Ps)/(Pst-Ps)]*100$$

Em que:

TRA: teor relativo de água da folha, %

Pf: peso do material fresco, mg;

Ps: peso do material após secagem em estufa, mg;

Pst: peso do material saturado, mg.

e) Índice de Clorofila: Foi utilizado o medidor eletrônico de teor de clorofila, CLOROFILOG CFL1030, da marca FALKER.

f) 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 da parte aérea da planta.

### **3.2 Análise Estatística**

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.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 Sintomas de Murchas

Os resultados mostraram que a aplicação do AS não afetou significativamente as plantas, ou seja, não houve efeito atenuador do AS para as plantas não irrigadas (T3; T4), observou-se as folhas muito murchas (nota 3,0), sem clorose, como mostra a figura 1. Segundo TAIZ & ZEIGER (2017), a murcha de folhas em resposta ao déficit hídrico, por exemplo, reduz a perda de água pela folha e a exposição à luz incidente, diminuindo o estresse pelo calor sobre as folhas.

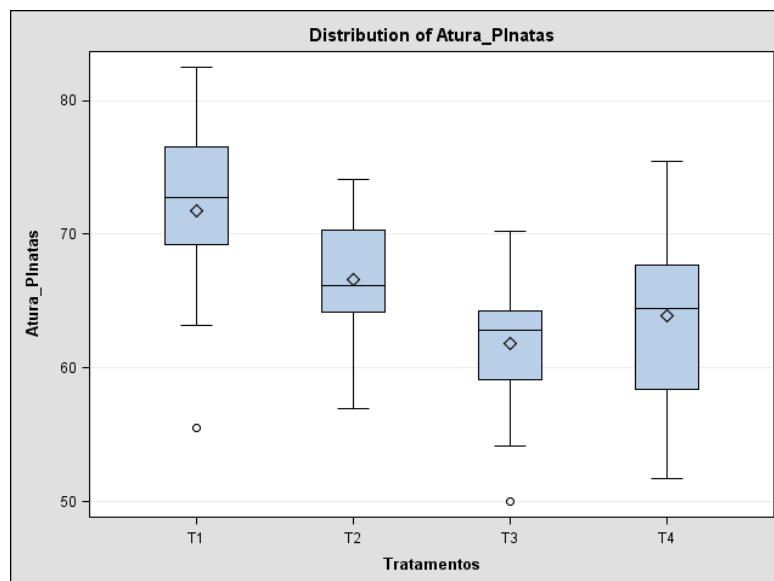


**Figura 1:** Visão geral de plantas de manjeriçao não irrigadas por cinco dias. T1- Plantas irrigadas sem AS; T2- Plantas irrigadas com AS; T3- Plantas não irrigadas sem AS; e T4- Plantas não irrigadas com AS.

### 4.2 Altura das Plantas

As plantas de manjeriçao não irrigadas sem AS (T3, 61,8 cm) obtiveram uma redução significativa na altura de 14% quando comparadas com as plantas irrigadas sem AS (T1, 71,7 cm). Para as plantas com AS não foram observadas reduções significativas, portanto o AS pode ter atenuado os efeitos do estresse na altura dessas plantas (Figura 2). KORDI et al. (2013), relatam que o AS pode ser considerado um regulador de crescimento com potencial para aumentar o crescimento das plantas de manjeriçao sob estresse hídrico. (SILVA et al.,

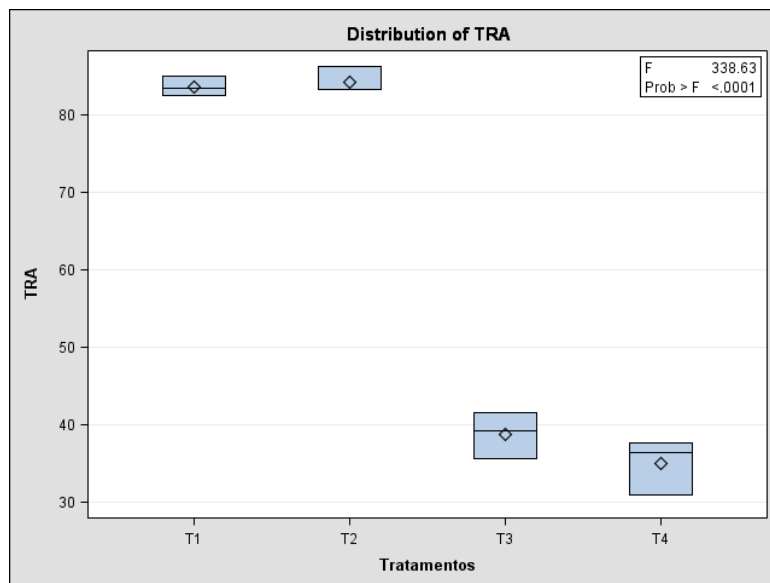
2018), comenta que o AS tem efeito benéfico sobre a qualidade das sementes de manjeriço sob estresse salino e que doses acima de 1mM apresentam efeitos tóxicos.



**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.

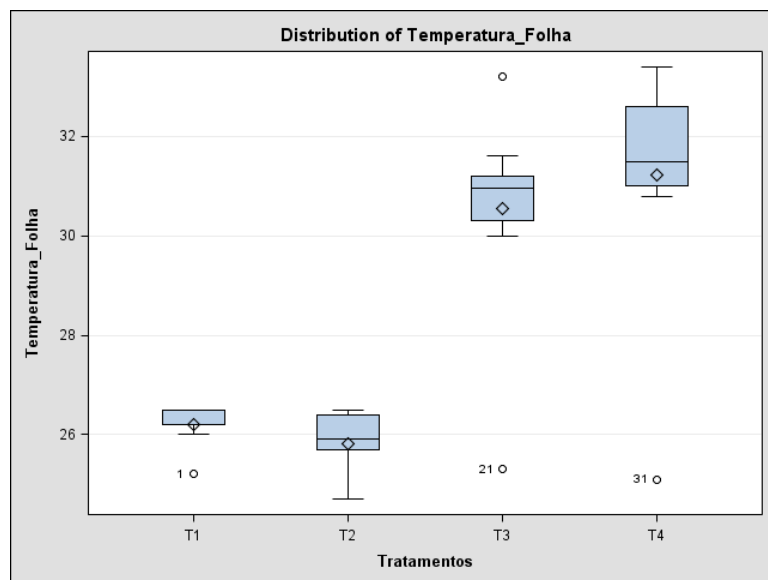
### 4.3 Teor Relativo de Água, Temperatura, Condutância Estomática e Índice de Clorofila da Folha

A medição do teor relativo da água da planta é um importante índice fisiológico na identificação de plantas com resposta ao estresse hídrico. Os resultados mostraram que o estresse hídrico reduziu significativamente o teor de água nas plantas de manjeriço. Essa redução foi de mais de 50% para as plantas não irrigadas (T3; T4), não havendo efeito positivo do AS (Figura 3). Redução do TRA na folha devido a estresse hídrico está relacionada à redução da umidade do solo, nestas condições a temperatura é aumentada e os estômatos são fechados para evitar perdas de água.



**Figura 3:** Teor relativo de água 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.

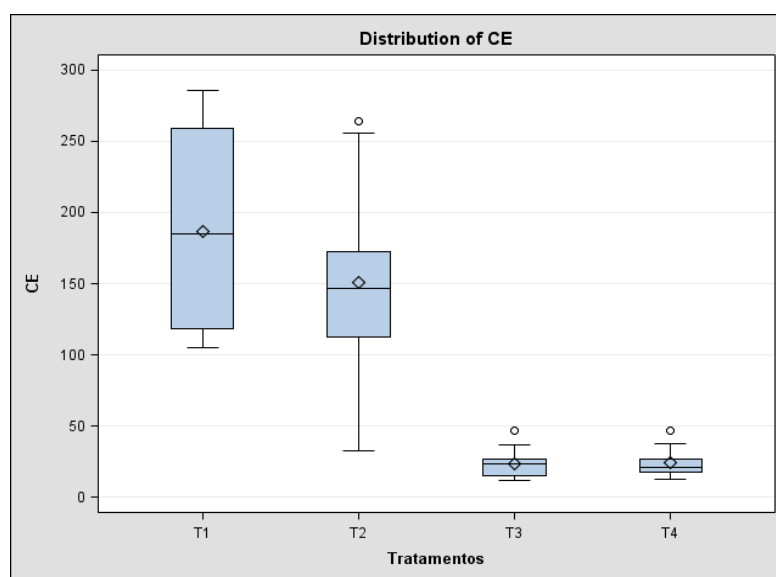
A temperatura foliar é uma variável de grande importância para o metabolismo e realização das trocas gasosas das plantas. Observa-se que as plantas não irrigadas (T3; T4) apresentaram um aumento de 17% na temperatura (Figura 4), não havendo diferenças significativas entre elas.



**Figura 4:** Temperatura foliar 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.

Esse aumento de temperatura favoreceu uma redução significativa de mais de 80 % no fechamento estomático das plantas não irrigadas (T3; T4) como pode ser visualizado na figura 5.

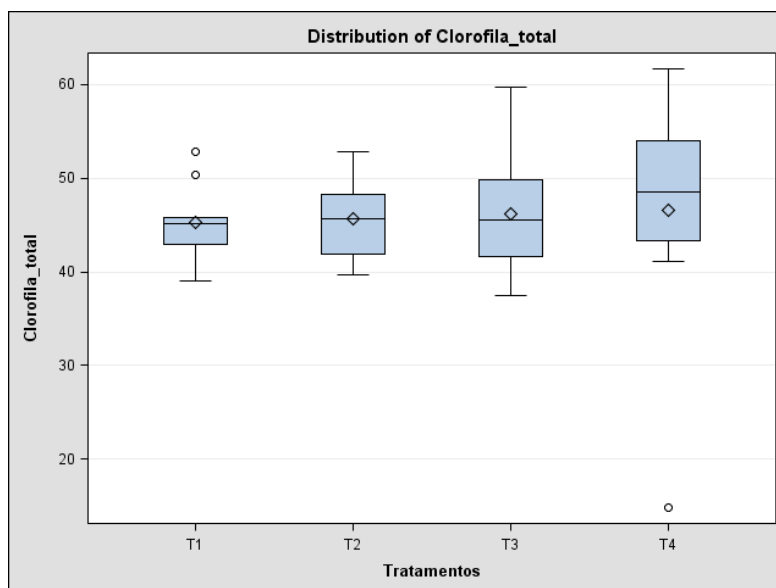
De acordo com KERBAUY (2008), a condutância estomática tem efeito sobre a fotossíntese e conseqüentemente sobre a produção de massa seca. As mudanças na resistência estomática são importantes para a regulação da perda de água pela planta e para o controle da taxa de absorção de dióxido de carbono necessária à fixação contínua de CO<sub>2</sub> durante a fotossíntese (TAIZ & ZEIGER, 2017). Em situação de baixa disponibilidade de água no solo as plantas reduzem a perda de água ao reduzirem a condutância estomática (COSTA & MARENCO, 2007). Nessas condições, a taxa de fotossíntese também acaba sendo reduzida (FERRAZ et al., 2012), devido justamente a diminuição da área foliar, murchamento, enrolamento de folhas e fechamento de estômatos (TAIZ & ZEIGER, 2017).



**Figura 5:** Condutância estomática 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 ao índice de clorofila total (Figura 6), não houve diferenças significativas entre os tratamentos. É relatado na literatura que com a elevação da temperatura, pode ocorrer à degradação das clorofilas, estimulando a ação da rubisco oxigenase, promovendo a fotorrespiração (FEITOSA et al., 2016).

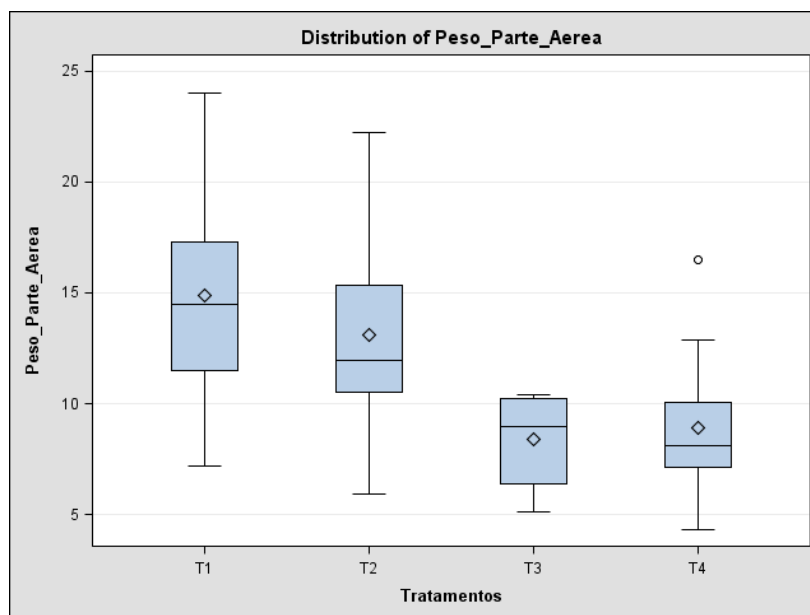




**Figura 6:** Índice de clorofila total das plantas de *O. basilicum* L. aos 53 dias de cultivo. T1- Plantas irrigadas sem AS; T2- Plantas irrigadas com AS; T3- Plantas não irrigadas sem AS; e T4- Plantas não irrigadas com AS.

#### 4.4 Massa Seca da Parte Aérea

Os resultados mostraram que houve diferenças significativas entre as plantas irrigadas (T1; T2) e plantas não irrigadas (T3; T4), não havendo efeito positivo do AS (Figura 7). De acordo com o trabalho de (ACIOLY et al., 2017), as plantas de manjeriço 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 7:** Massa seca da parte aérea 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.

## 5 CONCLUSÕES

- O estresse hídrico reduziu o teor de água nas plantas de manjeriço, aumentou a temperatura foliar e promoveu o fechamento estomático, essas variáveis podem ser utilizadas como estratégia de adaptação ao estresse hídrico;
- O ácido salicílico utilizado na concentração de 3mM/l em plantas de manjeriço não contribui positivamente para atenuar os efeitos do estresse hídrico nessas plantas.

## REFERÊNCIAS

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., Anais... Natal, 2017.

AZOOZ, M. M.; YOUSSEF, M. M. Evaluation of heat shock and salicylic acid treatments as inducers of drought stress tolerance in hassawi wheat. **American Journal of Plant Physiology**, v. 5, n. 2, p. 56-70, 2010.

BANDURSKA, H.; STROINSKI, A. The effect os salicylic on barley response to water deficit. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 27, n.3b, p.379-386, 2005.

BORGES JÚNIOR, J.C.F. et al., 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.

BORTOLO, D.P.G.; MARQUES, P.A.A.; PACHECO, A.C. Teor e rendimento de flavonóides em calêndula (*Calendula officinalis* L.) cultivada com diferentes lâminas de irrigação. **REV. BRAS. PL. MED.**, Botucatu, v.11, n.4, p.435-441, 2009.

BUENO, A.X. et al., **Efeitos do extrato aquoso obtido das folhas da *hyptis pectinata* (sambacaitá) sobre o sistema nervoso central de roedores**, Dissertação, Universidade Federal de Sergipe, 2005.

CAMILO, J.S. et al., Produção agrônômica de *Ocimum basilicum* L. em casa de vegetação e a campo nas épocas Primavera-Verão e Outono-Inverno, Dissertação **Horticultura Brasileira**, Universidade Federal de Uberlândia, 2009.

CARVALHO, P. R.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis L.*) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p.114-124, 2007.

CARVALHO, L.M. et al., Disponibilidade de água no solo e crescimento de artemísia. **Horticultura brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.726-730, 2003.

COSTA, G. F.; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

DUTRA, W. F. **Ácido salicílico como indutor de tolerância ao déficit hídrico nas fases de germinação e crescimento inicial de feijão caupi**. 2015. 97f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias - PPGCA)- Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2015.

ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v.12, p.662-679. 2008.

FARIA, A.P. **Avaliação ex vivo da tolerância de cultivares de mamoneira (*Ricinus communis L.*) ao déficit hídrico**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FARIDUDDIN, Q.; HAYAT, S.; AHMAD, A. Salicylic acid influences net photosynthetic rate, carboxylation efficiency, nitrate reductase activity and seed yield in Brassica Juncea. **Photossynthetica**, v.41, n.2, p.281-284, 2003.

FEITOSA, S.S. et al., 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.

FERRAZ, R.L.S. et al., Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 2, p. 181-188, 2012.

GRAYER, R.J. et al. Infraespecific taxonomy and essential oil chemotypes in sweet basil, *Ocimum basilicum*. **Phytochemistry**, v.43, n.5, p.1033-9, 1996.

GONÇALVES, K.S. et al., Application of potassium phosphite to eucalyptus submitted to water stress. in: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2014, Fortaleza, **Anais...** Fortaleza: Inovagri international meeting, 2014.

HABIBI, G. Exogenous salicylic acid alleviates oxidative damage of barley plants under drought stress. **Acta Biologica Szegediensis**, v. 56, n. 1, p. 57-63, 2012.

HAYAT, S. et al., Growth of tomato (*Lycopersicon esculentum*) in response to salicylic acid under water stress. **Journal of Plant Interactions**, v.3, n.4, p.297-304, 2008.

HAYAT, Q. et al., Salicylic acid mediated changes in growth, photosynthesis, nitrogen metabolism and antioxidant defense systemic *Cicer arietinum L.* **Plant, Soil Environment** v. 58, n. 9, p. 417-423, 2010.

HUSSAIN, M. et al. Improving drought tolerance by exogenous application of glycinebetaine and salicylic acid in sunflower. **Journal of Agronomy & Crop Science**, New York, v. 194, n. 3, p. 193-199, 2008.

KABIRI, R.; FARAHDAKHS, H.; NASIBI, F. Effect of drought stress and its interaction with salicylic acid on black cumin (*Nigella sativa*) germination and seedling growth. **World Applied Sciences Journal**, v.18, n.4, p.520-527, 2012.

KANG, G.; LI, G.; GUO, T. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, n.9, p.2287-2297, 2014.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2. Ed. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**, 431 p., 2008.

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.

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.

LIRA, M.A. et al., Estudos preliminares de resistência à seca em genótipos de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 18, n. 1, p. 1-12, 1989.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais no Brasil**; nativas e exóticas. Nova Odessa: Instituto plantarum, 544 p., 2002.

MARTINS, M.O. et al., Crescimento de plantas jovens de Nim-Indiano (*Azadirachta indica* a. juss. - Meliaceae) sob diferentes regimes hídricos. **REV. ÁRVORE**, Viçosa, v.34, n.5, 2010.

MATTOS, J.K.A. Tendência fitotécnicas e econômicas de espécies vegetais utilizadas na medicina popular. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.15, p.161-162, 1997.

MAZZUCHELLI, E.H.L. Rustificação de mudas de eucalipto via aplicação de ácido salicílico. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 44, n. 4, p. 443-450, 2014.

MIELE, M. et al. Methyleugenol in *Ocimum basilicum* L. cv. Genovese Gigante. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.49, p.517-21, 2001.

NIVEDITHADEVI, D.; SOMASUNDARAM, R.; PANNERSELVAM, R. Effect of abscisic acid, paclobutrazol and salicylic acid on the growth and pigment variation in *Solanum Trilobatum*. **International Journal of Drug Development e Research**, v. 4, n. 3, p. 236-246, 2012.

NOREEN, S. et al., Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, n.1, p. 473-479, 2009.

PÁL, M. et al., Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v.200, n.1, p.1-11, 2014.

PINTO, C.M. et al., Crescimento, distribuição do sistema radicular em amendoim, gergelim e mamona a ciclos de deficiência hídrica. **REV. CIÊN. AGRON.**, v.39, n.3, p. 429-439, 2008.

PINTO, D.A. **Efeitos de Lâminas de Irrigação Sobre as Características de Crescimento, Produção e Qualidade de Óleo Essencial de Capim-limão**. Tese (Doutorado) Viçosa, 2010.

PRAVUSCHI, P.R. **Efeito de diferentes lâminas de irrigação na produção do óleo essencial do manjeriço**. Dissertação (mestrado) Presidente Prudente, 2008.

REDDY, A. R.; CHAITANYA, K. V.; VIEKANANDA, M. Drought-induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. **Journal of Plant Physiology**, v.16, p.1189-1202, 2004.

SANTOS, T.T. et al., Efeito do estresse hídrico na produção de massa foliar e teor de óleo essencial em sambacaitá (*Hyptispectinata* L.). **Horticultura Brasileira**, v.22, n.1, p. 1-4, Suplemento 1, 2004.

SANTOS, J.E. et al., Cultivo de alfavaca em sistema hidropônico sob diferentes concentrações de solução nutritiva. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.21, n.2, p.21-24, 2005.

SENARATNA, T. et al., Acetyl salicylic acid (aspirin) and salicylic acid induce multiple stress tolerance in bean and tomato plants. **Plant Growth Regulation**, v.30, n.2, p. 157-161, 2000.

SHARAFIZAD, M. et al., Effect of salicylic acid pretreatment on germination of wheat under drought stress. **Journal of Agricultural Science**, v.5, n.3, p.179-199, 2013.

SHI, Q. et al., Effects of different treatments of salicylic acid on heat tolerance, chlorophyll fluorescence, and antioxidant enzyme activity in seedlings of *Cucumis sativa* L. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 52, n. 2, p. 793-800, 2005.

SILVA, T.I. et al., *Ocimum basilicum* L. seeds quality as submitted to saline stress and salicylic acid. **Journal of Agricultural Science**; v. 10, n.5; 2018.

SILVA, J.G. et al., Multivariate analysis of vegetative and reproductive morphological characters in *Hyptis* Jacq. **Int. J. Bot.**, v.7, n.1, p.42-52, 2011.

SILVA, M.A.V. et al., Respostas estomáticas e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetida a diferentes regimes hídricos. **R. ÁRVORE**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.335-344, 2008.

SILVA, F. et al., Basil conservation affected by cropping season, harvest time and storage period. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4. Apr. 2005.



SILVA-MANN, R. et al., Avaliação de componentes de produção de sambacaitá no primeiro corte. **Horticultura brasileira**, v.21, n.2, p.1-4, Suplemento 2, 2003.

SLAVICK, B. **Methods of Studying Plant Water Relations**. New York: Springer-Verlag, 1979. 449 p.

VIEIRA, J.G. **Exogenous application of salicylic acid in beanstalks**. 2011. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2011.

VIEIRA, R.F.; SIMON, J.E. Chemical characterisation of basil (*Ocimum basilicum* L.) found in markets and used in traditional medicine in Brazil. **Economical Botany**, v.54, p.207-16, 2000.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZANET, C. **Ácido Salicílico em Semente de *Brachiaria humidicola* Submetidas a Estresse Hídrico**, Dissertação (mestrado) Presidente Prudente, 2011.