



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA  
DOUTORADO EM FITOTECNIA

JOSÉ EDUARDO SANTOS BARBOZA DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELOEIRO: EFEITOS DO TRATAMENTO DE  
SEMENTES COM ATENUADORES DE ESTRESSE SALINO E EFLUENTE DE  
PISCICULTURA**

MOSSORÓ - RN

2021

JOSÉ EDUARDO SANTOS BARBOZA DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELOEIRO: EFEITOS DO TRATAMENTO DE  
SEMENTES COM ATENUADORES DE ESTRESSE SALINO E EFLUENTE DE  
PISCICULTURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Orientador: Prof. Dr. Salvador Barros Torres

Coorientador: Prof. Dr. Caio César Pereira Leal

MOSSORÓ - RN

2021

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S586p Silva, José Eduardo Santos Barboza.

PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELOEIRO: EFEITOS DO  
TRATAMENTO DE SEMENTES COM ATENUADORES DE  
ESTRESSE SALINO E EFLUENTE DE PISCICULTURA / José

Eduardo Santos Barboza Silva. - 2021.

77 f. : il.

Orientador: Salvador Barros Torres.  
Coorientador: Caio César Pereira Leal.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural  
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em ,  
2021.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCCs) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

JOSÉ EDUARDO SANTOS BARBOZA DA SILVA

**PRODUÇÃO DE MUDAS DE MELOEIRO: EFEITOS DO TRATAMENTO DE  
SEMENTES COM ATENUADORES DE ESTRESSE SALINO E EFLUENTE DE  
PISCICULTURA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

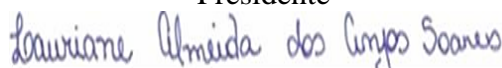
Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Defendida em: 20/05/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



Salvador Barros Torres, Prof. Dr. (EMPARN/UFERSA)  
Presidente



Lauriane Almeida dos Anjos Soares, Profa. Dra. (UFCG)  
Membro Examinador



Marciana Bizerra de Moraes, Dra. (UERN)  
Membro Examinador



Nildo da Silva Dias, Prof. Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador



Clarisse Pereira Benedito, Profa. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar condições de concluir mais essa etapa de minha breve jornada. Sem Ele não saberia para onde ir, nem aonde chegar.

A minha família, em especial, a Keylan Guirra, minha esposa, e filhos (Miguel Fernando, Dulce Maria e Helena D'Ávila), meus diplomas mais importantes. Por Deus e por vocês, meus trabalhos e estudos.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI), *Campus Corrente*, por investir em minha qualificação e conceder afastamento parcial que permitiram me dedicar ao curso.

A Universidade Federal do Semi-Árido – UFERSA e ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia – PPGFITO por proporcionarem meus estudos no programa com qualidade e pelo apoio na pesquisa que deu origem a este trabalho.

Ao professor Salvador Barros Torres, meu orientador, pela amizade e paciência comigo. Agradeço por me auxiliar na pesquisa e durante esse período de curso. Também agradeço a Caio C. P. Leal, meu coorientador, pela parceria e dedicação prestada. Muito obrigado!

A todos que direta e indiretamente participaram deste processo comigo, desde sua concepção até agora, os amigos e guerreiros: Keylan Guirra, Moadir Leite, Anna Letícia, Francisco Neto, Washington Brito, Emanoela Paiva, Sara Monaliza e toda a equipe do Laboratório de Análise de Sementes (LAS) da UFERSA.

“O grande poeta existe para mostrar ao homem  
pequeno o quanto ele é grande”

G. K. Chesterton

## RESUMO

A escassez de recursos hídricos de qualidade e em quantidade suficiente para atender aos vários setores da sociedade tem motivado a realização de pesquisas sobre outras fontes alternativas de água para a agricultura. A maioria dessas águas, que também podem ser subterrâneas, apresentam altas condutividades elétricas. A salinidade pode prejudicar a germinação das sementes, estabelecimento e desenvolvimento vegetal, devido aos efeitos osmótico, iônico e tóxico dos sais em solução. Com isso, o tratamento de sementes com reguladores vegetais tem se mostrado viável para atenuar os efeitos deletérios do estresse salino. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos de tratamentos de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) com atenuadores de estresse no desenvolvimento e qualidade de mudas produzidas com água salina subterrânea (poço) e residuária de piscicultura (biossalina). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro tratamentos de sementes e três diluições de água), com quatro repetições de 25 sementes. Os produtos utilizados no tratamento das sementes foram os ácidos salicílico e giberélico e tiametoxam, além do controle (sementes não tratadas). As águas utilizadas (poço e biossalina) foram diluídas nas proporções 0, 50 e 100% (abastecimento, diluição e poço ou biossalina). Os experimentos foram conduzidos em dois ensaios, com os híbridos Goldex (Amarelo) e Grand Prix (Pele-de-sapo), por tipo de água avaliado. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e as médias avaliadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. A utilização de água salina de poço afetou o desenvolvimento inicial de mudas melão Goldex e Grand Prix. No entanto, a partir do tratamento das sementes de melão Grand Prix com ácido salicílico e tiametoxam, a atenuação dos efeitos da salinidade da água de poço foi mais efetiva. Já com a utilização de água biossalina da piscicultura, não houve prejuízos à emergência, mas prejudicou o estabelecimento de mudas da cultivar Grand Prix. Contudo, os pré-tratamentos de sementes com ácidos salicílico e giberélico atenuaram os efeitos da salinidade da água biossalina e proporcionaram mudas de meloeiro mais vigorosas.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo* L. Giberelina. Ácido salicílico. Tiametoxam. Água salina.

## ABSTRACT

The scarcity of quality water resources in sufficient quantity to serve the various sectors of society has motivated research into other alternative sources of water for agriculture. Most of these waters, which can also be underground, have high electrical conductivities. Salinity can impair seed germination, plant establishment and development, due to the osmotic, ionic and toxic effects of salts in solution. With this, the treatment of seeds with plant regulators has been shown to be viable to mitigate the deleterious effects of saline stress. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of melon (*Cucumis melo* L.) seed treatments with stress attenuators in the development and quality of seedlings produced with groundwater (well) and fish farm (biosaline). The design used was completely randomized, in a factorial scheme 4 x 3 (four seed treatments and three water dilutions), with four replications of 25 seeds. The products used in the treatment of seeds were the acids salicylic and gibberellic and thiamethoxam, in addition to the control (untreated seeds). The water used (well and biosaline) was diluted in the proportions 0, 50 and 100% (supply, dilution and well or biosaline). The experiments were conducted in two trials, with the hybrids Goldex (Yellow) and Grand Prix (Frog skin), according to the type of water evaluated. The collected data were submitted to variance analysis and the means evaluated by the Scott-Knott test, at 5% probability. The use of saline water from well affected the initial development of Goldex melon seedlings and Grand Prix. However, from the treatment of Grand Prix melon seeds with salicylic acid and thiamethoxam, the attenuation of the salinity effects of water from well was more effective. In turn, the use of biosaline water from the fish farm did not harm the emergence, but it harmed the establishment of seedlings of the Grand Prix cultivar. However, the pre-treatments of seeds with salicylic and gibberellic acids attenuated the salinity effects of biosaline water and provided more vigorous melon seedlings.

**Keywords:** *Cucumis melo* L. Gibberellin. Salicylic acid. Thiamethoxam. Saline water



## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1 – Frutos de cultivares de melões amarelo Goldex (a) e pele-de-sapo Grand Prix (b)..... 16
- Figura 2 – Mapa da divisão político-administrativa do semiárido brasileiro (IBGE, 2018).....17
- Figura 3 – Representação gráfica dos efeitos da salinidade nas plantas. Adaptado de Javed et al., 2019..... 19

### CAPÍTULO II

- Figura 1 – Índice de velocidade de emergência de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço (a) e com diferentes tratamentos de sementes (b). A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam..... 39
- Figura 2 – Emergência (a), índice de velocidade de emergência (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam.....40
- Figura 3 – Comprimento de parte aérea (a), comprimento de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam..... 41
- Figura 4 – Comprimento de parte aérea (a), comprimento de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com

	diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam.....	43
Figura 5	– Massa seca de parte aérea (a), massa seca de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço.....	44
Figura 6	– Massa seca de parte aérea de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço.....	45
Figura 7	– Massas secas de raízes de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço (a) e com diferentes tratamentos de sementes (b). A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam.....	46
Figura 8	– Aminoácidos totais (a) e açúcares solúveis (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço.....	47
Figura 9	– Aminoácidos totais (a) e prolina (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. Tratamento de sementes: A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam.....	48

### CAPÍTULO III

- Figura 1 – Emergência (a), índice de velocidade de emergência (b) de mudas de melão, cultivar Goldex, oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes tipos de água biossalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = água biossalina..... 62
- Figura 2 – Emergência (a e b), índice de velocidade de emergência (c e d) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes tipos de água biossalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura.....63
- Figura 3 – Comprimento de parte aérea (a e c), comprimento de raiz (b e d) de plântulas de melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes tipos de água biossalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura..... 64
- Figura 4 – Massa seca de parte aérea (a e c), massa seca de raiz (b e d) de plântulas de melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes tipos de água biossalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura..... 67
- Figura 5 – Aminoácidos totais (a e c) e prolina (b e d) de plântulas de melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes tipos de água biossalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de

piscicultura; A3 = efluente de piscicultura..... 69

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1 – Conteúdo de cátions e ânions, acidez, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio e classificação das águas utilizadas para irrigação das plântulas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) em casa de vegetação..... 36

### CAPÍTULO III

- Tabela 1 – Conteúdo de cátions e ânions, acidez, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio e classificação das águas utilizadas para irrigação das plântulas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) em casa de vegetação.....60

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I – EFEITOS DOS SAIS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA CULTURA DO MELOEIRO EM AMBIENTE SALINO.....</b>		<b>14</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>15</b>
2.1.	Aspectos gerais do meloeiro no Brasil.....	15
2.2.	Características da água no semiárido: estratégias de manejo para uso na agricultura.....	16
2.3.	Efeitos da salinidade nas plantas.....	19
2.4.	Utilização de reguladores e bioativador como atenuadores de estresses abióticos em sementes e mudas .....	20
<b>3.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>
 <b>CAPÍTULO II – TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS COM FITORREGULADORES E BIOATIVADOR ATENUAM O ESTRESSE SALINO EM MELÃO: EFEITOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS.....</b>		<b>33</b>
<b>RESUMO.....</b>		<b>33</b>
<b>ABSTRACT.....</b>		<b>33</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>38</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>49</b>
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
 <b>CAPÍTULO III – TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS DE SEMENTES DE MELÃO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS IRRIGADAS COM ÁGUA BISSALINA.....</b>		<b>56</b>
<b>RESUMO.....</b>		<b>56</b>
<b>ABSTRACT.....</b>		<b>56</b>
<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>57</b>
<b>2.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>58</b>

<b>3.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>61</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>5.</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>72</b>

## CAPÍTULO I

### EFEITOS DOS SAIS E ESTRATÉGIAS DE MANEJO NA CULTURA DO MELOEIRO EM AMBIENTE SALINO

#### 1. INTRODUÇÃO

O meloeiro (*Cucumis melo* L.) é uma olerícola, com cultivo em todo o Brasil, cuja produção é destaque nos estados da Bahia, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte. Localizados na região semiárida do país, possuem condições de luminosidade e temperatura que favorecem o cultivo da espécie (OLIVEIRA et al., 2019).

No semiárido brasileiro, devido às suas características edafoclimáticas, é frequente a escassez de água superficial em quantidade suficiente para a agricultura, como também a qualidade química é geralmente inferior. Nessa região é comum os produtores utilizarem águas subterrâneas que, em muitos casos, apresentam elevados teores de sais em solução. O uso contínuo dessas águas com salinidade elevada pode prejudicar os cultivos agrícolas e os solos produtivos, inviabilizando até as explorações futuras (AKRAMI e ARZANI, 2019).

Diante da escassez hídrica, uma alternativa é a utilização de águas residuárias, oriundas de integração da produção piscícola com agricultura. Os efluentes dos tanques de piscicultura apresentam uma alta carga orgânica e sais úteis à nutrição das plantas, entretanto, podem apresentar altas salinidades a depender da qualidade inicial da água (LEITE et al., 2017). Ainda assim, as águas residuárias provenientes do rejeito de piscicultura podem ser utilizadas nos cultivos, desde que ocorra o manejo adequado deste recurso durante o ciclo produtivo.

As fases mais sensíveis para a salinidade são a germinação de sementes e o desenvolvimento de mudas. Nessas fases, a salinidade elevada pode impedir a germinação e a emergência de plântulas, devido à redução do potencial hídrico do substrato provocado pelo excesso de sais em solução. Essa redução pode ocasionar falhas no estande e prejuízos ao desenvolvimento inicial e qualidade das mudas. Além desse efeito osmótico, os íons presentes na solução podem provocar a toxidez nos tecidos vegetais, principalmente pela ação do  $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ , afetando o metabolismo vegetal (LECHOWSKA et al., 2019).

Para viabilizar a utilização de águas salobras é necessária a adoção de tecnologias que diminuam os efeitos nocivos dos sais nas plantas. Dentre essas técnicas, recomenda-se o tratamento de sementes com reguladores vegetais e bioativadores. Nesse sentido, os ácidos giberélico e salicílico são reguladores que se destacam na atenuação de estresses abióticos, principalmente o salino, em diversas culturas agrícolas a partir do tratamento das sementes (SILVA et al., 2019; GUIRRA et al., 2020). Da mesma forma, a utilização do tiametoxam (inseticida sistêmico com função de bioativador) tem se destacado na mitigação de estresses e no aumento do vigor de plântulas de culturas como cenoura, arroz e algodão (ALMEIDA et al., 2009; ALMEIDA et al., 2014; ALMEIDA et al., 2020). No entanto, ainda são necessários estudos para assegurar a eficiência desses produtos na atenuação do estresse salino em outras espécies de importância econômica, como o melão. Da mesma forma, faz-se necessário verificar as concentrações adequadas desses reguladores vegetais para a atenuação dos efeitos desse estresse.

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de tratamentos de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) com atenuadores de estresse no desenvolvimento e qualidade de mudas produzidas com água salina subterrânea (poço) e residuária de piscicultura (biossalina).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

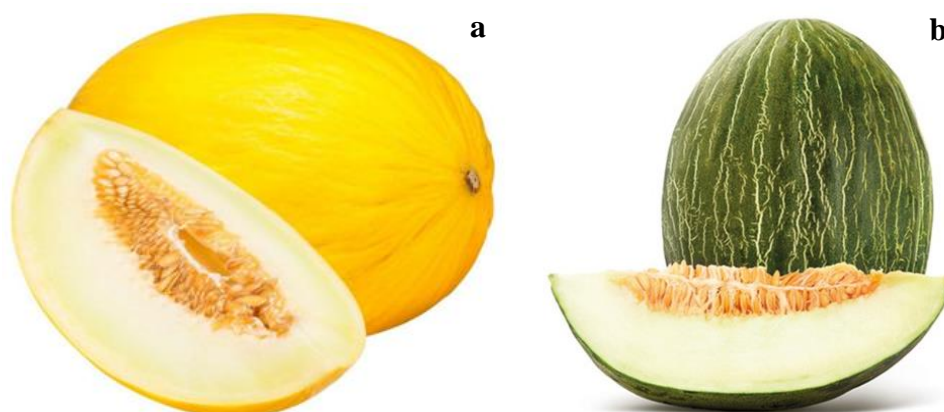
### **2.1 Aspectos gerais do meloeiro no Brasil**

O meloeiro, família cucurbitaceae, é produzido e consumido em diversas partes do mundo, sendo o seu fruto um dos mais exportados pelo Brasil. Na safra 2020/21, o país exportou para a Holanda, Reino Unido, Espanha e Canadá, com aumento de 118% em relação à safra 2019/20. Ainda em 2020, ocorreu o primeiro embarque de melão para a China, mas devido aos entraves na logística de transporte, este mercado deverá ser mais explorado no futuro (HF BRASIL, 2020).

Dentre os grupos de melão, os tipos amarelo e pele-de-sapo, ambos de origem espanhola e muito apreciados na Península Ibérica, destacam-se entre os mais produzidos e comercializados no Brasil (Figura 1). Os do grupo amarelo são os mais cultivados em áreas abertas no Brasil, além de possuírem maior rusticidade e período de conservação pós-colheita, em relação a outros grupos. Seus frutos apresentam casca amarelada e polpa branco-creme,



com formato oval ou elíptico (OLIVEIRA et al., 2017). Os do tipo pele-de-sapo são frutos grandes e elípticos de casca verde com manchas mais escuras e polpa branco-esverdeada.



Fonte: mundodasemenets.com.br

Fonte: sakata.com.br

**Figura 1.** Frutos de cultivares de melões amarelo - Goldex (a) e pele-de-sapo - Grand Prix (b).

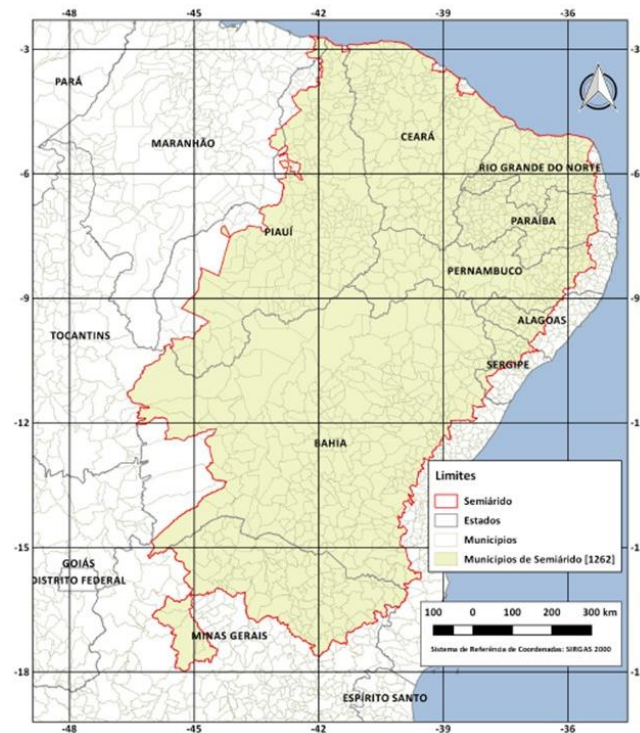
Os principais estados produtores são Ceará e Rio Grande do Norte, com 90% da produção voltada à exportação; Bahia e Pernambuco – Região do Vale do São Francisco (HF BRASIL, 2020). A agricultura familiar também cultiva o meloeiro, no entanto, sua comercialização se restringe, basicamente, ao abastecimento dos mercados locais (OLIVEIRA et al., 2017).

Apesar de todas as regiões do Brasil produzirem melão, o seu cultivo se adapta melhor em regiões de climas mais quentes, como o semiárido brasileiro (OLIVEIRA et al., 2019). Contudo, as áreas de cultivo de melão localizadas nessa região necessitam de irrigação em função das características climáticas. Logo, temperaturas elevadas, alta taxa de evapotranspiração e precipitação irregular no decorrer dos meses são fatores limitantes à qualidade e produção de frutos (PAIVA et al., 2019).

## **2.2 Características da água no semiárido: estratégias de manejo para uso na agricultura**

O semiárido brasileiro abrange 1.262 municípios, distribuídos em todos os estados da região Nordeste e Norte de Minas Gerais (Figura 2). Para essa classificação, consideraram-se os seguintes parâmetros: precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm,

índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e o percentual diário de *deficit* hídrico igual ou superior a 60% (IBGE, 2018).



**Figura 2.** Mapa da divisão político-administrativa do semiárido brasileiro (IBGE, 2018).

As características climáticas do semiárido brasileiro e o consumo nos diferentes setores de produção são responsáveis pela diminuição dos mananciais hídricos superficiais, exigindo a exploração de recursos hídricos subsuperficiais para irrigação dos cultivos agrícolas. Considerando apenas o Nordeste brasileiro, aproximadamente 150 milhões de hectares apresentam disponibilidade hídrica insuficiente e com ocorrência de fontes subterrâneas de água com salinidade elevada, limitando a utilização na irrigação dos cultivos agrícolas (PAIVA et al., 2019).

De maneira geral, a região semiárida apresenta solos e águas com elevados teores de sais dissolvidos devido aos fatores edáficos e climáticos (AKRAMI e ARZANI, 2019). Além disso, a exploração de áreas de maneira intensiva, o manejo inadequado da irrigação e drenagem e a utilização de fertilizantes químicos agravam o problema da salinidade (SOUSA, 2020). Nessas condições, a disponibilidade de água de boa qualidade para produção agrícola é bastante reduzida.

Não obstante, nas áreas irrigadas dessa região, os produtores utilizam águas salinas ou salobras, de poços rasos, em substituição à água de boa qualidade, com baixa condutividade elétrica (TERCEIRO NETO et al., 2013). Essa acarreta sérios problemas ao ambiente e às produções agrícolas devido ao aumento dos teores de sais na superfície do solo, potencializando os efeitos da salinidade nas culturas. Pois, esse estresse abiótico é um dos principais causadores da redução da produção e de áreas agricultáveis (NÓBREGA et al., 2020).

Assim, as principais restrições à produção agrícola no semiárido são a qualidade e a escassez hídrica, além da salinidade (MOSAFFA e SEPASKHAH, 2019). Por isso, a diluição de águas com condutividade elétrica elevada em água de boa qualidade pode ser uma alternativa para a irrigação dos cultivos agrícolas, frente à escassez de águas superficiais (JAVED et al., 2019). Essas diluições podem ser utilizadas principalmente na produção de mudas florestais e cultivos agrícolas (AZEEM et al., 2017).

Essa técnica de diluição de água salina ( $2,75 \text{ dS m}^{-1}$ ) proporcionou em cultivo de milho e sorgo uma produção satisfatória, sem prejuízos à qualidade proteica da forragem, além de uma economia de 43% de água de boa qualidade (SILVA et al., 2014). Em tomate-cereja, a diluição de água salina não foi benéfica à produção, contudo, o uso alternado de água salina, por quinze dias, possibilitou uma produção semelhante à água de boa qualidade (GUEDES et al., 2015).

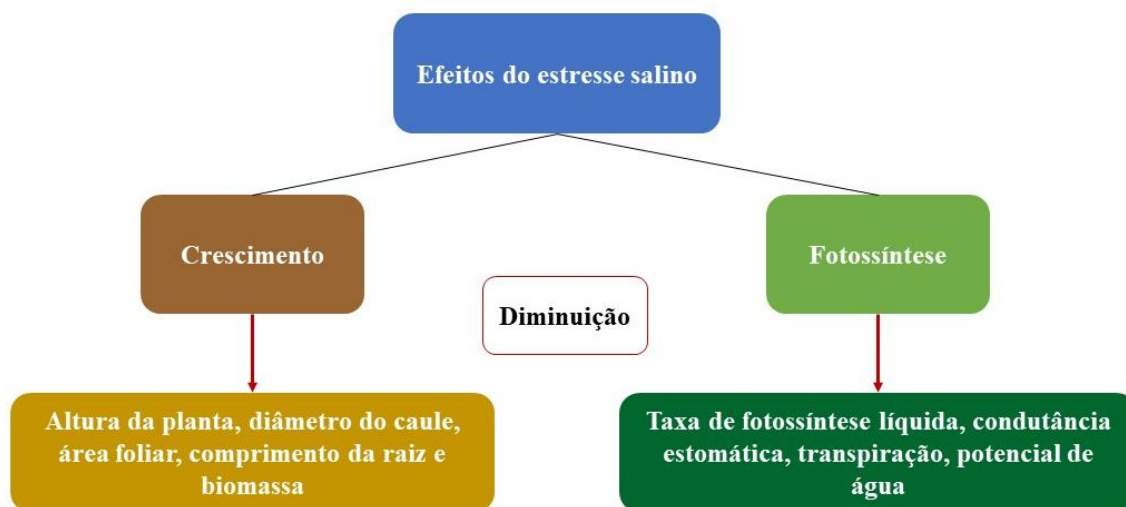
Apesar da salinidade elevada de águas subterrâneas afetar os cultivos agrícolas, outras atividades como a aquicultura utilizam esse recurso, principalmente na produção de camarões e tilápias (*Oreochromis* spp.). Essa atividade é uma alternativa econômica aos produtores do semiárido, que, normalmente, dispõem de fontes hídricas com alta condutividade elétrica (DANTAS et al., 2019). No entanto, essa prática pode gerar sérios riscos ambientais, pois os efluentes são lançados nos mananciais hídricos ou no solo, podendo contaminar tais recursos. Esse risco de contaminação é possível devido aos nutrientes em solução e à alta carga orgânica presente nesses efluentes (LEITE et al., 2017).

Por outro lado, justamente devido aos nutrientes e carga orgânica presentes nesses efluentes de aquicultura, pode-se reaproveitá-los em cultivo agrícola (SOUZA et al., 2019). Além disso, essas águas podem ser utilizadas como fonte alternativa (água residuária) aos sistemas vegetais de cultivos. No entanto, necessita-se de manejo técnico com metodologias adequadas e especificidade para cada cultivo. Essa ação amenizaria ou cessaria os efeitos

nocivos da salinidade ao desenvolvimento e à produção vegetal (SILVA et al., 2015; DANTAS et al., 2019).

### 2.3 Efeitos da salinidade nas plantas

A salinidade apresenta efeitos adversos em quase todos os estágios de crescimento e processos metabólicos nas plantas desde a redução na germinação das sementes, interrupção da formação de nódulos, retardo no desenvolvimento da planta até a consequente redução no rendimento final da colheita (Figura 3). Os efeitos da salinidade podem provocar um desequilíbrio nutricional e a restrição das trocas gasosas, limitando a fotossíntese e a disponibilidade de carboidratos para o crescimento (SARAVANAVEL et al., 2011). Além disso, a salinidade pode alterar o metabolismo de lipídios e proteínas, o que representa um empecilho ao desenvolvimento vegetal (RAO et al., 2019; JAVED et al., 2019).



**Figura 3.** Representação gráfica dos efeitos da salinidade nas plantas. Adaptado de Javed et al. (2019).

A salinidade das águas de irrigação promove o estresse abiótico a partir dos danos de efeito osmótico e iônico. Os sais em solução acarretam a diminuição do potencial hídrico no solo e consequente redução da absorção de água pelas raízes, o que retarda o crescimento vegetal. Além disso, o efeito iônico da salinidade é provocado pela toxidez de íons  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ ,

ou desbalanço nutricional, que altera a relação dos íons de  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$  nos tecidos vegetais (NÓBREGA et al., 2020). Esses efeitos da salinidade, osmótico e iônico, alteram as reações bioquímicas durante a germinação de sementes, tanto a síntese proteica e hormonal, como também nas relações hídricas desse processo (PEREIRA; CATÃO e CAIXETA, 2020).

Os efeitos dos estresses abióticos são ainda mais prejudiciais ao estabelecimento dos cultivos agrícolas anuais, evidenciando a necessidade da utilização de tecnologias que possibilitem germinação e desenvolvimento de plântulas satisfatórios nessas condições (DOURADO et al., 2020). Nessas fases, o desenvolvimento é considerado crítico para o ciclo da cultura, pois, quando submetidas ao estresse, como o salino, as sementes e plântulas podem sofrer danos irreversíveis (ZHANG; TIAN e SUN, 2017).

O efeito osmótico promovido pela salinidade reduz a capacidade de absorção de água pela semente e conseqüente embebição, fase crucial durante a germinação. Visto que a água é fundamental na reidratação dos tecidos da semente e aumento da atividade respiratória que, junto a outros processos metabólicos, resultam na emissão radicular (LECHOWSKA et al., 2019).

Dentre as espécies cultivadas, o meloeiro é caracterizado como uma das mais sensíveis à salinidade durante a germinação, comparado às fases de crescimento e produção (ARAÚJO et al., 2016). Essa sensibilidade é um problema para a produção de mudas, sendo esta caracterizada pela alta demanda hídrica para proporcionar germinação eficiente e plântulas com potencial de estabelecimento em campo.

Portanto, para a produção de mudas vigorosas é importante que o produtor utilize cultivares tolerantes às condições adversas de estresse, sem aumentar os custos de produção com água de boa qualidade. Sendo assim, os produtores podem optar pela utilização de águas salinas ou residuárias como alternativa para redução de custos, desde que associadas a outras técnicas como a diluição e tratamento de sementes com produtos que cessem ou atenuem os efeitos deletérios provocados pela salinidade.

#### **2.4 Utilização de reguladores e bioativador como atenuadores de estresses abióticos em sementes e mudas**

Para possibilitar a utilização de água com salinidade elevada é necessária a adoção de tecnologias que sejam capazes de atenuar ou inibir o estresse provocado pelos sais, ainda na fase inicial de desenvolvimento vegetal (DOURADO et al., 2020). Dentre as tecnologias

simples e pouco onerosas, o tratamento de sementes com reguladores vegetais é uma alternativa que tem apresentado efeitos positivos na mitigação de estresses em diversas espécies (MACEDO e CASTRO, 2011; ALVES et al., 2012; JAVAID e TANVEER, 2014). Dentre os reguladores vegetais, destacam-se os ácidos giberélico e salicílico que utilizados no tratamento de sementes proporcionam resultados promissores na atenuação dos estresses abióticos (GÜL, DINLER e TAŞCI, 2019; CHAKMA et al., 2021).

As giberelinas estão relacionadas a diferentes processos do desenvolvimento vegetal como a germinação das sementes, alongamento celular e expansão foliar (YOUNESI e MORADI, 2014). Além disso, o ácido giberélico apresenta interação com o ácido salicílico, como verificado em plantas de *Arabidopsis thaliana*, cujo incremento dos níveis deste regulador promoveu o aumento da expressão gênica de síntese e atuação do ácido salicílico (TAIZ et al., 2017).

O ácido salicílico está relacionado ao sistema de defesa vegetal e atua como sinalizador, especialmente em situações de estresses. Esse regulador vegetal também participa do processo fotossintético, senescência foliar, degradação de espécies reativas de oxigênio e na síntese de aminoácidos, utilizados no ajustamento osmótico (KHAN et al., 2015; TAIZ et al., 2017). Esse ajuste osmótico celular consiste no acúmulo de osmólitos como prolina, açúcares solúveis e aminoácidos no citosol para manutenção do turgor, em condições de estresse salino e hídrico (MISRA e SAXENA, 2009; KHAN et al., 2015). Estudos têm demonstrado a ação dos ácidos giberélico e salicílico na mitigação de estresses abióticos em diversas espécies agrícolas.

A aplicação exógena de ácido giberélico em cultivares de oliveira, sob alta salinidade, promoveu maior crescimento, peso seco e clorofila que as plantas sem estresse (MOULA et al., 2020). Já em plantas de ervilha, o ácido giberélico promoveu a fitoextração em solo contaminado por cobre, além de atenuar o estresse oxidativo (JAVED et al., 2021).

Ao se considerar o tratamento de sementes com ácido giberélico (200 mg L<sup>-1</sup>), sementes de beterraba tiveram germinação de 90% quando submetidas à salinidade (9 g L<sup>-1</sup> de NaCl) e desenvolvimento de plântulas semelhante ao controle (KANDIL et al., 2014). Também em condições salinas, sementes de alfafa tratadas com ácido giberélico (5 mM) resultaram em aumento da germinação das sementes de 48 para 76%, quando comparado com as não tratadas (YOUNESI e MORADI, 2014). Em soja, o tratamento das sementes com 50 mg L<sup>-1</sup> de ácido giberélico, tolerou os efeitos adversos do estresse salino (GÜL, DINLER e TAŞCI, 2019).

Em relação à utilização do ácido salicílico via foliar, verificou-se que nas concentrações de 0,5 mM e 1 mM, em rebentos de arroz submetidos à salinidade, houve maior acúmulo de biomassa e clorofila (KIM et al., 2018). De forma semelhante, o ácido salicílico mitigou o efeito do estresse hídrico na produção de gergelim (NAJAFABADI e EHSANZADEH, 2017) e em plântulas de milho (BIJANZADEH, NADERI e EGAN, 2019). Também em aplicação foliar, esse mesmo regulador na dosagem de 100 mg L<sup>-1</sup>, promoveu redução dos efeitos da salinidade em plantas de tomateiro (SOURI e TOHIDLOO, 2019).

Quando se utilizou o ácido salicílico (0,5 mM) no tratamento de sementes de pimenta, em condições de estresse hídrico, este induziu o acúmulo de massa seca e crescimento de parte aérea de plântulas em aproximadamente 80% em relação ao controle (PRABHA e NEGI, 2014). Em sementes de gergelim, também em condições de estresse hídrico (-0,4 MPa), o ácido salicílico (10<sup>-5</sup> mM) possibilitou a manutenção da germinação e qualidade de plântulas semelhantes ao tratamento-controle (SILVA et al., 2017).

Da mesma forma, em sementes de feijão-caupi, o ácido salicílico (1 mM) promoveu a redução dos efeitos do estresse hídrico em plântulas (ARAÚJO et al., 2018). O tratamento de sementes de melancia com esse regulador (0,85 mM) promoveu efeito positivo no crescimento das mudas em condição de estresse hídrico (RIBEIRO et al., 2020). Efeitos positivos, também, foram verificados em sementes de canola, em que a aplicação do ácido salicílico promoveu maior balanço iônico, alteração na partição de íons e melhorou a atividade de enzimas antioxidantes, diminuindo os efeitos do estresse hídrico e salino (KORKMAZ et al., 2020; GHANI et al., 2021; SHAHRASBI et al., 2021). Em condição de baixa umidade do solo, o tratamento de sementes de tomate-cereja com ácido salicílico (100 mg L<sup>-1</sup>) mitigou o estresse hídrico (CHAKMA et al., 2021).

Os efeitos benéficos do ácido salicílico na tolerância aos estresses abióticos também estão relacionados à melhoria na atividade antioxidante em sementes de melão, submetidas a temperaturas elevadas, cujo incremento foi de 6% na germinação (KAUR e GUPTA, 2017). Em sementes de cebola sob salinidade (-0,4 MPa, a partir de soluções de NaCl), esse regulador também proporcionou resultados benéficos à velocidade de germinação, crescimento e acúmulo de matéria seca de plântulas (SILVA et al., 2019).

Além dos reguladores, têm-se utilizado defensivos que apresentam efeito fisiológico na planta para atenuar os estresses abióticos. Dentre esses, destaca-se o tiametoxam, inseticida sistêmico do grupo dos neonicotinoides, que é capaz de promover benefícios à germinação e

ao vigor de plântulas, mesmo em condições estressantes (MACEDO e CASTRO, 2011; ALMEIDA et al., 2014).

O tiametoxam proporcionou resultados promissores em sementes de arroz (100 e 200 mL do produto  $\text{kg}^{-1}$ ), resultando em aumento de 30% no desenvolvimento de plântulas quando comparado ao tratamento-controle (ALMEIDA et al., 2014). Em sementes de tomate e cebola, esse defensivo agrícola (0,5 e 0,6 mL por 1000 sementes) proporcionou maior desempenho fisiológico e plântulas mais vigorosas (TUNES et al., 2018). Em sementes de diferentes cultivares de algodão tratadas com tiametoxam (600 mL  $\text{kg}^{-1}$  de sementes) ocorreu aumento nos teores de clorofila nas folhas e, também, influenciou o desenvolvimento final da cultura (ALMEIDA et al., 2020). No entanto, esses autores verificaram que essas respostas variaram em função das cultivares.

Em condição de estresse hídrico (-0,4 MPa), o tratamento de sementes de cenoura com tiametoxam (0,05 e 0,4 mL  $\text{L}^{-1}$  de água) promoveu acréscimo significativo no desenvolvimento inicial de plântulas (ALMEIDA et al., 2009). Também em condição de estresse hídrico, o tratamento de sementes de algodão com tiametoxam (600 mL de produto  $100 \text{ kg}^{-1}$  de sementes) promoveu maior desenvolvimento de plantas e índice de clorofila (LAUXEN et al., 2016). Já sob baixas temperaturas, a utilização desse bioativador proporcionou maior crescimento e menor formação de espécies reativas de oxigênio em plântulas de arroz (GROHS et al., 2016).

Os resultados demonstraram potencialidade na utilização dos reguladores (ácido salicílico e giberélico) e bioativador (tiametoxam) para aumentar a capacidade de germinação e qualidade de mudas de culturas agrícolas em condições de estresse. Sendo assim, a utilização desses produtos no tratamento de sementes pode mitigar os efeitos dos estresses abióticos nessas fases iniciais do desenvolvimento de meloeiro. Por outro lado, verifica-se que ainda não existe consenso entre os autores no tocante às concentrações adequadas nas diferentes espécies ou mesmo cultivares. Por isso, estudos são necessários quanto à metodologia de aplicação desses reguladores vegetais para assegurar sua eficiência na atenuação dos estresses abióticos, sobretudo o salino.



### 3. REFERÊNCIAS

AKRAMI, M.; ARZANI, A. Inheritance of fruit yield and quality in melon (*Cucumis melo* L.) grown under field salinity stress. **Scientific Reports**, v.9, n.7249, p.1-13, 2019. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-019-43616-6>

ALMEIDA, A. D. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with thiamethoxam: reflections on physiological performance. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.392-398, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>

ALMEIDA, A. D. S.; TILLMANN, M. Â. A.; VILLELA, F. A.; PINHO, M. D. S. Bioativador no desempenho fisiológico de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.87-95, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222009000300010>

ALMEIDA, A. S.; LAUXEN, L. S.; CALAZANS, A. F. S.; HARTER, L. H.; CEOLIN, B. C.; ROSA, G. F.; TUNES L. V. M.; VILELA, F. A. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila de plântulas originadas de sementes tratadas com Tiametoxam. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.40804-40812, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-572>

ALVES, R. C.; NETO, M. F.; NASCIMENTO, M. L.; OLIVEIRA, M. K. T.; LINHARES, P. S. F.; CAVALCANTE, J. S. J.; OLIVEIRA, F. D. A. Reutilização de água residuária na produção de mudas de tomate. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.4, p.77-81, 2012. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v8i4.219>

ARAÚJO, E. B. G.; SÁ, F. V. S.; OLIVEIRA, F. A.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, M. K. N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M. E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente e Água**, v.11, n.2, p.463-471, 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1726>

ARAÚJO, E. D. D.; MELO, A. S. D.; ROCHA, M.; SOCORRO, D.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M. D. M. Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress

and salicylic acid. **Revista Caatinga**, v.31, n.1, p.80-89, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n110rc>

AZEEM, A.; WU, Y.; JAVED, Q.; XING, D.; ULLAH, I.; KUMI, F. Response of okra based on electrophysiological modeling under salt stress and re-watering. **Bioscience Journal**, v.33, n.5, p.1219-1229, 2017. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v33n5a2017-37178>

BIJANZADEH, E.; NADERI, R.; EGAN, T. P. Exogenous application of humic acid and salicylic acid to alleviate seedling drought stress in two corn (*Zea mays* L.) hybrids. **Journal of Plant Nutrition**, v.42, n.13, p.1483-1495, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/01904167.2019.1617312>

CHAKMA, R.; BISWAS, A.; SAEKONG, P.; ULLAH, H.; DATTA, A. Foliar application and seed priming of salicylic acid affect growth, fruit yield, and quality of grape tomato under drought stress. **Scientia Horticulturae**, v.280, n.1, p.109904, 2021. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109904>

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; OLIVEIRA, G. M.; SILVA, F. F. S.; ARAÚJO, G. G. L. Produção bioasalina de mudas de espécies florestais nativas da Caatinga. **Ciência Florestal**, v.29, n.4, p.1551-1567, 2019. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831221>

DOURADO, D.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. F.; SORATO, D. N.; BERNARDO, V. F.; BARBOSA, H. M. Efeito de bioestimulante em sementes de cedro-rosa. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p.30306-30319, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n5-474>

GHANI, M. A.; ABBAS, M. M.; ALI, B.; ZIAF, K.; AZAM, M.; ANJUM, R.; IQBAL, Q.; NADEEM, M.; NOOR, A.; JILLANI, U. Role of salicylic acid in heat stress tolerance in trigonometric *Brassica napus* L. **Bioagro**, n.33, v.1, p.13-20, 2021. <http://dx.doi.org/10.51375/bioagro331.2>

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; MORAES, B. S. Attenuation of low-temperature stress in rice seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, n.2, p.197-205, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4640436>

GUEDES, R. A.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; ALVES, R. D. C.; MEDEIROS, A. S. D.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19 n.10, p.913-919, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p913-919>

GUIRRA, K. S.; TORRES, S. B.; LEITE, M. D. S.; GUIRRA, B. S.; NOGUEIRA NETO, F. A.; RÊGO, A. L. Phytohormones on the germination and initial growth of pumpkin seedlings under different types of water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.12, p.827-833, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p827-833>

GÜL, V.; DINLER, B. S.; TASCI, E. Effects of pre-application with gibberellic acid on germination of soybean under salt stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, v.15, n.4, p.86-92, 2019. <http://cyberleninka.ru/article/n/effects-of-pre-application-with-gibberellic-acid-on-germination-of-soybean-under-salt-stress>

HF BRASIL; **Anuário Hortifruti Brasil – Edição especial**. Ano 18. N 196. ISSN 1981-1837 – CEPEA: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Semiárido brasileiro – estrutura territorial**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15974-semiarido-brasileiro.html?=&t=sobre>. Acesso em: 15 fev. 2021.

JAVOID, M. M.; TANVEER, A. Germination ecology of *Emex spinosa* and *Emex australis*, invasive weeds of winter crops. **Weed Research**, v.54, n.6, p.565-575, 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/wre.12111>

JAVED, Q.; AZEEM, A.; SUN, J.; ULLAH, I.; JABRAN, K.; ANANDKUMAR, A.; PRABAKARAN, K.; BUTTAR, N. A.; DU, D. Impacts of salt stress on the physiology of plants and opportunity to rewater the stressed plants with diluted water: a review. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.17, n.5, p.12583-12604, 2019. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1705\\_1258312604](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1705_1258312604)

JAVED, T.; ALI, M.M.; SHABBIR, R.; ANWAR, R.; AFZAL, I.; MAURO, R.P. Alleviation of copper-induced stress in pea (*Pisum sativum* L.) through foliar application of gibberellic acid. **Biology**, v.10, n.2, 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/biology10020120>

KANDIL, A. A.; SHARIEF, A. E.; ABIDO, W. A. E.; AWED, A. M. Effect of gibberellic acid on germination behaviour of sugar beet cultivars under salt stress conditions of Egypt. **Sugar Tech**, v.16, n.2, p.211-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-013-0252-7>

KAUR, S.; GUPTA, N. Effect of proline and salicylic acid on germination and antioxidant enzymes at different temperatures in muskmelon (*Cucumis melo* L.). **Journal of Applied and Natural Science**, v.9, n.4, p.2165-2169, 2017. <http://dx.doi.org/10.31018/jans.v9i4.1504>

KHAN, M. I. R.; FATMA, M.; PER, T. S.; ANJUM, N. A.; KHAN, N. A. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, v.6, n.462, p.1-17, 2015. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2015.00462>

KIM, Y.; MUN, B-G.; KHAN, A. L.; WAQAS, M.; KIM, H-H.; SHAHZAD, R.; IMRAN, M.; YUN, B. W.; LEE, I-J. Regulation of reactive oxygen and nitrogen species by salicylic acid in rice plants under salinity stress conditions. **Plos One**, v.13, n.3, e0192650, 2018. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0192650>

KORKMAZ, K.; AKGÜN, M.; KIRLI, A.; ÖZCAN, M. M.; DEDE, Ö.; KARA, Ş. M. Effects of gibberellic acid and salicylic acid applications on some physical and chemical properties of rapeseed (*Brassica napus* L.) grown under salt stress. **Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology**, v.8, n.4, p.873-881, 2020. <http://dx.doi.org/10.24925/turjaf.v8i4.873-881.3044>

LAUXEN, L. R.; ALMEIDA, A. D. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Physiological response of cotton seeds treated with thiamethoxam under heat stress. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.140-147, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v38n2159076>

LECHOWSKA, K.; KUBALA, S.; WOJTYLA, Ł.; NOWACZYK, G.; QUINET, M.; LUTTS, S.; GARNCZARSKA, M. New insight on water status in germinating *Brassica napus* seeds in relation to priming-improved germination. **International Journal of Molecular Sciences**, v.20, n.3, p.540-564, 2019. <http://dx.doi.org/10.3390/ijms20030540>

LEITE, T. S.; FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; LEITE, M. S.; PINTO, J. R. S. The use of saline aquaculture effluent for production of *Enterolobium contortisiliquum* seedlings. **Environmental Science and Pollution Research**, v.24, n.23, p.19306-19312, 2017. <http://dx.doi.org/10.1007/s11356-017-9577-1>

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. D. C. Thiamethoxam: molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.100, n.3, p.299-304, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.05.003>

MISRA, N.; SAXENA, P. Effect of salicylic acid on proline metabolism in lentil grown under salinity stress. **Plant Science**, v.177, n.3, p.181-189, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2009.05.007>

MOSAFFA, H. R.; SEPASKHAH, A. R. Performance of irrigation regimes and water salinity on winter wheat as influenced by planting methods. **Agricultural Water Management**, v.216, n.1, p.444-456, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.027>

MOULA, I.; BOUSSADIA, O.; KOUBOURIS, G.; HASSINE, M. B.; BOUSSETTA, W.; VAN LABEKE, M. C.; BRAHAM, M. Ecophysiological and biochemical aspects of olive tree (*Olea europaea* L.) in response to salt stress and gibberellic acid-induced alleviation. **South African Journal of Botany**, v.132, n.1, p.38-44, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2020.04.022>

NAJAFABADI, M. Y.; EHSANZADEH, P. Salicylic acid effects on osmoregulation and seed yield in drought stressed sesame. **Agronomy Journal**, v.109, n.4, p.1414-1422, 2017. <http://dx.doi.org/10.2134/agronj2016.11.0655>

NÓBREGA, J. S.; LOPES, K. P.; PAIVA, F. J. S.; SILVA, J. G.; DANTAS, M. V. Potencial fisiológico de sementes de melão pepino submetidas a salinidade. **Research, Society and Development**, v.9, n.7, p.e31973735-e31973735, 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i7.3735>

OLIVEIRA, A. L. R.; CARNEIRO, V. A.; COSTA, S. M.; NOGUEIRA, J. C. M.; OLIVEIRA, R. G. L. Zoneamento edafoclimático da cultura do melão. **Cerrados**, v.17, n.2, p.212-227, 2019. <http://dx.doi.org/10.22238/rc2448269220191702212227>

OLIVEIRA, F. I. C.; NUNES, A. C.; SILVA, F. D.; SILVA, G. T. M. A.; ARAGÃO, F. A. S. A cultura do melão. In: FIGUEIRÊDO, M. C. B.; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. (Eds.). **Produção de melão e mudanças climáticas: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica**. Brasília: Embrapa, 2017. 304p.

PAIVA, F. J.; RODRIGUES, M. H. B. S.; LOPES, K. P.; SILVA, J. G. Influência da salinidade da água de irrigação na qualidade de sementes no semiárido paraibano. **Meio Ambiente**, v.1, n.3, p.45-50, 2020. <http://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/43>

PEREIRA, I. C.; CATÃO, H. C. R. M.; CAIXETA, F. Seed physiological quality and seedling growth of pea under water and salt stress. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.2, p.95-100, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n2p95-100>

PRABHA, D.; NEGI, Y. K. Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum. **World Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p.42-46, 2014. <http://dx.doi.org/10.12691/wjar-2-2-2>

RAO, M. P. N.; DONG, Z. Y.; XIAO, M.; LI, W. J. Effect of salt stress on plants and role of microbes in promoting plant growth under salt stress. In: GIRI, B.; VARMA, A. (Eds.) **Microorganisms in saline environments: strategies and functions** (p.423-435). Springer, Cham, 2019. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-18975-4\\_18](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-18975-4_18)

RIBEIRO, J. E. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BRUNO, R. L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.15, n.1, p.1-13, 2020. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v15i1a6638>

SARAVANAVEL, R.; RANGANATHAN, R.; ANANTHARAMAN, P. Effect of sodium chloride on photosynthetic pigments and photosynthetic characteristics of *Avicennia officinalis* seedlings. **Recent Research in Science and Technology**, v., n.4, p.177-180, 2011.

SHAHRASBI, S.; PIRASTEH-ANOSHEH, H. A. D. I.; EMAM, Y.; OZTURK, M.; ALTAY, V. Elucidating some physiological mechanisms of salt tolerance in *Brassica napus* L. seedlings induced by seed priming with plant growth regulators. **Pakistan Journal of Botany**, v.53, n.2, p.367-377, 2021. [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2\(34\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2(34))

SILVA, J. L. D. A.; MEDEIROS, J. F. D.; ALVES, S. S.; OLIVEIRA, F. D. A. D.; SILVA, M. J. D.; NASCIMENTO, I. B. D. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.66-72, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18nsupps66-s72>

SILVA, A. C. D.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. D.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L. D.; SILVA, D. C. D. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.156-162, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p156-162>

SILVA, J. E. S. B.; MATIAS, J. R.; GUIRRA, K. S.; ARAGÃO, C. A.; ARAUJO, G. G. L. DE; DANTAS, B. F. Development of seedlings of watermelon cv. Crimson Sweet irrigated with biosaline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.9, p.835-840, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p835-840>

SILVA, J. E. S. B.; PAIVA, E. P. D.; LEITE, M. D. S.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M. L. D.; GUIRRA, K. S. Ácido salicílico no condicionamento fisiológico de sementes de cebola

submetidas a estresses hídrico e salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.919-924, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p919-924>

SOURI, M. K.; TOHIDLOO, G. Effectiveness of different methods of salicylic acid application on growth characteristics of tomato seedlings under salinity. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.6, n.1, p.1-7, 2019. <http://dx.doi.org/10.1186/s40538-019-0169-9>

SOUSA, V. F. O. Componentes, efeitos e mecanismos de adaptação no cultivo de meloeiro sob estresse salino. **Meio Ambiente**, v.2, n.2, p.30-36, 2020. <http://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/42>

SOUZA, C. S.; OLIVEIRA, V. N. S.; DA SILVA, E. C. A.; FERREIRA, L. M. M.; SILVA, M. J. N.; ARAÚJO, P. C. D. Comportamento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. EX JC Wendl submetidas ao estresse hídrico e salino, utilizando água residuária da piscicultura. **Revista Ciência Agrícola**, v.17, n.2, p.7-16, 2019. <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v17i2.7055>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 888p.

TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. D.; DIAS, N. D. S.; CAMPOS, M. D. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.4, p.354-362, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S1983-40632013000400007>

TUNES, L. M.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A.; SOARES, V. N.; BORTOLOTTI, M. Bioactivator on physiological performance of tomato and onion seeds. **Comunicata Scientiae**, v.9, n.1, p.19-25, 2018. <http://dx.doi.org/10.14295/CS.v9i1.1425>

YOUNESI, O.; MORADI, A. Effect of priming of seeds of *Medicago sativa* ‘bami’ with gibberellic acid on germination, seedlings growth and antioxidant enzymes activity under



salinity stress. **Journal of Horticultural Research**, v.22, n.2, p.167-174, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.2478/johr-2014-0034>

ZHANG, Z. X.; TIAN, X.; SUN, L. Germination behaviour of *Cenchrus pauciflorus* seeds across a range of salinities. **Weed Research**, v.57, n.2, p.91-100, 2017.  
<http://dx.doi.org/10.1111/wre.12243>

## CAPÍTULO II

### TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS COM FITORREGULADORES E BIOATIVADOR ATENUAM O ESTRESSE SALINO EM MELÃO: EFEITOS NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS

**RESUMO** - A escassez de águas superficiais tem levado os produtores rurais de regiões semiáridas a utilizarem fontes subterrâneas como alternativa para irrigação. Entretanto, essas fontes hídricas geralmente possuem elevada salinidade, inviabilizando a produção agrícola. Dessa forma, objetivou-se avaliar os efeitos dos tratamentos pré-germinativos com fitorreguladores e bioativador em sementes melão para atenuar o estresse salino da água de irrigação durante a germinação e desenvolvimento de plântulas. Para isso, dois ensaios separados foram realizados utilizando as cultivares Goldex e Grand Prix. O delineamento foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 (quatro tratamentos de sementes e três diluições de águas de irrigação). As sementes foram tratadas com os ácidos salicílico e giberélico, e o fungicida tiametoxam, além da testemunha. As águas utilizadas na irrigação foram as de abastecimento local, água subterrânea de poço artesiano e a diluição na proporção de 1:1 destas águas. No final dos quatorze dias, após a semeadura, realizaram-se as análises morfológicas, fisiológicas e coleta de material para determinações bioquímicas. A utilização de água salina de poço afetou o desenvolvimento inicial de mudas melão Goldex e Grand Prix. O tratamento pré-germinativo de sementes de melão Goldex com ácido giberélico foi pouco eficiente na mitigação do estresse salino. A partir do tratamento das sementes de melão Grand Prix com ácido salicílico e tiametoxam, a atenuação dos efeitos da salinidade foi mais efetiva.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo*, Cucurbitaceae, ácido salicílico, ácido giberélico, tiametoxam, água salina de poço.

**ABSTRACT** - The scarcity of surface water has made rural producers in semiarid regions use underground sources as an alternative for irrigation. However, these water sources generally have high salinity, making agricultural production unfeasible. Thus, the objective was to evaluate the effects of pre-germinative treatments with phyto regulators and bioactivator in melon seeds to attenuate the saline stress of irrigation water during germination and seedling development. For this, two separate tests were carried out using the cultivars Goldex and

Grand Prix. The design was completely randomized, in a 4 x 3 factorial scheme (four seed treatments and three irrigation water dilutions). The seeds were treated with salicylic and gibberellic acids, and the fungicide thiamethoxam, in addition to the control. The water used in irrigation was local supply, underground water from an artesian well and a 1:1 dilution of these waters. At the end of fourteen days after sowing, morphological and physiological analyzes and material collection for biochemical determinations were performed. The use of saline water from a well affected the initial development of Goldex and Grand Prix melon seedlings. The pre-germination treatment of Goldex melon seeds with gibberellic acid was ineffective in mitigating salt stress. From the treatment of Grand Prix melon seeds with salicylic acid and thiamethoxam, the attenuation of salinity effects was more effective.

**Keywords:** *Cucumis melo*, Cucurbitaceae, salicylic acid, gibberellic acid, thiamethoxam, saline well water.

## 1. INTRODUÇÃO

Melão (*Cucumis melo* L.) é uma hortaliça-fruto apreciada em todos os continentes, com área de cultivo em torno de 1,3 milhão de hectares e produção estimada em 31 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019). No Brasil, os principais estados produtores são o Rio Grande do Norte, Ceará e Bahia, situados na região semiárida do Nordeste brasileiro (COSME et al., 2017; HF BRASIL, 2020).

O clima da região semiárida é caracterizado por altas taxas de evapotranspiração e baixa precipitação pluviométrica, agravada pela distribuição irregular ao longo do ano. Devido a isso, é recorrente a escassez de água superficial e o aumento da salinidade nos solos, resultando em problemas para os cultivos agrícolas (BEZERRA et al., 2020).

A salinização das áreas agrícolas promove a diminuição do potencial hídrico no solo e a toxidez de íons, levando as culturas ao estresse (NÓBREGA et al., 2020). A toxicidade é um problema que se produz quando determinados íons, principalmente os íons cloro, sódio e boro, mesmo em concentrações baixas, absorvidos principalmente pelas raízes, se acumulam nas folhas mediante a transpiração, produzindo efeitos tóxicos às plantas (MUSCOLO et al., 2013). Esse estresse abiótico é ainda mais prejudicial ao estabelecimento dos cultivos agrícolas anuais, evidenciando a necessidade da utilização de tecnologias que promovam e/ou

potencializem a germinação e estabelecimento das plântulas em campo (DOURADO et al., 2020).

Entre as tecnologias utilizadas para mitigar os efeitos danosos dos estresses abióticos, têm-se destacado os fitormônios, como os ácidos giberélico e salicílico, que têm demonstrado ação positiva desses na atenuação de diversos estresses. Em sementes de beterraba, submetidas à salinidade; e sementes de gergelim, em restrição hídrica, quando tratadas com ácido giberélico, verificou-se atenuação de efeitos dos estresses (KANDIL et al., 2014; SILVA et al., 2017). Da mesma forma, a utilização de ácido salicílico no tratamento de sementes de cebola e abóbora promoveu uma maior germinação e desenvolvimento inicial, mesmo em condições de salinidade (SILVA et al., 2019; GUIRRA et al., 2020). Esses resultados podem ser explicados devido ao modo de ação desses reguladores. As giberelinas, atuam na mobilização de reservas durante a germinação e alongamento celular; enquanto o ácido salicílico está relacionado a respostas em situação de estresse, através do metabolismo secundário (TAIZ et al., 2017).

Além dos ácidos giberélico e salicílico, o tiametoxam, que é um inseticida neonicotinoide sistêmico tem sido utilizado na atenuação dos estresses abióticos. Em sementes de cenoura, esse produto promoveu incrementos de até 30% no desempenho fisiológico e na qualidade de plântulas (ALMEIDA et al., 2014). Constatou-se, ainda, que a aplicação do tiametoxam possibilitou a atenuação dos efeitos de estresses abióticos em mudas de arroz (GROHS et al., 2016) e em plantas de algodoeiro (ALMEIDA et al., 2020). Logo, esse inseticida possui potencial como promotor de germinação e obtenção de plântulas mais vigorosas, sendo considerado, inclusive, como um bioativador (MACEDO e CASTRO, 2011).

Diante disso, objetivou-se avaliar os efeitos dos tratamentos pré-germinativos com fitorreguladores e bioativador em sementes melão para atenuar o estresse salino da água de irrigação durante a germinação e desenvolvimento de plântulas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Condições de cultivo, delineamento experimental e qualidade da água de irrigação**

O trabalho foi realizado em duas etapas separadas por cultivar de melão (Goldex e Grand Prix) e conduzido em ambientes de laboratório e casa de vegetação da Universidade

Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. Durante a condução do experimento, a temperatura média no interior da casa de vegetação foi de 26°C e 60% de umidade relativa do ar, aferidos por meio de termo-higrômetro digital portátil. A temperatura média fora do ambiente do experimento foi de 24,5°C e precipitação pluviométrica de 3 mm (INMET, 2019).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro tratamentos de sementes (controle, ácido salicílico, ácido giberélico e tiametoxam); e três diluições de água (água de abastecimento, diluição em 50% de água de poço e água de poço), com quatro repetições de 25 sementes, utilizando-se duas cultivares híbridas de meloeiro Goldex (amarelo) e Grand Prix (pele-de-sapo).

A água subterrânea salina utilizada nos tratamentos foi proveniente de poço artesiano localizado na UFERSA, *Campus* Mossoró, RN. Com isso, a diferenciação das águas ocorreu da seguinte forma: A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento + 50% água salina de poço; e A3 = água salina de poço. A análise das águas foi realizada no Laboratório de Solos e Água – UFERSA (Tabela 1).

**Tabela 1.** Conteúdo de cátions e ânions, acidez, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio e classificação das águas utilizadas para irrigação das plântulas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) em casa de vegetação.

Tipo de água	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CE – 25 °C dS m <sup>-1</sup>	pH	RAS*	Clas**
	..... mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> .....										
A1	0,9	0,4	3,3	0,2	0,6	3	2,8	0,55	8,4	4,2	C2S1
A2	10,2	11,4	12,0	0,5	0,8	4,1	19,0	3,2	8,2	3,7	C4S1
A3	18,5	20,6	21,9	0,7	1,4	5,2	6,4	5,3	8,1	13,0	C4S2

A1 = água de abastecimento; A2 = 50% de água de abastecimento + 50% de água de poço; A3 = água de poço. \*Relação de adsorção de sódio. \*\*Classificação de qualidade de água (RICHARDS 1954).

### **Estratégia experimental: tratamento de sementes e produção de mudas**

As sementes de melão foram acondicionadas em sacos de papel kraft e armazenadas em ambiente climatizado ( $\pm 15^\circ\text{C}$  e 60% de umidade relativa do ar) durante seis meses, até o início do experimento. O teor de água foi de 8 e 8,5%, para cv. Goldex e Grand Prix, respectivamente (BRASIL, 2009).

Inicialmente foram realizados pré-testes para determinar a dosagem mais adequada de cada regulador. Dessa forma, determinaram-se as soluções dos ácidos salicílico (50  $\mu\text{M}$ ) e giberélico (50  $\text{mg L}^{-1}$ ) para hidratação do substrato de papel-toalha, utilizando-se o volume de solução equivalente a duas vezes o peso do substrato. As sementes foram dispostas em rolo de papel-toalha pelo período de 20 h em câmara de germinação, a 25°C. Esse período foi determinado em função da curva de embebição de sementes realizado durante o pré-teste.

Para o tratamento com tiametoxam, utilizou-se a dosagem de 1 mL de Cruiser 350<sup>®</sup> diluída em 8 mL de água destilada, suficiente para o tratamento de 1 kg de sementes. Essa calda foi mantida em contato com as sementes por 30 min visando proporcionar maior aderência do produto à superfície destas, conforme as recomendações da Syngenta<sup>®</sup>. As sementes utilizadas no controle não foram tratadas.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno com 200 células (18  $\text{cm}^3$ ) preenchidas com substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup>. A irrigação foi realizada diariamente com 2,5 L das águas avaliadas para cada bandeja. Estas foram dispostas aleatoriamente em casa de vegetação por 14 dias.

### **Variáveis analisadas**

#### **Emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas**

Durante o período de avaliação foram realizadas contagens diárias de plântulas emergidas (hipocótilo exposto) até os 14 dias após a semeadura. Com isso, obteve-se o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e porcentagem de plântulas emergidas.

#### **Comprimento de plântulas**

Para mensuração do comprimento de parte aérea foi considerada a parte entre a inserção da raiz até a dos cotilédones; enquanto para comprimento de raiz, considerou-se a raiz principal. Essa avaliação foi realizada em 10 mudas, por repetição, aos 14 dias após a semeadura, utilizando-se régua milimetrada.

#### **Massa seca de plântulas**

As partes vegetais utilizadas para avaliação do comprimento de plântulas foram acondicionadas em saco de papel e levadas à estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 h para determinação da massa seca, em balança de precisão (0,001g) (NAKAGAWA, 1999).

#### **Determinação dos solutos orgânicos**

Na quantificação dos açúcares solúveis totais, aminoácidos totais e prolina, utilizaram-se amostras de 0,2 g de tecido fresco da parte aérea de plântulas normais. Essas foram

maceradas de forma automática em tubos hermeticamente fechados, contendo 3 mL de etanol 80%. Posteriormente, os tubos foram postos em banho-maria a 60°C durante 20 min. Em seguida, foram centrifugados a 10.000 rpm por 8 min a 4°C, e o sobrenadante coletado. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método da antrona (YEMM e WILLIS, 1954), com resultados expressos em mg g<sup>-1</sup> de massa fresca. Os aminoácidos totais foram analisados pelo método da ninidrina (YEMM e COCKING, 1955), sendo os resultados expressos em µmol g<sup>-1</sup> de massa fresca. E, para a prolina, seguiu-se a metodologia proposta por Bates et al. (1973), com os resultados expressos em µmol g<sup>-1</sup> de massa fresca.

#### **Análise estatística**

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e em caso de significância, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott. Utilizou-se o programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR® (FERREIRA, 2011).

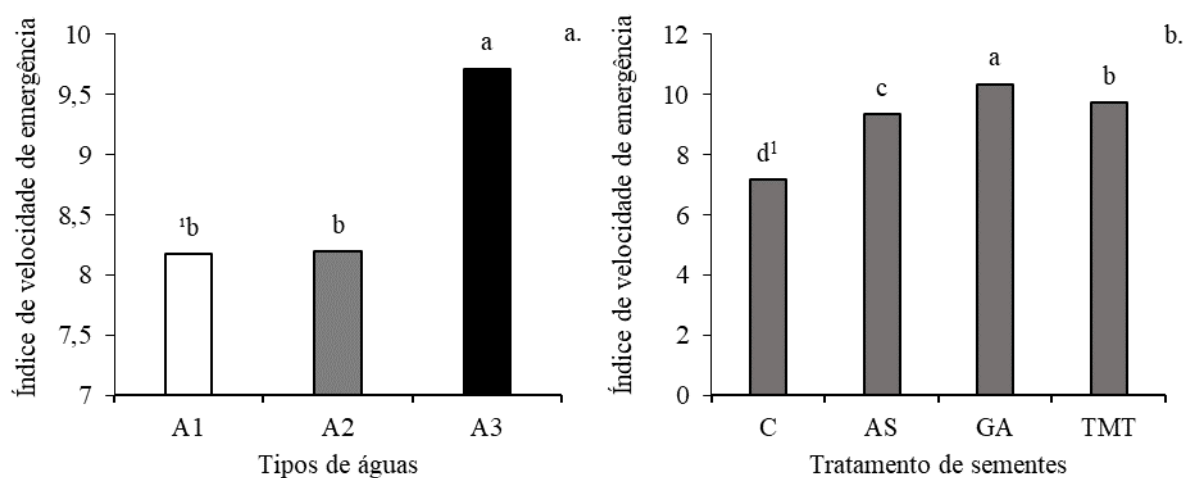
### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A interação entre os fatores (diluições de água x tratamento de sementes) foi significativa ( $p \leq 0,05$ ) apenas para as variáveis de comprimento de parte aérea e raiz na cultivar Goldex. Na mesma cultivar, os aminoácidos totais, massa seca de parte aérea e raiz apresentaram diferenças apenas para o fator água. O índice de velocidade de emergência e açúcares solúveis totais apresentaram diferenças para os dois fatores de forma isolada. Ainda para a cultivar Goldex, a emergência de plântulas e prolina não apresentaram diferenças para os fatores isolados e, por isso, os resultados não foram apresentados.

No tocante à cultivar Grand Prix, houve interação dos fatores para o índice de velocidade de emergência e emergência de plântulas. Não foi verificada interação dos fatores ( $p \leq 0,05$ ) para a massa seca de parte aérea, mas houve diferença significativa para o fator água. As variáveis de massa seca de raiz e prolina resultaram em diferenças para ambos fatores isolados. Ainda para essa mesma cultivar, não houve interação entre os açúcares solúveis totais e os fatores e nem diferenças para estes de forma isolados.

O maior índice de velocidade de emergência de plântulas da cultivar Goldex em função da água de irrigação foi obtido no tratamento com água de poço artesiano (A3), sendo 6% superior ao obtido nos tratamentos com água de abastecimento (A1) e diluição da água de poço artesiano (A2), respectivamente (Figura 1a). No tocante aos tratamentos de sementes, o

ácido giberélico proporcionou os melhores resultados de índice de velocidade de emergência, sendo 30% superior em relação ao controle (Figura 1b).



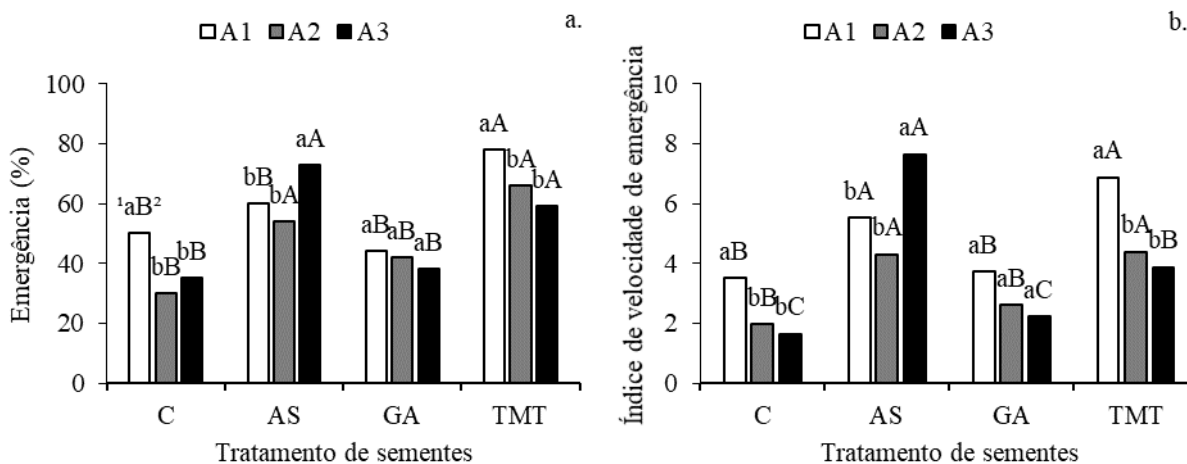
**Figura 1.** Índice de velocidade de emergência de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço (a) e com diferentes tratamentos de sementes (b). A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

O aumento da velocidade de emergência e o estabelecimento de plântulas em campo é fato positivo, sobretudo em condições estressantes. Esses resultados estão estreitamente ligados ao modo de ação do ácido giberélico, que é responsável pelo início da germinação e alongamento celular (PAIXÃO et al., 2021). Além disso, esse regulador pode atuar como sinalizador de síntese de enzimas hidrolíticas, responsáveis pela mobilização de reservas da semente, que influenciam diretamente o crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário (TSEGAY e ANDARGIE, 2018). De forma semelhante ao verificado neste trabalho com sementes de melão, cv. Goldex, o tratamento das sementes com ácido giberélico também proporcionou resultados positivos em sementes de alfafa (YOUNESI e MORADI, 2014) e beterraba (KANDIL et al., 2014), ambas sob estresse salino e com condutividades próximas ao deste trabalho.

A utilização da água salina de poço prejudicou a emergência de plântulas da cultivar Grand Prix (Figura 2a). Apesar disso, o tratamento das sementes com ácido salicílico e



tiametoxam proporcionou maior porcentagem de emergência de plântulas (108% e 68%, respectivamente, em relação ao controle), quando irrigada com água de maior salinidade (A3).



**Figura 2.** Emergência (a), índice de velocidade de emergência (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem no fator tratamento de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

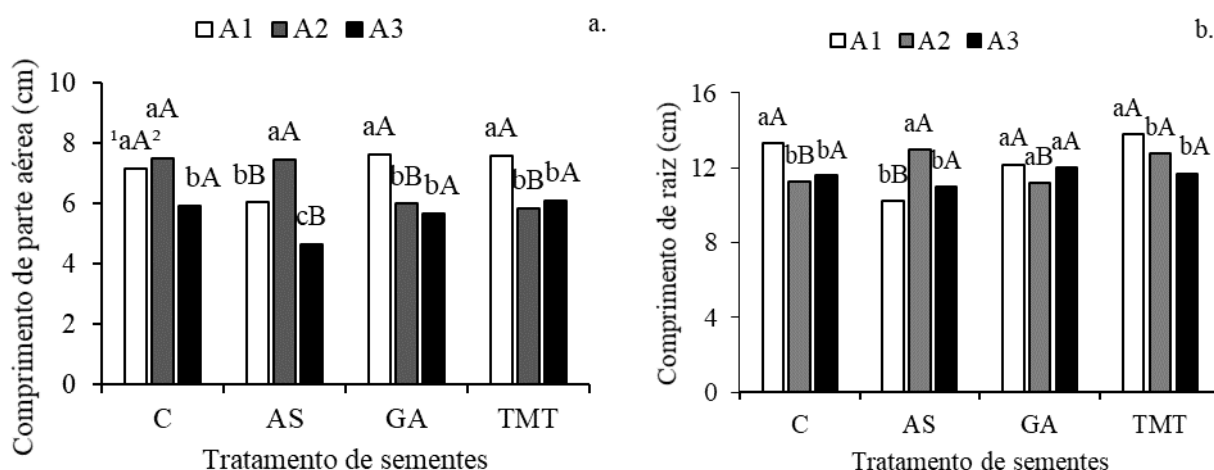
O ácido salicílico proporcionou maior índice de velocidade de emergência de plântulas da cultivar Grand Prix em relação aos demais tratamentos. Porém, quando se utilizou o tiametoxam e as águas de abastecimento (A1) e diluída a 50% (A2), as plântulas apresentaram índices de velocidades semelhantes (4,5). O tratamento das sementes com ácido salicílico e submetido à água salina de poço (A3) resultou em índice de velocidade de 7,6; quatro vezes maior que o obtido para o tratamento-controle com a mesma água (Figura 2b).

A salinidade pode provocar toxicidade iônica, tendo como consequências os atrasos na emergência e mobilização de reservas de sementes e até a diminuição da viabilidade das sementes (NÓBREGA et al., 2020). Além disso, a toxicidade iônica pode ter afetado, devido ao fato de que a composição da água de irrigação é baseada em sais de sódio, cálcio e magnésio, com uma proporção maior de sódio, resulta no acúmulo deste elemento (MUSCOLO et al., 2013). O sódio na água de irrigação está relacionado a problemas de toxicidade das plantas. No entanto, a interação do ácido salicílico com a salinidade pode

induzir a ativação de genes de resistência ao estresse, aumentando a emergência de plântulas (JINI e JOSEPH, 2017). Isso pode estar relacionado à participação do ácido salicílico no metabolismo de defesa vegetal e na síntese de ácido giberélico, atuando diretamente na emergência de plântulas (ANAYA et al., 2018).

A ação benéfica do ácido salicílico foi verificada na velocidade de estabelecimento de plântulas em várias espécies como gergelim, sob *deficit* hídrico (SILVA et al., 2017) e, em plântulas de melão, submetidas ao estresse térmico (KAUR e GUPTA, 2017). Em situação não estressante, o tratamento de sementes de abóbora com tiametoxam promoveu incremento do vigor de plântulas, influenciando positivamente a qualidade fisiológica destas (LEMES et al., 2015).

O uso da água salina de poço (A3) afetou negativamente o comprimento da parte aérea das plântulas da cultivar Goldex (Figura 3a). Igualmente, os tratamentos de sementes com ácido giberélico e tiametoxam em A2 e A3, também, prejudicaram essa variável. No entanto, as sementes tratadas com ácido salicílico e irrigadas com A2 resultaram em plântulas com maior comprimento de parte aérea em relação às demais águas, com aumento de 30% para as irrigadas com água de abastecimento e 73% para as da água salina de poço. Esses resultados foram semelhantes para as do controle e superiores às obtidas para o ácido giberélico e tiametoxam, sob mesma condição hídrica (Figura 3a).



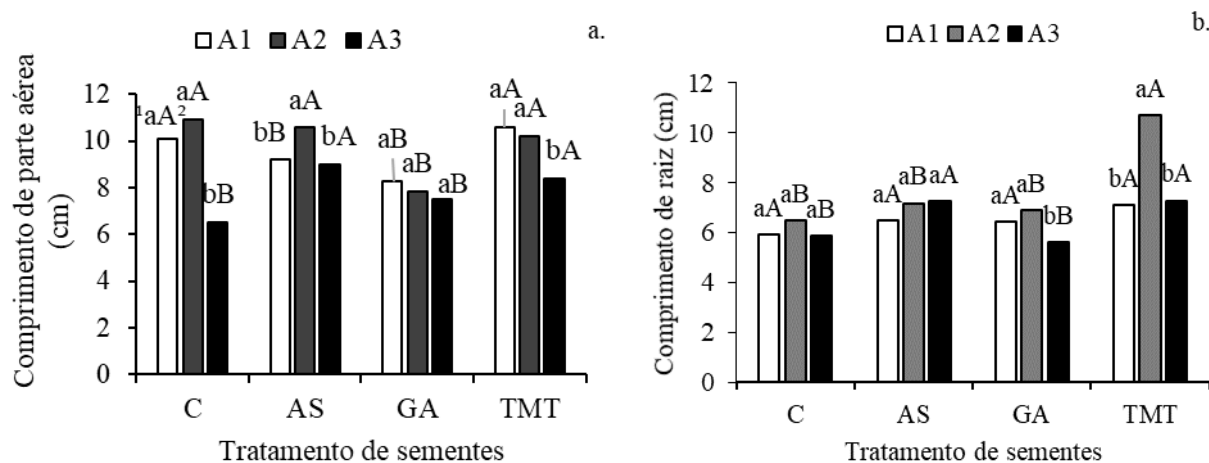
**Figura 3.** Comprimento de parte aérea (a), comprimento de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no

fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem no fator tratamento de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A mitigação dos efeitos deletérios resultantes da salinidade está relacionada à produção de compostos secundários e em rotas metabólicas de defesa vegetal (GOMES et al., 2018). A atuação correlata do ácido salicílico também foi verificada em plântulas de cevada e pimenta sob estresse hídrico (HABIBI, 2012; PRABHA e KUMAR, 2014).

Em relação ao comprimento de raiz de plântulas da cultivar Goldex, verificou-se efeito semelhante ao obtido em comprimento de parte aérea, com redução do crescimento em condições de salinidade e sem tratamento das sementes. Entretanto, o tratamento das sementes com ácido giberélico impediu que o comprimento de raiz fosse afetado de forma negativa, quando comparado somente aos resultados obtidos das demais águas. A utilização de ácido salicílico e tiametoxam acarretou maior crescimento de raiz (aproximadamente 13 cm) sob água diluída (A2) e, quando comparada às demais águas, foi 30% superior para as oriundas da água de abastecimento e 18% maior para as da salina de poço (A3) (Figura 3b).

O comprimento da parte aérea foi afetado para as plântulas da cultivar Grand Prix, sob água salina de poço artesiano (A3), exceto para aquelas tratadas com ácido giberélico. No tratamento com ácido giberélico, verificou-se que mesmo em água A1 o comprimento de parte aérea foi afetado (10% em relação ao controle), não havendo diferença para as águas dentro deste tratamento. Ao se considerar a utilização de água A2, não ocorreram diferenças entre as do controle, ácido salicílico e tiametoxam. Na condição de máxima salinidade (A3), os tratamentos de sementes com ácido salicílico e tiametoxam proporcionaram maior comprimento de parte aérea, com 46 e 38% superiores, respectivamente, em relação às do controle (Figura 4a).



**Figura 4.** Comprimento de parte aérea (a), comprimento de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem no fator tratamento de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

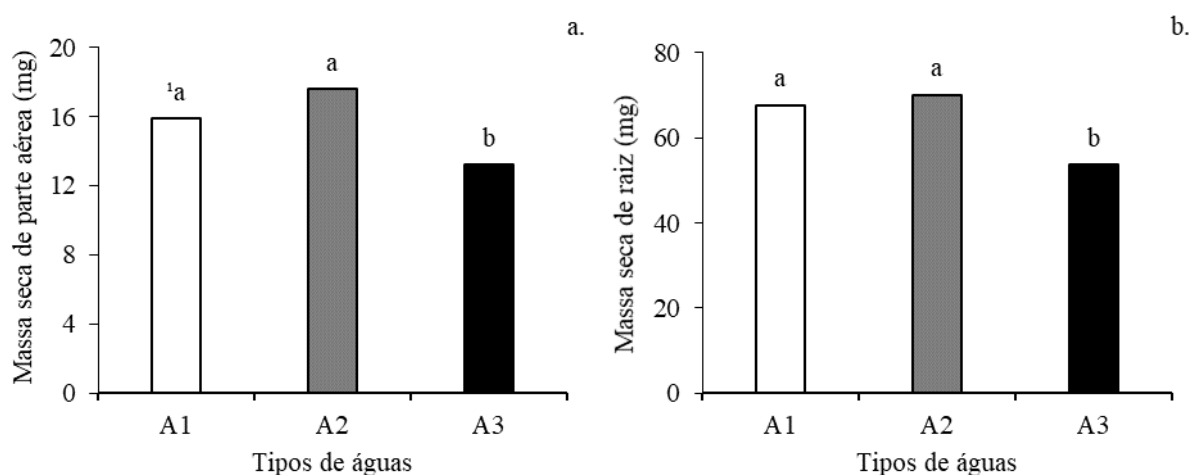
A salinidade afeta diretamente o desenvolvimento da parte aérea das plântulas devido ao estresse osmótico da água e aos efeitos tóxicos dos íons, pois interferem na multiplicação e divisão celular, prejudicando o crescimento (LIMA et al., 2015). No entanto, em plântulas de arroz sob condição salina, o tratamento de sementes com ácido giberélico resultou em acréscimo no comprimento de plântulas (CHUNTHABUREE et al., 2014). Provavelmente, a inclusão exógena desse hormônio também foi decisiva no processo de alongamento celular para a cultivar Grand Prix.

Em relação ao comprimento de raiz, quando se utilizou água A2, verificou-se que o tratamento das sementes com tiametoxam favoreceu essa variável, sendo superior aos demais em, aproximadamente, 60%. Já com a utilização da água salina de poço (A3), os tratamentos das sementes com ácido salicílico e tiametoxam promoveram maior comprimento de raiz (Figura 4b).

Em substrato salino, as plântulas têm seu metabolismo estimulado para o crescimento radicular, a fim de superar os efeitos deste estresse, principalmente, o efeito osmótico (TAIZ et al., 2017). Dessa forma, com uso da diluição (A2), a salinidade promoveu um eu-stress, pois estimulou o metabolismo e a atividade fisiológica da plântula de forma positiva

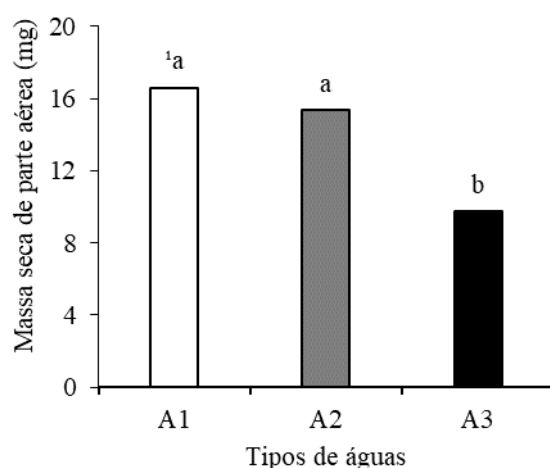
(LICHTENTHALER, 2004). Além disso, o tiametoxam pode ser considerado um bioativador vegetal mesmo em condições de salinidade, já que em condição de A2 e A3, promoveu maior crescimento radicular, em detrimento do tratamento-controle. Essa função de bioativador também foi verificada em condições sem estresses por Lemes et al. (2015), que identificaram melhor desenvolvimento de plântulas de abóbora para as sementes que foram tratadas com tiametoxam.

As plântulas da cultivar Goldex tiveram o acúmulo de massa seca de parte aérea e raiz prejudicadas pela salinidade da água de poço artesiano (A3). As massas secas das partes aérea e raiz foram reduzidas em 17 e 23%, respectivamente, em relação às obtidas para a água de abastecimento (Figura 5).



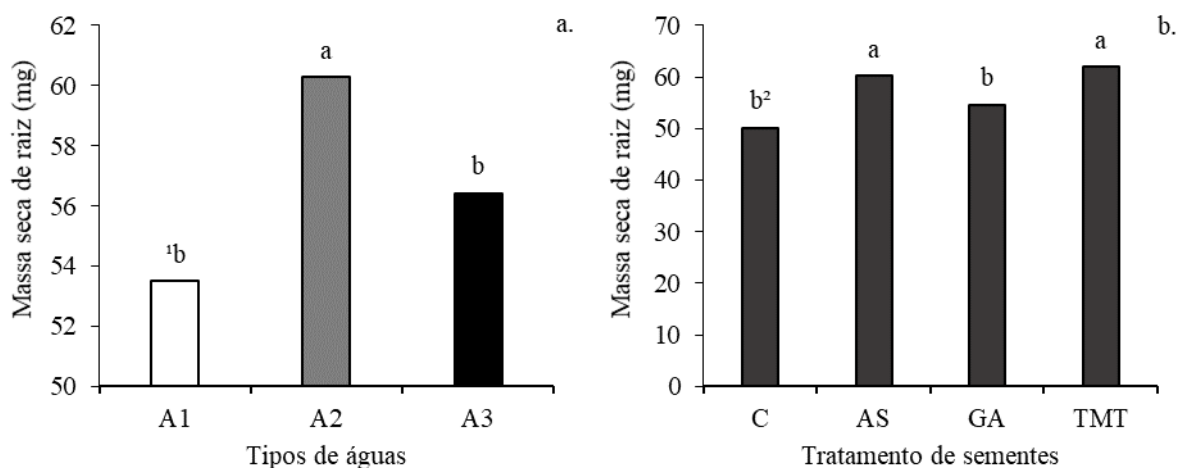
**Figura 5.** Massa seca de parte aérea (a), massa seca de raiz (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A massa seca de parte aérea de plântulas da cultivar Grand Prix foi afetada negativamente pelo uso da água de maior salinidade A3 (Figura 6). Esses resultados têm como princípio básico a ação do sal que prejudicou o acúmulo de massa seca. Esse fato é devido aos efeitos osmótico e tóxico dos sais na solução que ocasionam mudanças metabólicas e fisiológicas, resultando em decréscimos no acúmulo de biomassa (LIMA et al., 2015).



**Figura 6.** Massa seca de parte aérea de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ).

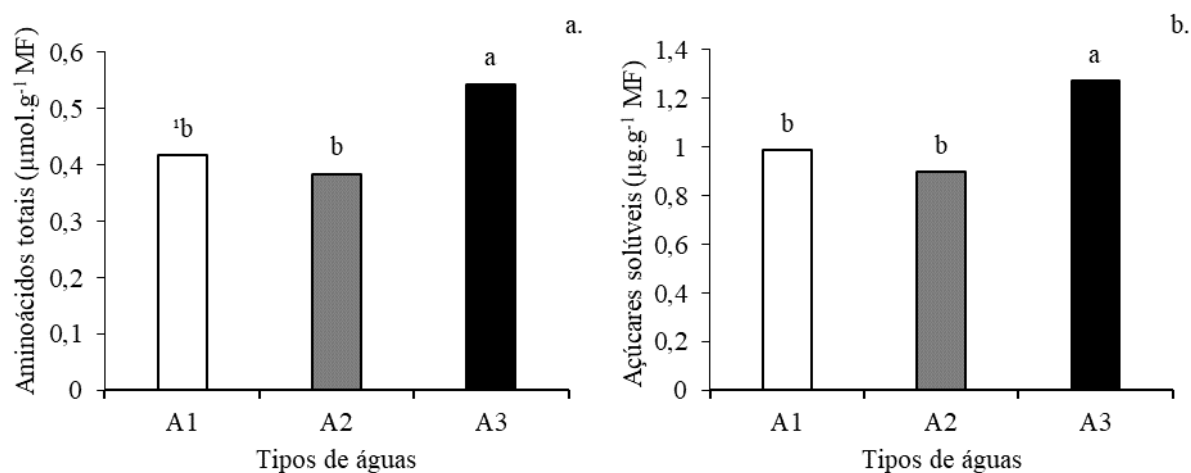
Em relação à massa seca de raiz de plântulas da cultivar Grand Prix, constatou-se maior acúmulo de biomassa quando se utilizou a mistura de água de abastecimento com água salina de poço (A2) (Figura 7a). Os tratamentos com ácido salicílico e tiametoxam proporcionaram maiores acúmulos de massa seca (60,8 mg) em relação aos demais (Figura 7b). Esses resultados demonstram que o crescimento de raiz das plântulas dessa cultivar não foi obtido apenas pelo alongamento celular, mas também pela divisão e acúmulo de biomassa, efeitos relacionados ao modo de ação do ácido salicílico e tiametoxam (GROHS et al., 2016). Esse maior acúmulo de massa seca de raiz também foi verificado em plântulas de cevada e pimenta sob estresse hídrico, utilizando o ácido salicílico (HABIBI, 2012; PRABHA e KUMAR, 2014).



**Figura 7.** Massas secas de raízes de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço (a) e com diferentes tratamentos de sementes (b). A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem pelo teste Scott Knott ( $p \leq 0,05$ ).

De modo geral, os resultados biométricos de plântulas foram beneficiados pela utilização do ácido salicílico e tiametoxam. Assim, para melhor elucidar o comportamento das cultivares de melão e as mudanças ocorridas no metabolismo vegetal desta espécie, sob condição de estresse salino, foram realizadas análises bioquímicas.

Em plântulas de melão da cultivar Goldex ocorreu o acúmulo de aminoácidos totais e açúcares solúveis em função das águas utilizadas, sendo as maiores concentrações dessas substâncias verificadas na condição de maior salinidade (Figura 8). Geralmente, na tentativa de realização da osmorregulação ou ajuste osmótico, a plântula acumula biomoléculas de açúcares e proteínas (KHAN et al., 2015).



**Figura 8.** Aminoácidos totais (a) e açúcares solúveis (b) de plântulas de melão, cultivar Goldex, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

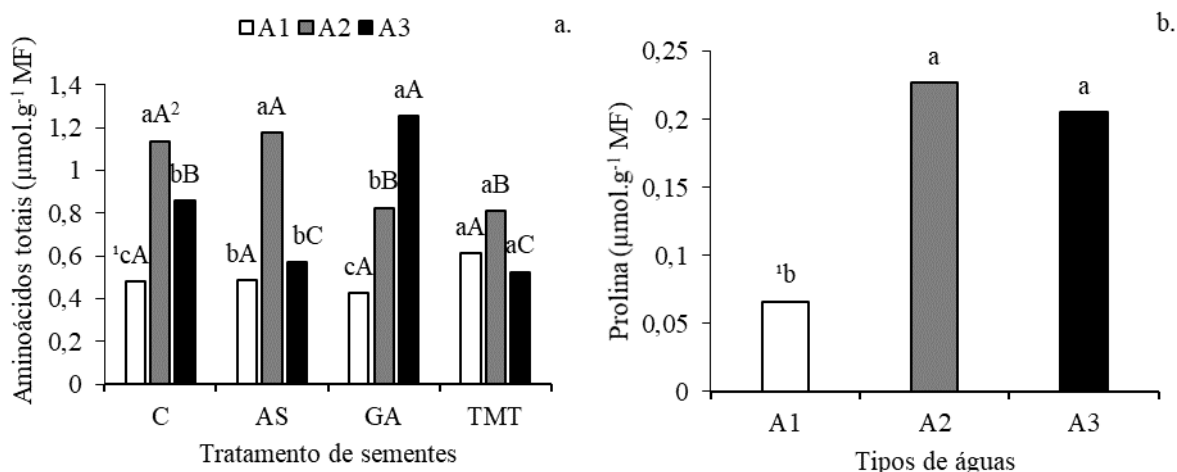
O maior acúmulo de açúcares e aminoácidos em plântulas oriundas de maior salinidade deve-se à função metabólica destas substâncias no ajustamento osmótico celular, que se acumulam no citosol, a fim de reduzir o potencial hídrico da célula. Dessa forma, a diferença de potencial hídrico permite que a célula mantenha a pressão de turgor e a hidratação dos tecidos, mesmo em condição de estresse osmótico. Além disso, os açúcares podem ter a função de sinalização no processo de ajuste osmótico (SINGH e GAUTAM, 2013).

Nos resultados não foram verificadas diferenças significativas nos teores de prolina. Mesmo sendo esse metabólito considerado um dos principais agentes de atuação no ajuste osmótico, proteção de membranas e estabilizador de proteínas (IQBAL et al., 2014). Isso demonstra que a prolina para as plântulas da cultivar Goldex não atuou como osmoprotetor principal, já que existem outras moléculas responsáveis por esse processo como a glicina, betaína, manitol, açúcar trealose e, para algumas cucurbitáceas, a citrulina é o principal osmoprotetor (KUSVURAN et al., 2013; SONG et al., 2020).

Os teores de aminoácidos totais nas mudas de melão Grand Prix do tratamento de sementes com ácido giberélico e irrigadas com água A3 resultaram em maior acúmulo (Figura 9a). Esse resultado pode estar relacionado ao fato do ácido giberélico auxiliar no metabolismo de aminoácidos totais, que passaram a atuar também no metabolismo de proteção osmótica,



em condição de salinidade. No tocante ao acúmulo de prolina, a utilização de água subterrânea, independentemente da diluição, propiciou plântulas com maior concentração desse metabólito (Figura 9b).



**Figura 9.** Aminoácidos totais (a) e prolina (b) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, irrigadas com diluições de água de poço e com diferentes tratamentos de sementes. Tratamento de sementes: A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de água de poço; A3 = água de poço. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem no fator água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem no fator tratamento de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Os valores de prolina mais elevados foram verificados em mudas de melão Grand Prix, sob maior concentração salina (A2 e A3), indicando que nessas condições este metabólito é utilizado no ajustamento osmótico celular. No entanto, o acúmulo de prolina pode não ser, necessariamente, um indicativo de que a célula utilize esse metabólito no ajustamento osmótico. Esse aumento pode ser apenas produto de distúrbios metabólicos provocados pelo estresse, já que sua síntese ainda depende da expressão gênica do material estudado e da integridade da rota do glutamato (SILVEIRA et al., 2016; NELSON e COX, 2019).

A utilização de águas subterrâneas salinas pode prejudicar as produções agrícolas, sobretudo o desenvolvimento inicial das plantas (TORRES et al., 2014). Neste trabalho, verificou-se que a salinidade afetou as variáveis de emergência e crescimento de mudas de

melão para ambas as cultivares. Porém, a utilização de reguladores no tratamento de sementes pode mitigar os efeitos desse estresse na fase inicial de desenvolvimento das plântulas. Na cultivar Goldex, esse efeito foi menor, conforme verificado nos resultados obtidos. Entretanto, o uso de ácido giberélico proporcionou aumento do índice de velocidade de emergência, enquanto o ácido salicílico e o tiametoxam promoveram maior comprimento de raiz. Os tratamentos de sementes de melão Grand Prix com ácido salicílico e tiametoxam mitigaram os efeitos do estresse salino.

#### **4. CONCLUSÃO**

A utilização de água salina de poço afeta o desenvolvimento inicial de mudas melão Goldex e Grand Prix.

O tratamento pré-germinativo de sementes de melão Goldex com ácido giberélico mostra-se pouco eficiente na mitigação do estresse salino.

A partir do tratamento das sementes de melão Grand Prix com ácido salicílico e tiametoxam, a atenuação dos efeitos da salinidade é mais efetiva.

## 5. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. D. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with thiamethoxam: reflections on physiological performance. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.392-398, 2014. <http://doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>

ALMEIDA, A. S.; LAUXEN, L. S.; CALAZANS, A. F. S.; HARTER, L. H.; CEOLIN, B. C.; ROSA, G. F.; TUNES L. V. M.; VILELA, F. A. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila de plântulas originadas de sementes tratadas com Tiametoxam. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.6, p.40804-40812, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n6-572>

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, S; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.17, n.1, p.1-8, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2015.10.002>

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, n.1, p.205-207, 1973. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/bf00018060>

BEZERRA, R. U.; DE ARAÚJO VIANA, T. V.; AZEVEDO, B. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; LIMA, A. D. Produção e qualidade da abóbora maranhão sob influência de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Irriga**, v.25, n.1 p.87-101, 2020. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2020v25n1p87-101>

CHUNTHABUREE, S.; SANITCHON, J.; PATTANAGUL, W.; THEERAKULPISUT, P. Alleviation of salt stress in seedlings of black glutinous rice by seed priming with spermidine and gibberellic acid. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, n.42, v.2, p.405-413, 2014. <http://dx.doi.org/10.1583/nbha4229688>

COSME, C. R.; DIAS, N. S.; SILVA, K. M. P.; SILVA, C. V. T.; QUEIROZ, I. S. R.; REBOUÇAS, T. C.; FERNANDES, C. S. Yield and quality of ‘Gália’ melon grown in

coconut fiber under different concentrations of macronutrients in the nutrient solution. **Idesia**, v.35, n.4, p.119-128, 2017. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292017000400119>

DOURADO, D.; LIMA, S. F.; LIMA, A. P. F.; SORATO, D. N.; BERNARDO, V. F.; BARBOSA, H. M. Efeito de bioestimulante em sementes de cedro-rosa. **Brazilian Journal of Development**, v.6, n.5, p.30306-30319, 2020. <http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n5-474>

FAOSTAT, Web site of Food and Agricultural Organization of United Nations (2018). Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 15/12/2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

GOMES, C. A.; ASSIS, A. C. L. P.; ALVES, D. P.; REIS, M. R. Aplicação de ácido salicílico como atenuador dos efeitos de déficit hídrico no milho. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v.4, n.3, p.359-363, 2018. <http://dx.doi.org/10.18540/jcecvl4iss3pp0359-0363>

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; MORAES, B. S. Attenuation of low-temperature stress in rice seedlings. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.46, n.2, p.197-205, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632016v4640436>

GUIRRA, K. S.; TORRES, S. B.; LEITE, M. D. S.; GUIRRA, B. S.; NOGUEIRA NETO, F. A.; RÊGO, A. L. Phytohormones on the germination and initial growth of pumpkin seedlings under different types of water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.24, n.12, p.827-833, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p827-833>

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. <http://www.sci.u-szeged.hu/ABS>

HF BRASIL. **Anuário hortifruti Brasil – Edição especial**. Ano 18. N 196. ISSN 1981-1837 – CEPEA: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. 2020.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Consulta dados da Estação Automática: Mossoró – RN**. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

IQBAL, N.; UMAR, S.; KHAN, N. A.; IQBAL, M. A new perspective of phytohormones in salinity tolerance: regulation of proline metabolism. **Environmental and Experimental Botany**, v.100, p.34-42, 2014. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2013.12.006>

JINI, D.; JOSEPH, B. Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. **Rice Science**, v.24, n.2, p.97-108, 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rsci.2016.07.007>

KANDIL, A. A.; SHARIEF, A. E.; ABIDO, W. A. E.; AWED, A. M. Effect of gibberellic acid on germination behaviour of sugar beet cultivars under salt stress conditions of Egypt. **Sugar Tech**, v.16, n.2, p.211-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-013-0252-7>

KAUR, S.; GUPTA, N. Effect of proline and salicylic acid on germination and antioxidant enzymes at different temperatures in muskmelon (*Cucumis melo* L.) seeds. **Journal of Applied and Natural Science**, v.9, n.4, p.2165-2169, 2017. <http://dx.doi.org/10.31018/jans.v9i4.1504>

KHAN, M. I. R.; FATMA, M.; PER, T. S.; ANJUM, N. A.; KHAN, N. A. Salicylic acid-induced abiotic stress tolerance and underlying mechanisms in plants. **Frontiers in Plant Science**, v.6, p.462, 2015. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2015.00462>

KUSVURAN, S.; DASGAN, H. Y.; ABAK, K. Citrulline is an important biochemical indicator in tolerance to saline and drought stresses in melon. **The Scientific World Journal**, v.2013, n.253414, p.1-8, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/253414>

LEMES, E. S.; ALMEIDA, A. S.; MENEGHELLO, G. E.; TUNES, L. M.; VILLELA, F. A. Germinação e vigor de sementes de abóbora tratadas com tiametoxam. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.1, p.122-127, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-40632015v4527581>

LIMA, L. A.; OLIVEIRA, F. D. A.; ALVES, R. C.; LINHARES, P. S. F.; MEDEIROS, A. M. A.; BEZERRA, F. M. S. Tolerância da berinjela à salinidade da água de irrigação. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, n.1, p.27-34, 2015. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v9i1.2202>

LICHTENTHALER, H. K. El estrés y la medida del estrés en plantas. In: REIGOSA, M. J.; PEDROL, N.; SÁNCHEZ, A. (Ed) **La ecofisiología vegetal - Una ciencia de síntesis**. Madrid: Thomson. Cap. 2, p.59-111, 2004.

MACEDO, W. R.; CASTRO, P. R. D. C. Thiamethoxam: molecule moderator of growth, metabolism and production of spring wheat. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v.100, n.3, p.299-304, 2011. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pestbp.2011.05.003>

MAGUIRRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Olhares sobre as políticas públicas de recursos hídricos para o semiárido. In: GHEYI, H. R.; PAZ, V. P. S.; MEDEIROS, S. S.; GALVÃO, C. O. **Recursos hídricos em regiões semiáridas**. Cruz das Almas: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012. 258 p.: il. Acesso em: 27/10/2019.

MUSCOLO, A.; PANUCCIO, M. R.; HESHEL, A. Ecophysiology of *Pennisetum clandestinum*: a valuable salt tolerant grass. **Environmental and Experimental Botany**, v.92, p.55-63, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.07.009>

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. ISBN 978-85-8271-533-8. 7 ed. – Editora Artmed. Porto Alegre – RS. 1278p, 2019.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I.; SILVA RIBEIRO, J. E.; SOUSA VIEIRA, L.; FIGUEIREDO, F. R. A.; DE FÁTIMA, R. T.; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. **DESAFIOS - Revista**

**Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v.7, n.2, p.162-171, 2020.  
<http://dx.doi.org/10.20873/ufv7-8169>

PAIXÃO, M. V. S.; MÔNICO, A. F.; GROBÉRIO, R. B. C.; CREMONINI, G. M.; FARIA JUNIOR, H. P.; CORDEIRO, A. J. C. Tratamentos Pré-Germinativos na Emergência e Desenvolvimento Inicial de Plântulas de Graviola. **Revistas Ensaios e Ciências**, v.25, n.1, p.72-76, 2021. <http://dx.doi.org/10.17921/1415-6938.2021v25n1p72-76>

PRABHA, D.; KUMAR, N. Seed treatment with salicylic acid enhance drought tolerance in *capsicum*. **World Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p.42-46, 2014.  
<http://dx.doi.org/10.12691/wjar-2-2-2>

SILVA, A. C. D.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. D.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L. D.; SILVA, D. C. D. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.156-162, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p156-162>

SILVA, J. E. S. B.; PAIVA, E. P.; LEITE, M. S.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M. L.; GUIRRA, K. S. Salicylic acid in the physiological priming of onion seeds subjected to water and salt stresses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.919-924, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p919-924>

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; 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.; GOMES FILHO, E. (Ed.) **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. ISBN 978-85-420-0948-4. Fortaleza – CE. P. 181-197, 2016.

SINGH, P. K.; GAUTAM, S. Role of salicylic acid on physiological and biochemical mechanism of salinity stress tolerance in plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.35, n.8, p.2345-2353, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s11738-013-1279-9>

SONG, Q.; JOSHI, M.; DIPIAZZA, J.; JOSHI, V. Functional relevance of citrulline in the vegetative tissues of watermelon during abiotic stresses. **Frontiers in Plant Science**, v.11, n.512, p.1-13, 2020. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00512>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. Porto Alegre: **Artmed Editora**, 2017. 888p.

TORRES, E. C. M.; FREIRE, J. L. O.; OLIVEIRA, J. L.; BANDEIRA, L. B.; MELO, D. A.; SILVA, A. L. Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v.2, n.2, p.71-78, 2014. <http://dx.doi.org/10.14583/2318-7670.v02n02a03>

TSEGAY, B. A.; ANDARGIE, M. Seed priming with gibberellic acid (GA3) alleviates salinity induced inhibition of germination and seedling growth of *Zea mays* L., *Pisum sativum* var. abyssinicum A. Braun and *Lathyrus sativus* L. **Journal Crop Science Biotechnology**, v.21, n.3, p.261-267, 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s12892-018-0043-0>

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**, v.80, n.948, p.209-213, 1955. <http://dx.doi.org/10.1039/an9558000209>

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v.57, n.3, p.508-514, 1954. <http://dx.doi.org/10.1042/bj0570508>

YOUNESI, O.; MORADI, A. Effect of priming of seeds of *Medicago sativa* ‘bami’ with gibberellic acid on germination, seedlings growth and antioxidant enzymes activity under salinity stress. **Journal of Horticultural Research**, v.22, n.2, p.167-174, 2014. <http://dx.doi.org/10.2478/johr-2014-0034>



### CAPÍTULO III

#### TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS DE SEMENTES DE MELÃO PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS IRRIGADAS COM ÁGUA BIOSSALINA

**RESUMO** – A produção de meloeiro no semiárido brasileiro está sujeita à utilização de águas marginais com salinidade elevada. Entretanto, a utilização de reguladores e bioativadores no tratamento de sementes podem mitigar os efeitos nocivos dos sais na água de irrigação. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos com fitorreguladores e bioativador em sementes de melão para a produção de mudas irrigadas com água bioessalina proveniente de efluente de piscicultura. Para isso, dois ensaios com as cultivares Goldex e Grand Prix foram realizados separadamente. Em ambos os experimentos, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 (tratamentos pré-germinativos x diluições de água). Além do controle, as sementes foram tratadas com os ácidos salicílico e giberélico e tiametoxam. As águas utilizadas para irrigação foram as de abastecimento local e efluente de piscicultura (água bioessalina), diluídas a 50%. Aos quatorze dias foram realizadas as análises morfológicas e fisiológicas e bioquímicas. Os resultados mostraram que a irrigação com água bioessalina residual de piscicultura, com condutividade elétrica  $< 5 \text{ dS m}^{-1}$  não compromete a germinação das sementes de melão Goldex, mas prejudica o estabelecimento de mudas da cultivar Grand Prix. Os pré-tratamentos de sementes com ácidos salicílico e giberélico atenuaram os efeitos da salinidade da água bioessalina e proporcionaram mudas de meloeiro mais vigorosas. Além de que, o tratamento com tiametoxam promoveu acúmulo de metabólitos osmoprotetores nas mudas de melão.

**Palavras-chave:** *Cucumis melo*, ácido giberélico, ácido salicílico, água bioessalina, tiametoxam.

**ABSTRACT** - The production of melon in the Brazilian semiarid region is subject to the use of marginal waters with high salinity. However, the use of regulators and bioactivators in seed treatment can mitigate the harmful effects of salts in irrigation water. In this sense, the objective was to evaluate the effect of pre-germinative treatments with phyto regulators and bioactivator in melon seeds for the production of seedlings irrigated with biosaline water from fish farm effluent. For this, two trials with the cultivars Goldex and Grand Prix were carried

out separately. In both experiments, a completely randomized design in a 4 x 3 factorial scheme (pre-germinative treatments x water dilutions) was used. In addition to the control, the seeds were treated with salicylic and gibberellic acids, besides thiamethoxam. The water used for irrigation was local supply, fish farming effluent (biosaline water) and their dilution at 50%. Fourteen days after sowing, morphological, physiological and biochemical analyzes were performed. The results showed that irrigation with residual biosaline water from fish farms with electrical conductivity  $< 5 \text{ dS m}^{-1}$  does not compromise the germination of Goldex melon seeds, but impairs the establishment of seedlings of the Grand Prix cultivar. Seed pretreatments with salicylic and gibberellic acids attenuated the salinity effects of biosaline water and provided more vigorous melon seedlings. Furthermore, the treatment with thiamethoxam promoted the accumulation of osmoprotective metabolites in the melon seedlings.

**Keywords:** *Cucumis melo*, gibberellic acid, salicylic acid, biosalin water, thiamethoxam.

## 1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água de boa qualidade para a produção agrícola é bastante reduzida no semiárido brasileiro. Sendo assim, a utilização de água de baixa qualidade é comum, geralmente com condutividade elétrica elevada e, muitas vezes, as águas residuárias de criação de animais são usadas para este fim (SOUZA et al., 2019). No entanto, um dos problemas desse tipo de água é a elevada quantidade de sais, principalmente para aquelas provenientes da piscicultura, que causam prejuízos ao crescimento e desenvolvimento vegetal (SILVA et al., 2015). Ainda assim, com o manejo adequado, a água residuária da piscicultura (água biosalina) se qualifica como fonte alternativa para a irrigação dos cultivos agrícolas, garantindo a economia deste recurso na produção (DANTAS et al., 2019).

A sobrevivência das plantas em condições adversas é um resultado da evolução dos mecanismos adaptativos, que estão sempre associadas a uma série de respostas fisiológicas e bioquímicas no nível celular. A seleção de material genético mais adaptado, com alcance de maior produtividade agrícola sob condições de estresse é um desafio que deve ser enfrentado. Neste sentido, o meloeiro tem produção mundial estimada de 31 milhões de toneladas e área de cultivo de aproximadamente 1,3 milhões de hectares (FAOSTAT, 2019).

No Brasil, os estados da Bahia, Ceará e Rio Grande do Norte são os principais produtores, sendo 80% da área cultivada dos dois últimos destinada à exportação (ABRAFRUTAS, 2020; HF BRASIL, 2020). Esses estados produtores estão localizados na região semiárida, com cultivos sob alta demanda hídrica em função das elevadas temperaturas e taxas de evapotranspiração, características climáticas inerentes desta região (BEZERRA et al., 2020).

A utilização da água biossalina pode provocar entraves na fase inicial da cultura, principalmente durante a germinação e o estabelecimento de plântulas. Essa fase é considerada crítica para o ciclo da cultura e determinados estresses, como o salino, pode ocasionar danos irreversíveis ao crescimento vegetal (ZHANG et al., 2017). Porém, a utilização de fitorreguladores como giberelinas e ácido salicílico no tratamento de sementes podem atenuar os efeitos negativos desse estresse por conta da ação positiva destes no metabolismo vegetal (ANAYA et al., 2018; RIBEIRO et al., 2020). Outro produto que vem sendo utilizado na mitigação de estresses abióticos é o tiametoxam, um inseticida sistêmico que aplicado via tratamento de sementes estimula a germinação e proporciona a máxima expressão do vigor de plântulas (ALMEIDA et al., 2014).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de tratamentos pré-germinativos com fitorreguladores e bioativador em sementes de melão para a produção de mudas irrigadas com água biossalina proveniente de efluente de piscicultura.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **Condições de cultivo e delineamento experimental**

O trabalho foi conduzido em duas etapas, separadas pelas cultivares de melão Goldex (amarelo) e Grand Prix (pele-de-sapo), em ambientes de casa de vegetação e laboratório da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. A temperatura média fora desses ambientes foi de 24,5°C, sem ocorrência de precipitação pluviométrica (INMET, 2019).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro tratamentos pré-germinativos (controle, ácido salicílico, ácido giberélico e tiametoxam); e três diluições de água (água de abastecimento, diluição de 50% de água biossalina e água biossalina), com quatro repetições de 25 sementes, para cada cultivar de meloeiro. As sementes permaneceram armazenadas em ambiente climatizado ( $\pm 15^{\circ}\text{C}$  e 60%

de umidade relativa do ar) durante seis meses até o início do experimento. O teor de água das sementes foi de 8% e 8,5%, para Goldex e Grand Prix, respectivamente (BRASIL, 2009).

### **Estratégia experimental: tratamento de sementes e diluições de água**

Para tratamento das sementes com reguladores, utilizaram-se os ácidos salicílico (P.M. = 138,1 M) e giberélico (ProGibb 400<sup>®</sup>), além do tiametoxam (Cruiser 350<sup>®</sup> da Syngenta<sup>®</sup>). Preliminarmente foram realizados os pré-testes para determinar a dosagem mais adequada de cada produto. Dessa forma, as soluções dos ácidos salicílico (50 µM) e giberélico (50 mg L<sup>-1</sup>) para hidratação do substrato de papel-toalha teve o volume de duas vezes o peso seco do substrato. As sementes foram dispostas em rolo de papel-toalha pelo período de 20 h em câmara de germinação, a 25°C. Esse período teve como base as informações obtidas durante a curva de embebição de sementes.

No tratamento das sementes com o tiametoxam utilizou-se a dosagem de 1 mL de Cruiser 350<sup>®</sup> por quilo de semente. Para isso, preparou-se uma calda com 1 mL do produto (Cruiser 350<sup>®</sup>) diluída em 8 mL de água destilada. A quantidade de calda utilizada foi de 1 mL, suficiente para cobertura total das sementes. Essa calda foi mantida em contato com as sementes por 30 min visando proporcionar maior aderência do produto à superfície destas, conforme as recomendações do fabricante (Syngenta<sup>®</sup>). As sementes utilizadas no controle não foram tratadas.

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno com 200 células (18 cm<sup>3</sup>) preenchidas com substrato comercial Carolina Soil<sup>®</sup>. A irrigação diária foi fixada em 2,5 L das águas avaliadas por bandeja. Estas foram dispostas aleatoriamente em casa de vegetação por 14 dias, com temperatura média de 28°C e umidade relativa do ar de 55% no interior do ambiente.

Após a semeadura, as bandejas foram irrigadas com água de abastecimento urbano (A1), diluição de 50% água de abastecimento + 50% água biossalina (A2) e com água biossalina (A3) – efluente de piscicultura proveniente de tanques de produção de tilápias (*Oreochromis* spp.). As análises químicas das águas foram realizadas no Laboratório de Solos e Água da UFERSA (Tabela 1).

**Tabela 1.** Conteúdo de cátions e ânions, acidez, condutividade elétrica, relação de adsorção de sódio e classificação das águas utilizadas para irrigação das plântulas de meloeiro (*Cucumis melo* L.) em casa de vegetação.

Tipo de água	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	CE – 25 °C	pH	RAS*	Clas**
	..... mmolc L <sup>-1</sup> .....							dS m <sup>-1</sup>			
A1	0,9	0,4	3,4	0	0,6	3	3	0,55	8	4,2	C2S1
A2	10,8	10,9	1,3	0	1,2	3,6	5	3,18	8	0,4	C4S1
A3	15,7	20,1	30	1	0,6	3,4	42	5,97	8	7,3	C4S2

A1 = água de abastecimento; A2 = 50% de água de abastecimento + 50% de água de piscicultura; A3 = água de piscicultura. \*Relação de adsorção de sódio. \*\*Classificação de qualidade de água (RICHARDS, 1954).

### Variáveis analisadas

#### Emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas

Durante o período de avaliação foram realizadas contagens diárias de plântulas emergidas (hipocótilo exposto) até os 14 dias após a semeadura. Com isso, obteve-se o índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962) e porcentagem de plântulas emergidas.

#### Comprimento de plântulas

Para mensuração do comprimento de parte aérea foi considerada a parte entre a inserção da raiz até a dos cotilédones; enquanto para comprimento de raiz, considerou-se a raiz principal. Essa avaliação foi realizada em 10 mudas, por repetição, aos 14 dias após a semeadura, utilizando-se régua milimetrada.

#### Massa seca de plântulas

As partes vegetais utilizadas para avaliação do comprimento de plântulas foram acondicionadas em saco de papel e levadas à estufa de circulação forçada a 65°C, por 72 h para determinação da massa seca, em balança de precisão (0,001g) (NAKAGAWA, 1999).

#### Determinação dos solutos orgânicos

Na quantificação dos açúcares solúveis totais, aminoácidos totais e prolina, utilizaram-se amostras de 0,2 g de tecido fresco da parte aérea de plântulas normais. Essas foram maceradas de forma automática em tubos hermeticamente fechados, contendo 3 mL de etanol 80%. Posteriormente, os tubos foram postos em banho-maria a 60°C durante 20 min. Em seguida, foram centrifugados a 10.000 rpm por 8 min a 4°C, e o sobrenadante coletado. Os açúcares solúveis totais foram determinados pelo método da antrona (YEMM e WILLIS, 1954), com resultados expressos em mg g<sup>-1</sup> de massa fresca. Os aminoácidos totais foram

analisados pelo método da ninidrina (YEMM e COCKING, 1955), sendo os resultados expressos em  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de massa fresca. E, para a prolina, seguiu-se a metodologia proposta por Bates et al. (1973), com os resultados expressos em  $\mu\text{mol g}^{-1}$  de massa fresca.

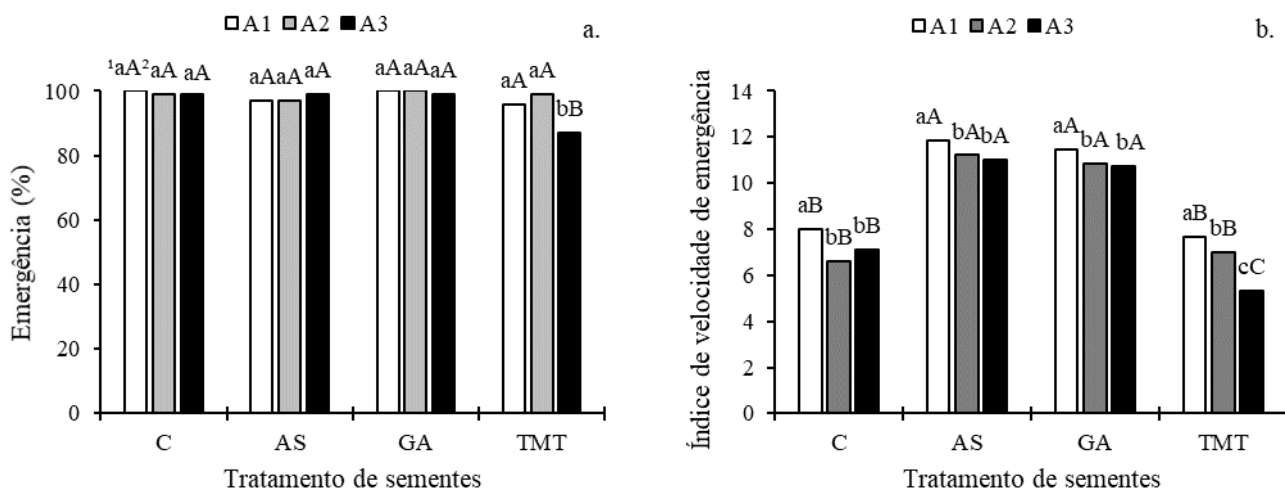
#### **Análise estatística**

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e em caso de significância, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott. Utilizou-se o programa estatístico Sistema para Análise de Variância – SISVAR<sup>®</sup> (FERREIRA, 2011).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

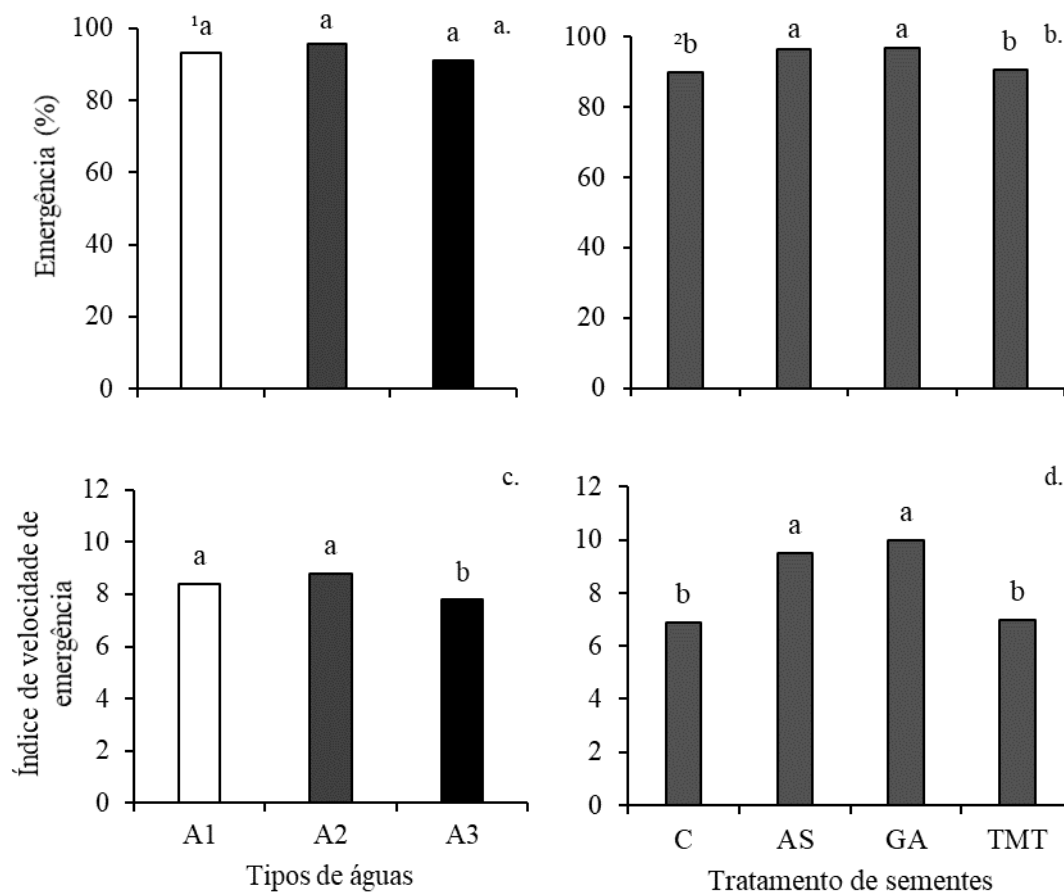
Para a cultivar Goldex, houve interação entre os fatores em todas as variáveis, exceto para aminoácidos totais e prolina, com diferença apenas para o fator diluição de água. Já para a cultivar Grand Prix, houve diferença para os fatores isolados de emergência e índice de velocidade de emergência de plântulas. As variáveis de massa seca de parte aérea e prolina do melão Grand Prix tiveram diferenças apenas para as diluições de água, enquanto para as demais ocorreram interações entre os fatores. Os teores de açúcares solúveis totais não apresentaram diferenças nos tratamentos para ambas as cultivares.

A emergência de plântulas da cultivar Goldex, cujas sementes foram tratadas com tiametoxam, foi afetada apenas pela água biossalina (A3), com concentração de sais mais elevada (Figura 1a). Entretanto, com o uso da água de piscicultura, o índice de velocidade de emergência de plântulas foi prejudicado, independentemente do tratamento de sementes com redução de 25% para as sementes tratadas com tiametoxam, em relação às demais águas. Os ácidos giberélico e salicílico foram benéficos às plântulas de melão em relação aos demais tratamentos, com incremento de cerca de 40% do índice de velocidade de emergência, em relação ao controle, independentemente da água utilizada (Figura 1b).



**Figura 1.** Emergência (a), índice de velocidade de emergência (b) de mudas de melão, cultivar Goldex, oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes diluições de água bioassalina. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = água bioassalina. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem para as diluições de água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem para os tratamentos de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A emergência de plântulas de melão Grand Prix oriunda de sementes tratadas com giberelina e ácido salicílico foi superior aos demais tratamentos, com valores acima de 96%, independentemente da água utilizada (Figuras 2a e b). A água A3 reduziu em 8% o índice de velocidade de emergência de plântulas em relação à água de abastecimento (Figura 2c). No entanto, o tratamento de sementes com os ácidos giberélico e salicílico resultou em maior índice de velocidade de emergência, sendo 35% superior em relação ao controle e às tratadas com tiametoxam (Figura 2d).



**Figura 2.** Emergência (a e b), índice de velocidade de emergência (c e d) de plântulas de melão, cultivar Grand Prix, oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes diluições de água. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

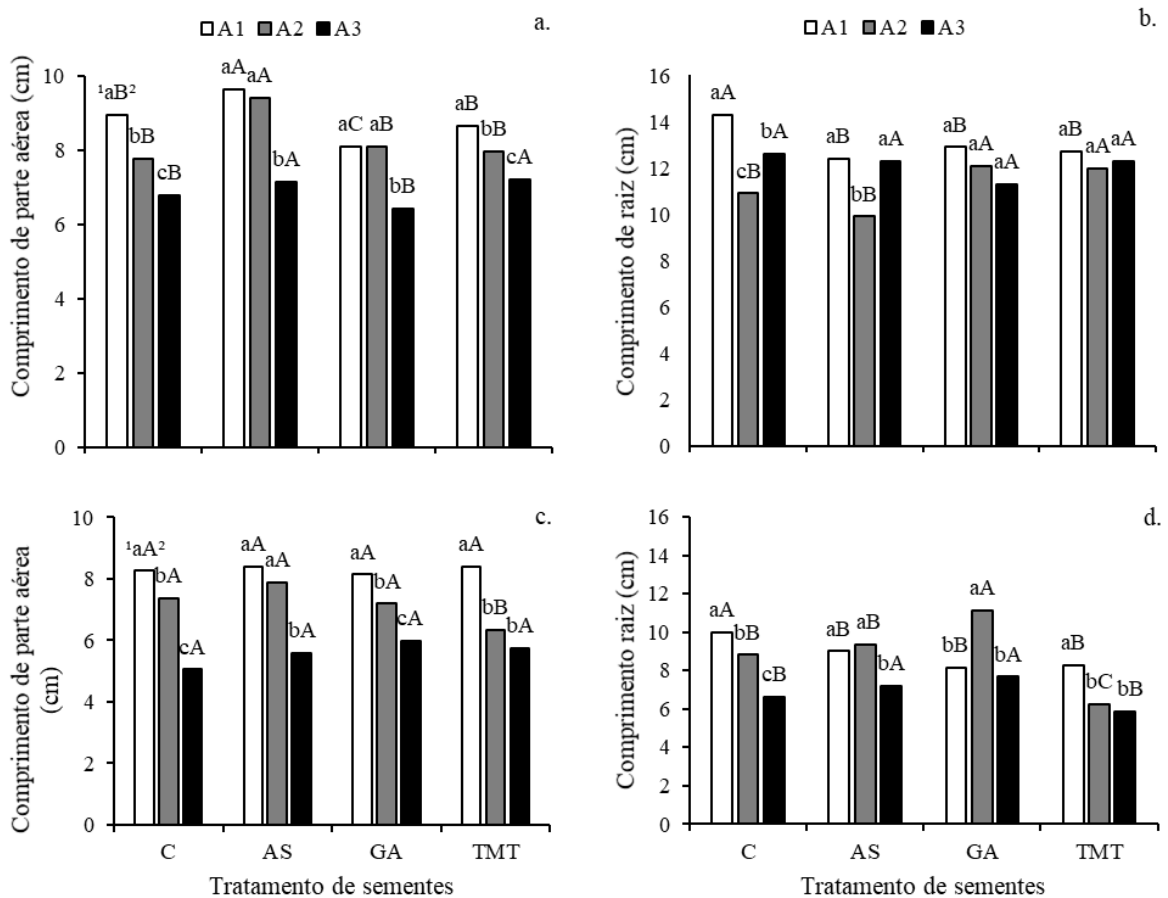
A água bioessalina (A3) de condutividade elétrica elevada (Tabela 1) não afetou a emergência de plântulas de melão, em ambas as cultivares (Figuras 1 e 2). Possivelmente, esse fato foi por conta da carga orgânica presente nesse tipo de água oriunda dos dejetos dos peixes, além dos teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ , elementos importantes para a nutrição de plantas (SOUZA et al., 2019). Resultados semelhantes ao deste trabalho foram verificados em melancia (SILVA et al., 2015) e abóbora (GUIRRA et al., 2020), utilizando água bioessalina de piscicultura (aproximadamente  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ).

Em relação ao efeito benéfico do tratamento de sementes com ácido salicílico, verificou-se em sementes de gergelim ( $10 \mu\text{M}$ ) a obtenção dos maiores valores de germinação



e índice de velocidade de germinação, mesmo em condição de estresse hídrico (-0,4 MPa) (SILVA et al., 2017). Da mesma forma, o ácido giberélico resultou em efeitos positivos para sementes de beterraba submetidas à salinidade (KANDIL et al., 2014). Esses resultados demonstram a ação benéfica desses atenuadores em reduzir os efeitos negativos dos estresses abióticos durante a emergência de plântulas. Esse fato pode estar relacionado ao modo de ação do ácido giberélico, que atua como iniciador do processo germinativo e de mobilização das reservas (TSEGAY e ANDARGIE, 2018). Além disso, pode ocorrer a interação das giberelinas nas sementes com o ácido salicílico, que está envolvido no sistema de defesa da planta, tanto contra herbivoria quanto para os estresses abióticos (NÓBREGA et al., 2020).

O comprimento de parte aérea de mudas de melão Goldex e Grand Prix foi afetado negativamente pela salinidade. A utilização de água de piscicultura (A3) acarretou redução para essa variável na cultivar Goldex, independentemente do tratamento de sementes (Figura 3a). Entretanto, as sementes desta cultivar, tratadas com ácido salicílico e tiametoxam e irrigadas com água de piscicultura (A3), resultaram em maior comprimento de parte aérea em relação aos demais tratamentos para a mesma água.



**Figura 3.** Comprimento de parte aérea (a e c), comprimento de raiz (b e d) de plântulas de

melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes diluições de águas. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem para as diluições de água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem para os tratamentos de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

O tratamento das sementes de Goldex com ácido salicílico e irrigada com água 50% água de abastecimento urbano mais 50% de efluente de piscicultura (A2) proporcionou comprimento de parte aérea 15% superior ao obtido no controle (Figura 3a). O tratamento das sementes com ácido salicílico mostrou-se ainda mais benéfico para o comprimento de parte aérea em plântulas irrigadas com água de abastecimento em relação aos demais reguladores.

No que diz respeito ao comprimento de raiz de plântulas da cultivar Goldex, verificou-se que as plântulas do tratamento-controle e as do ácido salicílico, irrigadas com água A2, resultaram em menores raízes, em relação às demais águas (Figura 3b). Nos tratamentos com ácido giberélico e tiametoxam, não houve diferenças em relação às águas utilizadas. Além disso, quando foi utilizada a água A2, esses tratamentos proporcionaram comprimento de raiz superior aos demais.

No tocante à cultivar Grand Prix, constatou-se que o tratamento das sementes com ácido salicílico e irrigação com água A2 proporcionou comprimento de parte aérea semelhante ao obtido para a água de abastecimento (A1) (Figura 3c). Nos demais tratamentos verificou-se diminuição da parte aérea com aumento da concentração da água de efluente. O comprimento de raízes também foi afetado pela salinidade da água nas plântulas da cultivar Grand Prix. Ainda assim, o tratamento com ácido giberélico, irrigado com água A2, proporcionou resultado superior aos demais produtos, com incremento de 20% em relação ao tratamento-controle, na mesma água. Além de obter os maiores comprimentos de raiz entre as demais águas (Figura 3d).

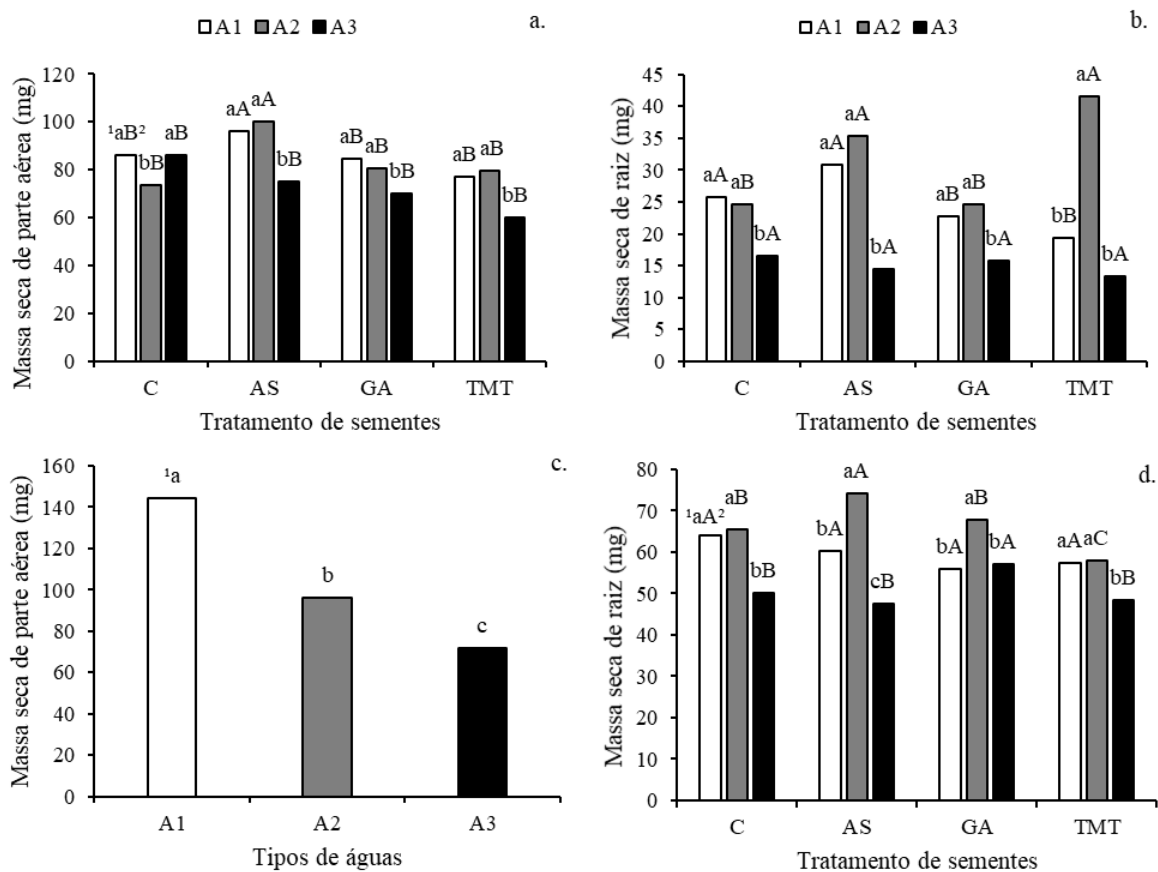
Os resultados de comprimento de plântulas demonstram que o meloeiro é mais sensível à salinidade da água do que outras cucurbitáceas. Em abóbora e melancia, mesmo com condutividades semelhantes às deste trabalho (aproximadamente 5,0 dS m<sup>-1</sup>), o comprimento da parte aérea não foi prejudicado, cujos resultados foram semelhantes aos das

plântulas irrigadas com água de abastecimento ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ) (SILVA et al., 2015; GUIRRA et al., 2020).

Nada obstante, mesmo em condições de salinidade, a utilização dos ácidos salicílico e giberélico, promoveu maior comprimento de plântulas. O ácido salicílico foi responsável pelo incremento de 25% de parte aérea nas mudas de Goldex em relação ao controle. Quando se utilizou o regulador à base de giberelina, este proporcionou aumento de 18% de comprimento de raiz nas mudas de Grand Prix, em relação ao controle. Esses resultados podem ser explicados devido ao modo de ação das giberelinas no alongamento celular. Além disso, o ácido salicílico pode interagir com as giberelinas estimulando a síntese deste hormônio mesmo em situação de estresse (NÓBREGA et al., 2020), o que sugere uma compartimentalização dos mecanismos de defesa, ou seja, as raízes são capazes de ativar mecanismos específicos em resposta à atuação dos atenuadores (CHUBERRE et al., 2018). Estes podem também ocasionar mudanças transcricionais e promover modulação de respostas nas raízes, pois com o aumento de peróxido ocorre um desbalanço da NDH oxidase, conseqüentemente, acréscimos de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , enrijecendo as raízes e promovendo efeitos negativos no desenvolvimento vegetal. Logo, a ação direta do elicitor no sistema radicular apresenta respostas imunológicas específicas, como, por exemplo, a ativação de uma resistência não hospedeira (JONES & DANGL 2006; BIGEARD et al. 2015; CHUBERRE et al. 2018).

A ação do ácido salicílico, como atenuador de estresse, também foi verificado em plântulas de cevada submetidas ao estresse hídrico (HABIBI, 2012). Da mesma forma, a ação do ácido giberélico em plântulas de arroz, sob salinidade, resultou em 25% de crescimento de raízes em relação ao controle (CHUNTHABUREE et al., 2014). Esses resultados confirmam a ação atenuante desses reguladores frente ao estresse salino para este trabalho. O comprimento de raízes de abóbora, independentemente da utilização de reguladores vegetais, foi maior em condições de salinidade, evidenciando que essa espécie realiza alterações morfológicas para sobrevivência em meio salino (GUIRRA et al., 2020). Para o meloeiro, essa adaptação morfológica foi constatada neste trabalho, induzida pelo ácido giberélico quando irrigado com água A2 (Figura 3d).

Na massa seca de parte aérea de mudas Goldex, foi verificada tendência semelhante para o comprimento da parte aérea desta mesma cultivar, tendo o ácido salicílico proporcionado melhores resultados (Figura 4a). A utilização da água bioessalina (A3) foi prejudicial para o acúmulo de massa seca de raiz em todos os tratamentos.



**Figura 4.** Massa seca de parte aérea (a e c), massa seca de raiz (b e d) de plântulas de melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes diluições de água. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem para as diluições de água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem para os tratamentos de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

A solução de água com 50% da de abastecimento e 50% biossalina (A2) resultou em massa seca de raiz semelhante às obtidas em plântulas irrigadas com água de abastecimento resultantes dos tratamentos-controle e com ácidos salicílico e giberélico. Essa mesma água e as sementes tratadas com ácido salicílico e o tiametoxam proporcionaram incremento de 33% de massa seca de raiz em relação ao controle (Figura 4b). Essa resposta de acúmulo de matéria seca pode estar relacionada ao aumento de raízes secundárias em detrimento ao alongamento da raiz principal, permitindo o aumento da área de absorção radicular da

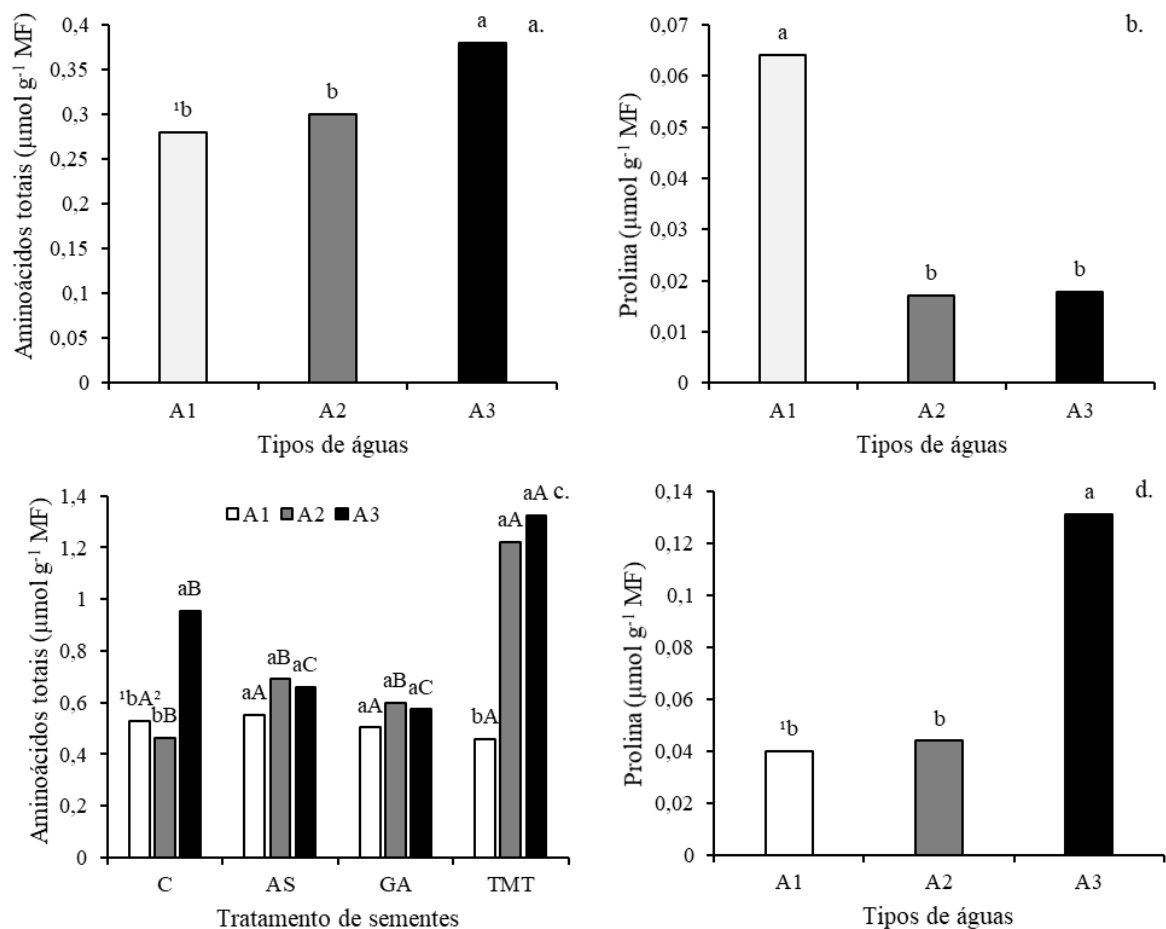
plântula. Essa resposta de alteração da arquitetura da raiz, deve-se à sinalização ao estresse, gerando modificações para aumentar a absorção das raízes (SILVA e DELATORRE, 2009).

A salinidade afetou significativamente a massa seca de parte aérea das plântulas de melão Grand Prix irrigadas com água com água bioessalina (A3), com redução de 50% em relação ao tratamento-controle (Figura 4c). O maior acúmulo de massa seca de raiz foi obtido para as mudas resultantes de sementes tratadas com ácido salicílico e irrigadas com água A2. Esse resultado foi superior aos obtidos entre as águas, como também, para todos os demais tratamentos (Figura 4d).

Os resultados demonstram que a salinidade afeta o desenvolvimento dos tecidos vegetais devido aos efeitos tóxicos e osmóticos provocados pelos íons presentes na solução. Dessa forma, a divisão e o alongamento celular são prejudicados, impedindo o crescimento e maiores acúmulos de massa vegetal. Efeito semelhante foi verificado, também, em melancia, cuja massa seca das plântulas foi reduzida com a salinidade das águas de irrigação (SILVA et al., 2015; NÓBREGA et al., 2020). Por outro lado, destaca-se o modo de ação do ácido salicílico, por estar relacionado ao metabolismo secundário vegetal e na produção de metabólitos que auxiliam na mitigação dos efeitos osmóticos provocados pelos estresses. Esse regulador promoveu maior quantidade de massa seca de plântulas de cevada e pimenta em condições de estresse hídrico (HABIBI, 2012; PRABHA e NEGI, 2014).

Em relação às avaliações bioquímicas, as cultivares de melão Goldex e Grand Prix apresentaram respostas metabólicas diferentes frente ao estresse, evidenciando variações intraespecíficas importantes em mecanismos de defesa aos efeitos da salinidade. Para a manutenção do balanço osmótico, as plantas desenvolvem mecanismos de proteção para osmorregulação mediante o acúmulo de osmólitos, como prolina, açúcares solúveis e aminoácidos quando submetidas ao estresse (SILVA et al, 2019).

Para a análise desses metabólitos em plântulas de melão Goldex, constatou-se que não houve interação entre os fatores. No entanto, as águas utilizadas resultaram em diferenças significativas para os aminoácidos totais e prolina nas plântulas dessa cultivar. A utilização de água bioessalina (A3) promoveu maior acúmulo de aminoácidos totais em relação ao obtido com as demais águas (Figura 5a), enquanto o maior acúmulo de prolina ocorreu para as plântulas irrigadas com água de abastecimento (Figura 5b).



**Figura 5.** Aminoácidos totais (a e c) e prolina (b e d) de plântulas de melão, cultivar Goldex (a e b) e Grand Prix (c e d), oriundas de sementes tratadas e irrigadas com diferentes diluições de água. C = controle; AS = ácido salicílico; GA = ácido giberélico; TMT = tiametoxam. A1 = água de abastecimento urbano; A2 = 50% água de abastecimento urbano + 50% de efluente de piscicultura; A3 = efluente de piscicultura. <sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem para as diluições de água pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ). <sup>2</sup>Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem para os tratamentos de sementes pelo teste Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ).

Os resultados demonstram que outros aminoácidos envolvidos no ajustamento osmótico foram mais acumulados para a manutenção do potencial hídrico no tecido foliar ao invés da prolina em mudas da cultivar Goldex. Apesar de a prolina ser considerada o principal metabólito envolvido no ajuste osmótico, sob condições de estresses salino e hídrico, há outros responsáveis como a glicina, betaína, manitol, açúcar trealose e, para algumas cucurbitáceas, a citrulina (KUSVURAN et al., 2013; SONG et al., 2020). Além disso, o aumento da concentração de prolina pode não estar relacionado diretamente à tolerância, mas

ao produto de distúrbios metabólicos provocados pelo estresse, cuja síntese ainda depende da expressão gênica do material trabalhado (SILVEIRA et al., 2016). Outros fatores que podem estar envolvidos na síntese desse metabólito são as rotas de glutamato. Teores tóxicos de amônia na água de irrigação podem interferir na síntese de prolina, aumentando os aminoácidos livres e diminuindo os teores de prolina (NELSON e COX, 2019).

As mudas de melão Grand Prix oriundas de sementes tratadas com tiametoxam e irrigadas com águas salinas (A2 e A3) resultaram em maiores concentrações de aminoácidos totais em relação às dos demais tratamentos. O maior acúmulo de aminoácidos totais foi obtido em plântulas irrigadas com água A3 no tratamento-controle (Figura 5c). Para concentração de prolina, houve diferença apenas para o fator água, com maior acúmulo em plântulas irrigadas com água bioessalina (A3) (Figura 5d). Nesse contexto, o acréscimo no conteúdo de aminoácido em plântulas de pepino irrigadas com água bioessalina foi indicativo do ajuste osmótico (MATIAS et al., 2015). Os aminoácidos totais e a prolina atuam diretamente no processo de ajustamento osmótico, principalmente em condições de salinidade. Nesse sentido, verificou-se o aumento no acúmulo de aminoácidos totais e prolina em plântulas de abóbora (GUIRRA et al., 2020), em condições semelhantes às deste trabalho. Com isso, evidencia-se que a qualidade da água de irrigação influencia a produção e o desenvolvimento vegetativo de plântulas, determinando a atividade agrícola.

O tiametoxam proporcionou maiores teores de aminoácidos totais em plântulas de Grand Prix, porém, não foi eficiente na obtenção de mudas vigorosas de meloeiro. Todavia, entende-se que a utilização dos reguladores vegetais, como os ácidos salicílico e giberélico no tratamento de sementes de melão podem promover maior tolerância à salinidade na fase inicial. Além disso, quando se utiliza água de piscicultura como fonte alternativa de irrigação, as respostas morfológicas das mudas de meloeiro foram promissoras.

Esta pesquisa sugere uma discussão contínua do uso da água bioessalina e seus possíveis usos na produção vegetal. Conforme constatado, a condutividade elétrica de até 3,5 dS m<sup>-1</sup> não compromete o crescimento inicial de mudas de melão das cultivares Goldex e Grand Prix. Além disso, os tratamentos das sementes com os ácidos salicílico e giberélico promovem a atenuação dos efeitos da salinidade em mudas de melão de ambas as cultivares estudadas.

A utilização dessas águas responde satisfatoriamente à produção sustentável e preservação ambiental, pois conduzem ao reaproveitamento de água na irrigação a partir do uso do efluente da piscicultura, que atualmente é descartado de forma inadequada e sem

qualquer aproveitamento. Assim, o planejamento e gerenciamento adequados do uso de fontes não potáveis de água pode ser uma alternativa de baixo custo para a produção de mudas de meloeiro a partir de sementes tratadas com esses fitorreguladores.

#### **4. CONCLUSÃO**

A água de piscicultura ( $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) não afeta a emergência de plântulas de meloeiro Goldex, mas prejudica o estabelecimento de mudas da cultivar Grand Prix. Neste aspecto, os pré-tratamentos de sementes com ácidos salicílico e giberélico atenuam os efeitos da salinidade da água bioessalina e promovem modulações no crescimento, proporcionando mudas de meloeiro mais vigorosas. O tratamento com tiametoxam, por outro lado, promove o acúmulo de metabólitos osmoprotetores, mas não é capaz de mitigar os efeitos da salinidade nas mudas dessa espécie.



## 5. REFERÊNCIAS

ABRAFRUTAS, Web site da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (2020). Disponível em: <<http://www.abrafrutas.org/2020/04/23/estatistica-de-exportacoes-de-frutas-no-tres-trimestres-de-2020/>>. Acesso em: 11/11/2020.

ALMEIDA, A. D. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E.; JAUER, A.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with thiamethoxam: reflections on physiological performance. **Journal of Seed Science**, v.36, n.4, p.392-398, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, S.; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.17, n.1, p.1-8, 2018. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2015.10.002>

BATES, L. S.; WALDREN, R. P.; TEARE, I. D. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, n.1, p.205-207, 1973. <http://dx.doi.org/10.1007/BF00018060>

BEZERRA, R. U.; DE ARAÚJO VIANA, T. V.; DE AZEVEDO, B. M.; PEREIRA FILHO, J. V.; LIMA, A. D. Produção e qualidade da abóbora maranhão sob influência de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. **Irriga**, v.25, n.1, p.87-101, 2020. <http://dx.doi.org/10.15809/irriga.2020v25n1p87-101>

BIGEARD, J.; COLCOMBET, J.; HIRT, H. Signaling mechanisms in pattern-triggered immunity (PTI). **Molecular plant**, v.8, n.4, p.521-539, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.molp.2014.12.022>

CHUBERRE, C.; PLANCOT, B.; DRIOUICH, A.; MOORE, J. P.; BARDOR, M.; GÜGI, B.; VICRÉ, M. Plant Immunity Is Compartmentalized and Specialized in Roots. **Frontiers in Plant Science**, v.9, n.1692, p.1-13, 2018. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01692>

CHUNTHABUREE, S.; SANITCHON, J.; PATTANAGUL, W.; THEERAKULPISUT, P. Alleviation of salt stress in seedlings of black glutinous rice by seed priming with spermidine and gibberellic acid. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca**, v.42, n.2, p.405-413, 2014. <http://dx.doi.org/10.1583/nbha4229688>

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; DE OLIVEIRA, G. M.; DA SILVA, F. F. S.; ARAÚJO, G. G. L. Produção bioessalina de mudas de espécies florestais nativas da Caatinga. **Ciência Florestal**, v.29, n.4, p.1551-1567, 2019. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831221>

FAOSTAT, Web site of Food and Agricultural Organization of United Nations (2018). Disponível em: <<http://www.fao.org/>>. Acesso em: 15/12/2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

GUIRRA, K. S.; TORRES, S. B.; LEITE, M. D. S.; GUIRRA, B. S.; NOGUEIRA NETO, F. A.; RÊGO, A. L. Phytohormones on the germination and initial growth of pumpkin seedlings under different types of water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 12, p. 827-833, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p827-833>

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. <http://www.researchgate.net/publication/267941478>

HF BRASIL; **Anuário Hortifruti Brasil – Edição especial**. Ano 18. N 196. ISSN 1981-1837 – CEPEA: Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – ESALQ/USP. 2020.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Consulta Dados da Estação Automática: Mossoró – RN**. 2019. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

JONES, J. D. G.; DANGL, J. L. The plant immune system. **Nature**, v.444, n.7117, p.323-329, 2006. <http://dx.doi.org/10.1038/nature05286>

KANDIL, A. A.; SHARIEF, A. E.; ABIDO, W. A. E.; AWED, A. M. Effect of gibberellic acid on germination behaviour of sugar beet cultivars under salt stress conditions of Egypt. **Sugar Tech**, v.16, n.2, p.211-221, 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s12355-013-0252-7>

KUSVURAN, S.; DASGAN, H. Y.; ABAK, K. Citrulline is an important biochemical indicator in tolerance to saline and drought stresses in melon. **The Scientific World Journal**, v. 2013, n. 253414, p. 1-8, 2013. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/253414>

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling and vigour. **Crop Science**, v.2, n.2, p.176-177, 1962. <http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>

MATIAS, J. R.; RIBEIRO, R. C.; ARAGÃO, C. A.; ARAÚJO, G. G. L.; DANTAS, B. F. Physiological changes in osmo and hydroprimed cucumber seeds germinated in biosaline water. **Journal of Seed Science**, v.37, n.1, p.07-15, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v37n1135472>

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. Cap.2, p.1-24, 1999

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. ISBN 978-85-8271-533-8. 7. ed. Porto Alegre – RS: Editora Artmed, 2019. 1278p.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I.; RIBEIRO, J. E. S.; VIEIRA, L. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FÁTIMA, R. T.; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. **DESAFIOS - Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v.7, n.2, p.162-171, 2020. <http://dx.doi.org/10.20873/ufv7-8169>

PRABHA, D.; NEGI, Y.K. Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum. **World Journal of Agricultural Research**, v.2, n.2, p.42-46, 2014. <http://dx.doi.org/10.12691/wjar-2-2-2>

RIBEIRO, J. E. S.; SOUSA, L. V.; SILVA, T. I.; NÓBREGA, J. S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BRUNO, R. L. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE, M. B. *Citrullus lanatus* morphophysiological responses to the combination of salicylic acid and salinity stress. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.15, n.1, p.1-13, 2020. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v15i1a6638>

SILVA, A. A.; DELATORRE, C. A. Alterações na arquitetura de raiz em resposta à disponibilidade de fósforo e nitrogênio. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v.8, n.2, p.152-163, 2009.

SILVA, A. C. D.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S. D.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L. D.; SILVA, D. C. D. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.156-162, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p156-162>

SILVA, J. E. S. B.; MATIAS, J. R.; GUIRRA, K. S.; ARAGÃO, C. A.; ARAUJO, G. G. L. DE; DANTAS, B. F. Development of seedlings of watermelon cv. Crimson Sweet irrigated with biosaline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.9, p.835-840, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p835-840>

SILVA, J. E. S. B.; PAIVA, E. P. D.; LEITE, M. D. S.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M. L. D.; GUIRRA, K. S. Ácido salicílico no condicionamento fisiológico de sementes de cebola submetidas a estresses hídrico e salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.23, n.12, p.919-924, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n12p919-924>

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; 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.; GOMES FILHO, E. (Ed.) **Manejo da salinidade na**

**agricultura: estudos básicos e aplicados.** ISBN 978-85-420-0948-4. Fortaleza – CE. P. 181-197, 2016.

SONG, Q.; JOSHI, M.; DIPIAZZA, J.; JOSHI, V. Functional relevance of citrulline in the vegetative tissues of watermelon during abiotic stresses. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, n. 512, p. 1-13, 2020. <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2020.00512>

SOUZA, C. S.; OLIVEIRA, V. N. S.; DA SILVA, E. C. A.; FERREIRA, L. M. M.; SILVA, M. J. N.; ARAÚJO, P. C. D. Comportamento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. EX JC Wendl submetidas ao estresse hídrico e salino, utilizando água residuária da piscicultura. **Ciência Agrícola**, v.17, n.2, p.7-16, 2019. <http://dx.doi.org/10.28998/rca.v17i2.7055>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2017. 888p.

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino-acids with ninhydrin. **Analyst**, v.80, n.948, p.209-213, 1955. <http://dx.doi.org/10.1039/an9558000209>

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v.57, n.3, p.508-514, 1954. <http://dx.doi.org/10.1042/bj0570508>

ZHANG, Z. X.; TIAN, X.; SUN, L. Germination behaviour of *Cenchrus pauciflorus* seeds across a range of salinities. **Weed Research**, v.57, n.2, p.91-100, 2017. <http://dx.doi.org/10.1111/wre.12243>