



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

SARA MONALIZA COSTA CARVALHO

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (*Hylocereus*
spp.) PARA ATENUAÇÃO DOS ESTRESSES ABIÓTICOS**

MOSSORÓ

2020

SARA MONALIZA COSTA CARVALHO

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (*Hylocereus*
spp.) PARA ATENUAÇÃO DOS ESTRESSES ABIÓTICOS**

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

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Orientador: Prof. Dr. Salvador Barros Torres

Coorientadora: Profa. Dra. Emanoela Pereira de Paiva

MOSSORÓ

2020

© 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 tomar-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.

Ct Carvalho, Sara Monaliza.
TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE
PITAYA (*Hylocereus spp.*) PARA ATENUAÇÃO DOS
ESTRESSES ABIÓTICOS / Sara Monaliza Carvalho. -
2020.
61 f. : il.

Orientador: SALVADOR BARROS TORRES TORRES.
Coorientadora: EMANOELA PEREIRA DE PAIVA PAIVA.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2020.

1. mitigação. 2. atenuadores. 3. déficit
hídrico. 4. pitaya. 5. salinidade. I. TORRES,
SALVADOR BARROS TORRES, orient. II. PAIVA,
EMANOELA PEREIRA DE PAIVA, co-orient. III. Título.

SARA MONALIZA COSTA CARVALHO

**TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (*Hylocereus*
spp.) PARA ATENUAÇÃO DOS ESTRESSES HÍDRICO E SALINO**

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

Linha de Pesquisa: Tecnologia de Sementes

Defendida em: 31/07/2020

BANCA EXAMINADORA



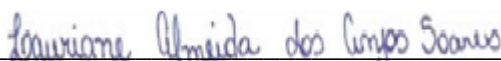
Salvador Barros Torres, Prof. Dr. (EMPARN/UFERSA)
Presidente



Emmanoela Pereira de Paiva, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador



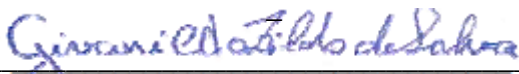
Clarisse Pereira Benedito, Profa. Dra. (UFERSA)
Membro Examinador



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



Francisco Vanies da Silva Sá, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Givanildo Zildo da Silva, Prof. Dr. (UFJ)
Membro Examinador

*Ao meu tio Marcelo Carlos Costa (In memorian),
à minha mãe Maria do Carmo Costa, ao meu
esposo Leandro Carvalho de Medeiros e às
minhas filhas Amanda Thaís Carvalho Costa e
Marília Gabriela Carvalho Costa.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, que me deu o fôlego da vida e tem permitido diversas conquistas ao longo da minha caminhada, algumas até que eu nunca imaginei conquistar um dia, mas Ele tem me abençoado de forma grandiosa. A misericórdia do Senhor é imensa e por isso Ele tem me dado muito além do que preciso e do que mereço.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), instituição que amo e a qual tenho a honra de ser servidora, ter concluído o mestrado e de agora estar concluindo o doutorado através do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia.

Ao meu orientador Salvador Barros Torres, com o qual também tenho a alegria de conviver profissionalmente há mais de sete anos. Muito obrigada professor, a convivência com você me ensina muito. Seu zelo, sua dedicação e organização em tudo o que faz nos inspira a também sermos melhores a cada dia. Obrigada por todo apoio e incentivo sempre!

À minha coorientadora Emanoela Pereira de Paiva, com quem também tive a honra de estar por um tempo profissionalmente na mesma sala. Tive uma excelente amiga e profissional como companhia. Muito obrigada pela presença e auxílio constante durante esse trabalho, inclusive nas execuções dos experimentos, trabalhando comigo. Admiro muito seu empenho em tudo o que faz. Sou imensamente grata!

Aos professores das bancas examinadoras de qualificação e defesa de tese, Clarisse Pereira Benedito, Cynthia Cavalcanti de Albuquerque, Francisco Vanies da Silva Sá, Givanildo Zildo da Silva e Lauriane Almeida dos Anjos Soares, pela disposição em dedicar o tempo de vocês na avaliação e contribuição com esse trabalho.

À minha mãe Maria do Carmo, que mesmo diante de muitas dificuldades, me incentivou a estudar e sempre foi e ainda é muito presente em todos os momentos, me apoiando em tudo. Sei que essa conquista também é da senhora. Serei sempre grata!

Ao meu esposo Leandro Carvalho pela compreensão, carinho, amor, paciência e dedicação. Obrigada pelo apoio e companheirismo ao longo desses 16 anos de casados, um ajudando ao outro.

Às minhas filhas Amanda Thaís e Marília Gabriela, que tornam os meus dias muito mais alegres. Vocês são dois presentes preciosos que o Senhor me enviou para cuidar, amar e proteger. Obrigada por serem crianças tão amáveis!

À minha família e a todos os amigos, em especial à minha amiga Marcleide Guimarães, por cuidar das minhas filhas para que eu pudesse estudar e trabalhar. Obrigada a todos vocês!

A toda a equipe do Laboratório de Análise de Sementes (LAS), incluindo os servidores Francisco César de Góis e Raimundo Nonato e a toda a equipe de pesquisa, principalmente a Lilia, que me ajudou em praticamente todos os experimentos e a Moadir, o qual teve um papel fundamental nos experimentos de bioquímica. Sou muito grata a todos vocês!

Aos que não citei diretamente, mas que tiveram participação na construção desse trabalho. Meu muito obrigada!

Confie no Senhor de todo o seu coração e não se apoie
em seu próprio entendimento; reconheça o Senhor
em todos os seus caminhos, e ele endireitará as suas veredas.

(Provérbios 3:5-6)

RESUMO

As pitayas são cactáceas amplamente cultivadas em regiões tropicais e subtropicais, como Tailândia, Filipinas, Vietnã, Malásia e sul da China. Todavia, seu cultivo no Brasil ainda é incipiente com pequenas áreas localizadas no estado de São Paulo e mais recentemente em regiões semiáridas, onde os recursos hídricos são escassos. No entanto, o processo de germinação das pitayas é sensível aos estresses hídrico e salino, primordialmente em potenciais osmóticos abaixo de -0,2 MPa. Assim, pesquisas que busquem a utilização de tratamentos para minimizar os efeitos deletérios dos estresses abióticos são de grande relevância nessa fase. Objetivou-se avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos de sementes de pitaya de polpa branca (*Hylocereus undatus*) e de polpa vermelha (*Hylocereus costaricensis*) para atenuar os efeitos dos estresses hídrico e salino durante o processo germinativo. Para isso, foram conduzidos dois experimentos, ambos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, correspondentes a duas espécies de pitaya e seis tratamentos pré-germinativos, com quatro repetições de 50 sementes. Os tratamentos pré-germinativos foram: T1 = 0,0 MPa (controle); T2 = estresse (salino ou hídrico); T3 = estresse + hidrocondicionamento; T4 = estresse + ácido giberélico; T5 = estresse + ácido salicílico e T6 = estresse + tiametoxan em condições de estresse hídrico ou estresse salino. As sementes dos tratamentos T3, T4, T5 e T6 foram submetidas à pré-embrição durante 4 horas em hidrocondicionamento (água destilada), ácido giberélico (150 mg/L), ácido salicílico (1µM/L) e tiametoxan (1 mL/Kg de sementes), respectivamente. Em seguida, realizou-se a semeadura sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com solução de PEG 6000, a -0,2 MPa, para simular o estresse hídrico (Experimento I) e em solução de NaCl a -0,4 MPa, para simular o estresse salino (Experimento II). As variáveis analisadas foram a porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz primária, massa seca total, açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais. Quanto ao Experimento I, o ácido salicílico e o tiametoxan proporcionaram benefícios no desenvolvimento da espécie *H. costaricensis* ao observar os resultados de ganho de comprimento de parte aérea e matéria seca. O hidrocondicionamento provocou efeito atenuante para as plântulas oriundas de *H. costaricensis*, estimulando aumentos na germinação e no índice de velocidade de germinação. O ácido giberélico possibilitou melhores resultados mitigadores ao estresse hídrico, proporcionando maior germinação e índice de velocidade de germinação para ambas as espécies, além de acarretar aumento do comprimento da parte aérea de plântulas de *H. undatus*. Quanto ao Experimento

II, o ácido salicílico teve efeito atenuante na germinação e no crescimento de *H. undatus*, além de aumentar os níveis açúcares solúveis em *H. costaricensis*. O hidrocondicionamento teve efeito atenuante na germinação de *H. undatus* e favoreceu o ganho em massa seca de plântulas. O ácido giberélico estimulou a germinação de *H. undatus* e o crescimento de *H. undatus* e *H. costaricensis*. Para as sementes de *H. undatus* esse regulador também estimulou o aumento nos níveis de açúcares solúveis.

Palavras-chave: mitigação, atenuadores, déficit hídrico, pitaya, salinidade.

ABSTRACT

Pitahayas are cacti widely cultivated in tropical and subtropical regions such as Thailand, the Philippines, Vietnam, Malaysia and southern China. However, its cultivation in Brazil is still incipient with small areas located in the state of São Paulo and more recently in semi-arid regions, where water resources are scarce. However, the pitahayas germination process is sensitive to water and saline stresses, primarily in osmotic potentials below -0.2 MPa. Thus, research that seeks to use treatments to minimize the deleterious effects of abiotic stresses is of great relevance at this stage. The objective was to evaluate the efficiency of pre-germinative treatments of pitahaya seeds of white pulp (*Hylocereus undatus*) and red pulp (*Hylocereus costaricensis*) to mitigate the effects of water and salt stresses during the germination process. For this, two experiments were conducted, both in a completely randomized design, in a 2 x 6 factorial scheme, corresponding to two species of pitahaya and six pre-germinative treatments, with four replications of 50 seeds. The pre-germinative treatments were: T1 = 0.0 MPa (control); T2 = stress (saline or water); T3 = stress + hydroconditioning; T4 = stress + gibberellic acid; T5 = stress + salicylic acid and T6 = stress + thiametoxan under conditions of water stress or salt stress. The seeds of treatments T3, T4, T5 and T6 were subjected to pre-soaking for 4 hours in hydroconditioning (distilled water), gibberellic acid (150 mg / L), salicylic acid (1 μ M / L) and thiametoxan (1 mL / Kg seeds), respectively. Then, sowing was carried out on two sheets of blotting paper moistened with PEG 6000 solution, at -0.2 MPa, to simulate water stress (Experiment I) and in NaCl solution at -0.4 MPa, to simulate salt stress (Experiment II). The variables analyzed were the germination percentage, germination speed index, shoot length and primary root length, total dry mass, total soluble sugars and total free amino acids. As for Experiment I, salicylic acid and thiametoxan provided benefits in the development of the species *H. costaricensis* when observing the results of aerial part and dry matter length gain. Hydroconditioning caused a mitigating effect for seedlings from *H. costaricensis*, stimulating increases in germination and germination speed index. Gibberellic acid provided better mitigating results to water stress, providing greater germination and germination speed index for both species, in addition to increasing the length of the aerial part of *H. undatus* seedlings. As for Experiment II, salicylic acid had a mitigating effect on the germination and growth of *H. undatus*, in addition to increasing the soluble sugar levels in *H. costaricensis*. The hydroconditioning had a mitigating effect on the germination of *H. undatus* and favored the growth in dry mass of

seedlings. Gibberellic acid stimulated the germination of *H. undatus* and the growth of *H. undatus* and *H. costaricensis*. For *H. undatus* seeds, this regulator also stimulated an increase in soluble sugar levels.

Keyword: mitigation, attenuators, water deficit, pitahaya, salinity.

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

- Tabela 1** – Resumo da análise de variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca total (MST), açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) a partir de sementes germinadas sob estresse hídrico e submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.....**34**
- Tabela 2** – Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e germinadas sob estresse hídrico.....**35**
- Tabela 3** – Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CR) e massa seca total (MST) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) com sementes germinadas sob estresse hídrico e submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos..... **37**
- Tabela 4** – Teores de açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*), a partir de sementes com diferentes tratamentos pré-germinativos e germinadas sob estresse hídrico.... **38**

CAPÍTULO 3

- Tabela 1** – Resumo da análise de variância das variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca total (MST), açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (AALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.....**51**
- Tabela 2** – Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.....**52**

Tabela 3 – Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CR) e massa seca total de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.....**54**

Tabela 4 – Teores de açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.....**55**

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO	12
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2 REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PITAYAS.....	15
2.2 ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO.....	16
2.3 ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO.....	17
2.4 ATENUADORES DE ESTRESSES ABIÓTICOS.....	18
REFERÊNCIAS	21
CAPÍTULO 2 - TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (<i>Hylocereus</i> spp.) PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO.....	30
2 MATERIAL E MÉTODOS	31
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4 CONCLUSÕES.....	40
REFERÊNCIAS	41
CAPÍTULO 3 - TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (<i>Hylocereus</i> spp.) PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO.....	44
RESUMO.....	44
ABSTRACT.....	45
1 INTRODUÇÃO	46
2 MATERIAL E MÉTODOS	48
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
4 CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS	58

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO GERAL

A agricultura nacional vem se modificando em ritmo acelerado nos últimos anos. A exigência do mercado consumidor, somada à necessidade de novos produtos, é responsável por este fato (CAJAZEIRA et al., 2018). Entre os considerados “novos produtos”, destacam-se as frutas exóticas, como é o caso das pitayas, representantes da família Cactaceae. Essas são conhecidas por terem sido consumidas durante milhares de anos pelos povos indígenas das Américas, porém, atualmente são cultivadas e comercializadas em mais de 20 países como nova frutífera (MIZRAHI, 2014).

Os frutos das pitayas apresentam características diversificadas de acordo com a espécie, dentre as quais podem ser citadas *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose (frutos com casca vermelha e polpa branca), *Hylocereus costaricensis* (F.A.C. Weber) Britton & Rose (frutos com casca vermelha e polpa vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K. Schum ex Vaupel) (frutos com espinhos e casca amarela e polpa branca) e *Selenicereus setaceus* (Rizz.) (frutos com espinhos e casca vermelha e polpa branca) (LIMA, 2013). Entre essas, as *H. undatus* e *H. costaricensis* são atualmente as mais difundidas no Brasil (NUNES et al., 2014).

Embora entre os produtores a propagação de pitaya ocorra preferencialmente pelo método vegetativo (estaquia), a reprodução por meio de sementes é conveniente, pois os frutos apresentam grande quantidade de sementes e germinam com facilidade. Em relação à disseminação de doenças, a reprodução seminífera traz vantagens, tendo em vista que na propagação vegetativa, se a matriz não for saudável, os clones também não serão, podendo comprometer todo o plantio (GOMES, 2014). Além disso, a reprodução sexuada também é importante em programas de melhoramento, porque se obtém materiais com diferentes informações genéticas, apresentando características diversas que podem ser aproveitadas (LONE, et al., 2014).

No entanto, a deficiência hídrica, juntamente com os altos níveis salinos na água e/ou solo tem sido citadas como as principais restrições aos processos germinativos da maioria das espécies agricultáveis, principalmente, nas regiões áridas e semiáridas (GUEDES et al., 2013). Mesmo as pitayas pertencendo a família Cactaceae, caracterizada pela tolerância a deficiência hídrica, o processo germinativo dessas espécies demonstra grande sensibilidade,

com prejuízos a germinação a partir do potencial hídrico de -0,2 MPa e não ocorrendo germinação a partir de -0,6 MPa (ORTIZ et al., 2014).

Nesse sentido, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para encontrar substâncias mitigadoras aos efeitos do estresse hídrico/salino durante o processo germinativo. Entre essas, destaca-se o hidrocondicionamento, consistindo na imersão das sementes em água antes da semeadura e tem desempenhado papel importante na germinação de diferentes culturas (SINGH et al., 2015). O uso de produtos, tais como os ácidos orgânicos e outros componentes, também vêm sendo aplicados às sementes como atenuadores de estresses, conferindo tolerância em relação àquelas que não recebem o tratamento.

Entre os ácidos orgânicos utilizados nas pesquisas têm-se, o ácido giberélico, regulador vegetal que age como promotor da germinação, atuando na ativação do crescimento vegetativo do embrião, no enfraquecimento da camada do endosperma, assim como na mobilização de reservas energéticas (TAIZ et al., 2017). O ácido salicílico, sinalizador endógeno na resistência sistêmica adquirida, é também considerado um potencial agente antioxidante enzimático, estando relacionado à ativação de respostas em defesa do vegetal em condições de estresse (NOREEN et al., 2009; TAIZ et al., 2017). Já o tiametoxan é um inseticida que além da função de proteção a planta, também possibilita melhoria na tolerância às condições adversas, como déficit hídrico, baixo pH, alta salinidade de solo, radicais livres e temperaturas elevadas (CASTRO et al., 2007).

Alguns trabalhos com hidrocondicionamento têm demonstrado efeito positivo na germinação de sementes, mesmo quando submetidas a condições adversas, conforme verificado em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) (KAYA et al., 2006); lentilha (*Lens culinaris* Medik.) (SAGLAM et al., 2010); alfalfa (*Medicago sativa* L.) (AMOOAGHAIE, 2011); milho (*Zea mays* L.) (WATTANAKULPAKIN et al., 2012) e pepino (*Cucumis sativus* L.) (MATIAS et al., 2015). A aplicação do inseticida tiametoxan também tem sido alvo de pesquisas, como constatado em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) (GROHS et al., 2016) e algodão (*Gossypium hirsutum* L.) (LAUXEN et al., 2016) sob estresse térmico e em sementes de soja (*Glycine max* L.) (CATANEO et al., 2011) sob estresse salino. O efeito benéfico do ácido salicílico, também foi verificado em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) (CARVALHO; MACHADO NETO e CUSTÓDIO, 2007) e gergelim (*Sesamum indicum* L.) (SILVA et al., 2017) sob estresse hídrico e, em sementes de milho (AGAMI, 2013) sob estresse salino. Além desses, o ácido giberélico tem demonstrado resultados positivos na indução de tolerância à salinidade durante a germinação,

como constatado em sementes de calêndula e funche (*Foeniculum vulgare* Mill.) (MOHAMMAD; NEMATI e ESMAIELPOUR, 2010).

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos como atenuantes do estresse hídrico e salino na germinação e no vigor de sementes de pitaya das espécies *Hylocereus undatus* e *H. costataricensis*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS PITAYAS

As pitayas pertencem à família Cactaceae, que engloba cerca de 35 espécies com potencial para fins alimentares, principalmente àquelas dos gêneros *Hylocereus*, *Selenicereus*, *Cereus*, *Leptocereus*, *Escontria*, *Myrtilloactos*, *Stenocereus* e *Opuntia* (MIZRAHI et al., 1997). São frutíferas exóticas oriundas da América Tropical e Subtropical consideradas promissoras para o cultivo em grande escala comercial. Atualmente, a pitaya é amplamente cultivada em regiões tropicais e subtropicais, como Tailândia, Filipinas, Vietnã, Malásia e sul da China (MATAN et al., 2017).

No Brasil, as áreas de produção estão situadas principalmente no estado de São Paulo, região de Catanduva. Entretanto, o crescente consumo de frutas exóticas agregadas ao valor comercial, tem despertado interesse por parte dos fruticultores no plantio e cultivo dessa frutífera (MOREIRA et al., 2011), sendo as espécies *H. undatus* e *H. costatariciensis* as que mais despertam interesse (NUNES et al., 2014). A primeira apresenta frutos de casca vermelha e polpa branca e a segunda possui a casca dos frutos e polpa vermelhos.

Os frutos, de modo geral, são os que apresentam maior importância econômica, podendo ser comercializados na forma de fruta *in natura* e polpa, ou industrializados, na forma de geleias, doces, drinks, bebidas e sorvetes. Constituem-se em boa fonte de vitaminas e minerais, com altos teores de potássio e betalaínas, pigmentos considerados como alternativa ao uso de corantes artificiais nos alimentos (ESQUIVEL e ARAYA QUESADA, 2012). Esses corantes naturais apresentam alto potencial para prevenir enfermidades cardiovasculares, câncer e outras desordens associadas com a idade (FIGUEROA et al., 2011)

O fruto é uma baga indeiscente globosa ou subglobosa chegando a um quilograma. Apresenta escamas formadas por brácteas, cuja coloração varia com a espécie. As sementes são muito pequenas (0,5 a 2 milímetros), numerosas e de cor escura (ORTIZ-HERNANDEZ e CARRILLO-SALAZAR, 2012). Começam a germinar por volta de cinco dias (ALVES, GODOY e CORREA, 2011) e o período indicado para o término da fase germinativa ainda não se encontra estabelecido, havendo indicações de dez, vinte e três e até mesmo trinta dias, conforme encontrado em alguns trabalhos (ALVES, GODOY e CORREA, 2011; LONE et al., 2014; ORTIZ et al., 2014).

Plantas do gênero *Hylocereus* utilizam o caminho do Metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), que confere a estas, capacidade aprimorada de se adaptar às condições

xerofíticas e, ao mesmo tempo, fornece uma cultura alternativa eficiente e de alto valor ao uso da água para os agricultores (MIZRAHI, 2014). Todavia, pouca informação está disponível sobre os fatores que afetam a germinação e o armazenamento de sementes de cactos, principalmente as de plantas pertencentes ao gênero *Hylocereus*. Sabe-se que a germinação é uma fase bastante sensível às condições adversas do ambiente, tais como escassez de água e salinidade. Portanto, faz-se necessário verificar o comportamento de espécies desse gênero quanto a esses fatores, como também a busca por métodos que atenuem os efeitos dos diferentes tipos de estresses na germinação.

2.2 ESTRESSE HÍDRICO NA GERMINAÇÃO

A germinação é um evento dependente da disponibilidade de água, pois após a reidratação dos tecidos ocorre à aceleração das atividades metabólicas, as quais fornecerão energia para a continuidade do crescimento do eixo embrionário, e conseqüente protrusão da radícula. Todavia, nem sempre esse fornecimento de água ocorre de forma adequada, na quantidade em que a espécie requer para que a germinação se desenvolva de maneira eficiente. Em solos áridos e semiáridos a disponibilidade de água muitas vezes é abaixo do limite necessário para o processo germinativo. Para que ocorra germinação, as sementes necessitam atingir um teor mínimo de umidade, o qual varia entre as espécies (MARCOS-FILHO, 2015). Potenciais osmóticos muitos negativos, principalmente no início da embebição das sementes, atrasam e diminuem a germinação, assim como a sua velocidade, predispondo a semente e a plântula a uma menor resistência a condições ambientais adversas (BOTELHO e PEREZ, 2001; KAPPES et al., 2010).

Diversos trabalhos simulando déficit hídrico durante a germinação têm comprovado os prejuízos que esse estresse acarreta. Em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.) houve interferência no vigor a partir do potencial $-0,4$ MPa (SANTOS; SILVA-MANN e FERREIRA, 2011); em sementes de crambe (MASETTO et al., 2011) e soja (*Glycine max* L.), também constatou-se redução na germinação e no vigor com a diminuição do potencial osmótico (SOARES et al., 2015) e da mesma forma para sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) (PAIVA et al., 2018).

Ortiz et al. (2014), trabalhando com três genótipos de pitaya, sendo um deles *Hylocereus undatus* (pitaya branca) mais dois híbridos, detectou que esses genótipos foram suscetíveis ao estresse hídrico durante o estágio de germinação em gradientes de potencial osmótico menores que $-0,2$ MPa obtidos com o polímero PEG 6000. A partir do potencial $-0,2$

MPa houve uma redução na porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e consequente aumento no tempo médio de germinação. Além disso, para *Hylocereus undatus*, no potencial -0,6 MPa não ocorreu germinação.

2.3 ESTRESSE SALINO NA GERMINAÇÃO

Os solos da região semiárida, em razão da alta taxa de evaporação e da baixa precipitação pluviométrica, apresentam, em geral, concentrações elevadas de sais solúveis (RUIZ et al., 2004). Além disso, nessas regiões, o uso da água salina torna-se muitas vezes necessário devido à escassez de água de boa qualidade. Todavia, a salinidade altera a fisiologia e o metabolismo vegetal, interferindo no seu desenvolvimento e causando prejuízos desde a germinação até os estágios mais avançados, que em casos mais severos, pode provocar a morte do vegetal (TAIZ et al., 2017).

A germinação das sementes e o crescimento das mudas são os estágios mais sensíveis à salinidade. O estresse salino causa alterações fisiológicas e bioquímicas adversas às sementes, podendo afetar a germinação e o estabelecimento do estande através de estresse osmótico, efeitos específicos de íons e estresse oxidativo. A salinidade atrasa ou impede a germinação das sementes por vários fatores, como redução da disponibilidade de água, mudanças na mobilização de reservas armazenadas e modificação na organização estrutural das proteínas (IBRAHIM, 2016).

Em pesquisa com seis cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) sob salinidade, Akbarimoghaddam et al. (2011) verificaram que devido ao aumento na concentração de NaCl, houve diminuição e atraso na germinação em todas as cultivares, devido principalmente ao acúmulo de Na⁺. Em sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) submetidas a estresse salino com NaCl, a germinação foi reduzida e o tempo necessário para completá-la foi prolongado com o incremento da concentração de sais (SINGH, SASTRY e SINGH, 2012).

Ortiz et al. (2014), analisando o efeito de diferentes agentes osmóticos na germinação de genótipos de pitaya, verificaram que, nenhuma das variáveis diferiu significativamente quando as sementes foram expostas a substratos umedecidos com água destilada ou com KCl e NaCl independente do gradiente de potencial osmótico (0,0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa), indicando que todos os genótipos eram tolerantes ao estresse salino. No entanto, entre as pitayas existe uma grande variabilidade genética, o que faz com que resultados possam ser diferentes ainda que sejam para uma mesma espécie.

2.4 ATENUADORES DE ESTRESSES ABIÓTICOS

Atualmente, tem-se verificado que os grupos hormonais (giberelinas, ácido abscísico, citocininas, etileno e auxinas) demonstram potenciais respostas e sinalização na atenuação aos danos abióticos (QIN, SHINOZAKI e YAMAGUCHI-SHINOZAKI, 2011). Reguladores vegetais e de crescimento ou fitoreguladores são substâncias naturais ou sintetizadas, que aplicadas exogenamente nas plantas possuem ações similares aos hormônios vegetais conhecidos (CASTRO e VIEIRA, 2001). A pré-embebição de sementes na melhor concentração de fitohormônios pode levar à alta taxa de germinação e crescimento, especialmente durante condições ambientais adversas (ABIRI et al., 2016).

Diversos produtos como, os ácidos giberélico e salicílico, silício, peróxido de hidrogênio, tiametoxan, e até mesmo a técnica do hidrocondicionamento, vêm sendo testados para conferir maior tolerância às plantas aos estresses abióticos. O uso desses reguladores de crescimento na fase de germinação melhora o desempenho das plântulas, acelerando a velocidade de emergência e realçando o potencial das sementes de várias espécies (ARAGÃO et al., 2003).

O hidrocondicionamento é um tratamento pré-germinativo que consiste na imersão de sementes em água antes da semeadura, que pode ou não ser seguido de secagem. Essa preparação de sementes tem demonstrado ser uma estratégia bem-sucedida para reduzir os efeitos adversos do estresse causado pelo sal e pela seca e tem melhorado a porcentagem de germinação e a uniformidade de emergência de diversas espécies (KAYA et al., 2006). Algumas das vantagens dessa técnica consistem tanto na praticidade, quanto no baixo investimento em reagentes, em comparação com outros métodos, além de evitar interferência de substâncias indesejáveis ou prejudicial para as sementes durante a imersão. A eficiência desse procedimento para aumentar a capacidade de tolerância ao sal e melhorar a germinação e crescimento de mudas de alfafa (*Medicago sativa*. L.) submetidas a estresse salino foi confirmada por Amooaghaie (2011). Essa técnica também proporcionou maior porcentagem de germinação e maior vigor em sementes de trigo em condições de estresse hídrico e salino (ABBASDOKHT, 2011).

Entre os reguladores de crescimento estão as giberelinas, que entre outras funções controlam a germinação e o crescimento por alongamento. A giberelina (GA3) é o principal hormônio envolvido com a germinação, atuando na estimulação da síntese de enzimas como alfa-amilase, permitindo a quebra do amido e consequente liberação de energia e

posteriormente a retomada do crescimento do embrião, gerando em seguida a protrusão da radícula (FERREIRA et al., 2005). Na maioria das espécies, esse hormônio atua no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento, como o endosperma, o tegumento da semente ou estruturas do fruto (TAIZ et al., 2017).

O ácido giberélico tem demonstrado efeito positivo em trabalhos de pesquisa com estresses abióticos. Em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.), Liu et al. (2018) detectaram que a salinidade diminuiu os níveis de giberelina produzidos pelas sementes, ocasionando baixa germinação, mas essa produção de giberelina e consequente baixa na germinação foi revertida com a aplicação de giberelina exógena. O ácido giberélico mitigou os efeitos do estresse salino em sementes de aveia (*Avena sativa* L.) aumentando a germinação e o crescimento de plântulas (CHAUHAN et al., 2019). Esse fato benéfico de aplicação do ácido giberélico também foi verificado em plântulas de canola (*Brassica napus* L.) por Li et al. (2010).

O ácido salicílico é um composto fenólico que pode ser considerado um hormônio vegetal devido a sua implicação na regulação da planta (AGOSTINI, MACHADO-NETO E CUSTÓDIO, 2013). Os autores salientam que esse composto atua como sinalizador e amplificador de sinais, induzindo a expressão de genes de resistência nas plantas, além de exercer papel de indutor de diversos outros eventos fisiológicos, como por exemplo, a fotossíntese. Sendo assim, o ácido salicílico tem se mostrado bastante promissor, por representar um novo meio de induzir a tolerância contra estresses bióticos e abióticos em culturas com importância socioeconômica (KANG, LI e GUO, 2014).

O mecanismo exato de ação do ácido salicílico ainda não é bem compreendido, pois depende de diversos fatores, como a espécie, o estágio de desenvolvimento da planta, o modo de aplicação, a concentração utilizada, o seu nível endógeno na planta em questão e o balanço oxidativo das células (HORVÁTH et al., 2007; PÁL et al., 2014).

O ácido salicílico na dose de 0,025mM interferiu positivamente na percentagem de germinação e no índice de velocidade de germinação de sementes da calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob estresses hídrico e térmico (CARVALHO, MACHADO NETO e CUSTÓDIO, 2007). Sementes de milho (*Zea mays* L.) imersas em ácido salicílico e submetidas ao estresse salino melhorou significativamente todos os parâmetros de crescimento e aumentou os níveis de catalase, peroxidase, carotenóides e açúcares solúveis nas plantas (AGAMI, 2013). O efeito atenuante desse regulador também foi verificado nas

fases de germinação e crescimento inicial de sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) sob estresse hídrico (SILVA et al., 2017).

O tiametoxam é um inseticida comercial amplamente utilizado em grande número de espécies cultivadas no Brasil. Além de atuar como inseticida vem demonstrando também aumentar a produção agrícola e promover ganhos de vigor, germinação e rendimento de grãos, além de proteger as plantas das condições de estresse quando aplicadas em sementes (ELBERT, 2008). Esse inseticida tem ação bioativadora e é transportado no interior das plantas por meio de células ativando várias reações fisiológicas, como a expressão de certas proteínas da membrana celular. Essas proteínas interagem como mecanismos de defesa da planta, aumentando sua tolerância a várias condições adversas, como estresse hídrico, baixo pH, alta salinidade no solo, radicais livres, estresse por altas temperaturas, efeitos tóxicos de altos níveis de alumínio, danos causados por pragas, ventos, granizo, ataque de vírus e deficiência nutricional. Tem um efeito fitotônico, isto é, possibilita um desenvolvimento mais rápido do vegetal, expressando melhor seu vigor (CASTRO e PEREIRA, 2008).

A aplicação do tiametoxan em duas cultivares de soja (*Glycine max* L.), sob estresse hídrico, proporcionou aceleração na germinação para uma destas (CATANEO et al., 2011). Em sementes de arroz sob estresse pelo frio, Almeida et al. (2014) constataram aumento na porcentagem de plântulas normais, além de maior comprimento de plântula, com aplicação de dosagens entre 1 e 2 mL/Kg sementes. Efeito benéfico do tiametoxan, também, foi verificado por Castellanos et al. (2017) em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas nas dosagens entre 2 e 3 mL/Kg sementes, as quais mesmo após armazenadas mantiveram uma boa porcentagem de germinação.

Portanto, são notáveis as contribuições benéficas tanto do hidrocondicionamento quanto dos demais produtos acima citados como atenuadores de estresse envolvendo várias espécies agrícolas. Todavia, para as de pitaya ainda são escassos os estudos relacionados, principalmente em condições de estresses. No tocante a germinação de sementes sob essas condições, normalmente o poder germinativo tende a diminuir, como acontece para todas as espécies, em menor ou maior intensidade. Desse modo, faz-se necessário investigar a eficácia da aplicação de diferentes tratamentos pré-germinativos como atenuantes dos estresses hídrico e salino durante a germinação e estabelecimento de plântulas de pitaya das espécies *Hylocereus undatus* e *H. costaricensis*.

REFERÊNCIAS

- ABBASDOKHT, H. The effect of hydropriming and halopriming on germination and early growth stage of wheat (*Triticum aestivum* L.). **Desert**, Shahroud, Irã, v. 16, n. 1, p. 61-68, 2011. https://jdesert.ut.ac.ir/article_23023.html
- AKBARIMOGHADDAM, H.; GALAVI, M.; GHANBARI, A.; N. PANJEHKEH, N. Salinity effects on seed germination and seedling growth of bread wheat cultivars. **Trakia Journal of Sciences**, Irã, v. 9, n. 1, p. 43-50, 2011. https://www.researchgate.net/profile/Ahmad_Ghanbari3/publication/215581915_Salinity_effects_on_seed_germination_and_seedling_growth_of_bread_wheat_cultivars/links/5693579208ae0f920dcdce26.pdf
- ABIRI, R.; SHAHARUDDIN, N. A.; MAZIAH, M.; YOUSOF, Z. N. B.; ATABAKI, N.; SAHEBI, M.; AZIZI, P. Quantitative assessment of indica rice germination to hydropriming, hormonal priming and polyethylene glycol priming. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Chillán, v. 76, n. 4, p. 392-400, 2016. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-58392016000400001&lng=en&nrm=iso
- AGAMI, R. A. Alleviating the adverse effects of NaCl stress in maize seedlings by pretreating seeds with salicylic acid and 24-epibrassinolide. **South African Journal of Botany**, Fayou, Egito, v. 88, p. 171-177, 2013. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629913003220#>
- AGOSTINI, E. A. T.; MACHADO-NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Induction of water deficit tolerance by cold shock and salicylic acid during germination in the common bean. **Acta Scientiarum Agronomy**, São Paulo, Brazil, v. 35, n. 3, p. 209-219, 2013. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S180786212013000200010&script=sci_arttext&tlng=pt
- ALMEIDA, A. 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**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 458-464, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>
- AMOOAGHAIE, R. The effect of hydro and osmopriming on alfalfa seed germination and antioxidant defenses under salt stress. **African Journal of Biotechnology**, Irã, v. 10, n. 33, p. 6269-6275, 2011. <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/94572>
- ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L. S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 779-784, 2011. <https://www.scielo.br/pdf/cr/v41n5/a949cr4457.pdf>
- ARAGÃO, C. A. Atividade amilolítica e qualidade fisiológica de sementes armazenadas de milho super doce tratadas com ácido giberélico. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 43-48, 2003. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222003000100008&script=sci_abstract&tlng=pt

BARBEDO, C. J.; SANTOS JÚNIOR, N. A. **Sementes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira**. 1. ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2018. 208p.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p.43-49, 2001.
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162001000100008&script=sci_abstract&tlng=pt#:~:text=Os%20valores%20de%20porcentagem%20e,a%20performance%20sob%20estresse%20h%C3%ADdrico.

CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. I. B.; QUEIROZ, R. F. MESQUITA, R. O. Growth and gas exchange in white pitaya under different concentrations of potassium and calcium. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 1, p. 112-121, 2018. <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/5417>

CARVALHO, P. R.; MACHADO NETO, N. B.; CUSTÓDIO, C. C. Ácido salicílico em sementes de calêndula (*Calendula officinalis* L.) sob diferentes estresses. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 114-124, 2007.
https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-31222007000100016&script=sci_abstract&tlng=pt

CASTELLANOS, C. I. S.; ALMEIDA, A. S.; BORGES, C. T.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E. Thiamethoxam treated bean seeds performance during storage. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2017.
http://www.agraria.pro.br/ojs2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v12i1a5408

CASTRO, P. R. C.; PEREIRA, M. A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). **Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira**. Petrópolis, RJ: Ed. Vozes, 2008. p. 115-122.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000102&pid=S01013122201100030001300005&lng=en

CASTRO, P. R. C.; PITELLI, A.M.C.M.; PERES, L.E.P.; ARAMAKI, P.H. Análise da atividade reguladora de crescimento vegetal de tiametoxam através de biotestes. **Publicatio**, Piracicaba, SP, v.13, n.13, p. 25-29, 2007.
<https://www.revistas2.uepg.br/index.php/exatas/article/view/892>

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2001. 132p.

CATANEO, A. C.; NUNES, J. C.; FERREIRA, L. C.; CORNIANI, N.; CARVALHO, J. C.; SANINE, M. S. Enhancement of soybean seed vigour as affected by thiamethoxam under stress conditions. **Soybean Physiology and Biochemistry**, São Paulo, Prof. Hany El-Shemy (Ed.), 2011.
https://www.researchgate.net/publication/221918904_Enhancement_of_Soybean_Seed_Vigour_as_Affected_by_Thiamethoxam_Under_Stress_Conditions

CHAUHAN, A.; ABUAMARAH, B. A.; KUMAR, A.; VERMA, J.S.; GHARAMH, H. A.; KHAN, K. A.; ANSARI, M. J. Influence of gibberellic acid and different salt concentrations on germination percentage and physiological parameters of oat cultivars. **Saudi Journal of**

Biological Sciences, Arabia Saudi, v. 82, n. 4, p. 367-373, 2019.
<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.04.014>

ELBERT, A.; HASS, M.; SPRINGER, B.; THIELERT, W.; NAUEN, R. Applied aspects of neonicotinoid uses in crop protection. **Pest Management Science**, Estados Unidos, v. 64, p. 1099–1105, 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18561166/>

ESQUIVEL, P.; ARAYA QUESADA, Y. Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. **Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos**, Venezuela, v. 3, n. 1, p. 113-129, 2012. <http://oaji.net/articles/2017/4924-1495374112.pdf>

FERREIRA, G.; OLIVEIRA, A.; RODRIGUES, J. D.; DIAS, G. B. & DETONI, A. M.; TESSER, S. M.; ANTUNES, A. M. Efeito de arilo na germinação de sementes de *Passiflora alata* Curtis em diferentes substratos e submetidas a tratamentos com giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 277- 280, 2005. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452005000200022

FIGUEROA, R.; TAMAYO, J.; GONZÁLEZ, S.; MORENO, G.; VARGAS, L. Actividad antioxidante de antocianinas presentes en cáscara de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, México, v. 12, n. 1, p. 44-50, 2011. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81318808007>

GOMES, G. R. **Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância**. 2. ed. Revista Técnico-científica do CREA-PR, 2014. 10p. [file:///C:/Users/alda/Downloads/38-162-2-PB%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/alda/Downloads/38-162-2-PB%20(2).pdf)

GROHS, M.; MARCHESAN, E.; ROSO, R.; MORAES, B. S. Atenuação do estresse de baixa temperatura em mudas de arroz. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 2, p. 197-205, 2016. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632016000200197

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; VIANA, J. S.; GONÇALVES, E. P.; LIMA, C. R.; SANTOS, S. R. N. Germinação e vigor de sementes de *Apeiba tibourbou* submetidas ao estresse hídrico e diferentes temperaturas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 23, n. 1, p. 45-53, 2013. <https://www.scielo.br/pdf/cflo/v23n1/1980-5098-cflo-23-01-00045.pdf>

HORVÁTH, E.; PÁL, M.; SZALAI, G.; PÁLDI, E.; JANDA, T. Exogenous 4-hydroxybenzoic acid and salicylic acid modulate the effect of short term drought and freezing stress on wheat plants. **Plant Biology**, República Tcheca, v. 51, n. 3, p. 480–487, 2007. http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2301-15482016000100004

IBRAHIM, E. A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal of Plant Physiology**, Holanda, v. 192, p. 38-46, 2016. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161716000080#!>

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

<https://www.researchgate.net/publication/271660573> **Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants**

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; HAGA, K. I.; FERREIRA, J. P.; ARF, M. V. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 11, n. 2, p.125-134, 2010. <https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/16464>

KAYA, M. D.; OKÇU, G.; ATAK, M.; ÇIKILI, Y.; KOLSARICI, O. Seed treatments to overcome salt and drought stress during germination in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **European Journal of Agronomy**, Holanda, v. 24, n. 4, p. 291-295, 2006. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030105000936>

LAUXEN, L. R.; ALMEIDA, A. S.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E.; VILLELA, F. A. Physiological response of cotton seeds treated with thiamethoxam under heat stress. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 38, n. 2, p. 140-147, 2016. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372016000200140&lng=en&nrm=iso

LI, Z.; LU, G.Y.; ZHANG, X. K.; ZOU, C. S.; CHENG, Y.; ZHENG, P. Y. Improving drought tolerance of germinating seeds by exogenous application of gibberellic acid (GA₃) in rapeseed (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Suíça, v. 38, n. 2, p. 432-440, 2010. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.16>

LIMA, C. A. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do Cerrado** 2013. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia) Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/12930/1/2013_Cristiane%20Andrea%20de%20Lima.pdf

LIU, L.; XIA, W.; LI, H.; ZENG, H.; WEI, B.; HAN, S.; YIN, C. Salinity inhibits rice seed germination by reducing α -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. **Frontiers in Plant Science**, China, v. 9, n. 275, p. 1-9, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00275>

LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014. <https://www.researchgate.net/publication/285692636> **Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya**

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

MASETTO, T. E.; QUADROS, J. B.; RIBEIRO, D. M.; REZENDE, R. K. S.; SCALON, S. P. Q. Potencial hídrico do substrato e teor de água das sementes na germinação do crame. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 3, p. 511-519, 2011. <https://www.scielo.br/pdf/rbs/v33n3/14.pdf>

MATAN, N.; PUANGJINDA, K.; PHOTHISUWAN, S.; ZHENG, Y. Combined antibacterial activity of green tea extract with atmospheric radio-frequency plasma against pathogens on fresh-cut dragon fruit. **Food control**, Holanda, v. 50, p. 291-296, 2017. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956713514005118>

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**, Londrina, v. 37, n. 1, p. 007-015, 2015. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372015000100007

MIZRAHI, Y.; NERD, A. ; NOBEL, P.S. Cactos como cultura. **Horticultural Reviews** , New York, v.18, p. 291-320, 1997

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452014000100014

MOHAMMAD, S.; NEMATI, A.; ESMAIELPOUR, B. Effect of seed priming on germination and seedling growth of two medicinal plants under salinity. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Unida Emirates, v. 22, n. 2, p. 130-139, 2010. https://www.researchgate.net/publication/276095801_Effect_of_seed_priming_on_germination_and_seedling_growth_of_two_medicinal_plants_under_salinity

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de Pitaya-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p.762-766, 2011. <https://www.scielo.br/pdf/rbf/v33nsp1/a106v33nsp1.pdf>

NOREEN, S.; ASHRAF, M.; M HUSSAIN, JAMIL, A. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Pakistan Journal of Botany**, Paquistão, v. 41, n. 1, p. 473-479, 2009. https://www.researchgate.net/publication/228506244_Exogenous_application_of_salicylic_acid_enhances_antioxidative_capacity_in_salt-stressed_sunflower_Helianthus_annuus_L_plants

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaya (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil, **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035273/pitaya-hylocereus-sp-uma-revisao-para-o-brasil>

ORTIZ-HERNANDEZ, Y. D.; CARRILO - SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v. 3, n. 4, p. 220-237, 2012. https://www.researchgate.net/publication/288047198_Pitahaya_Hylocereus_spp_A_short_review

ORTIZ, A. T.; GOMES, G. S.; TAKAHASHI, L. S. A.; URBANO, M. R.; STRAPASSON, E. Water and salt stress in germinating seeds of pitaya genotypes (*Hylocereus* spp.). **African Journal of Agricultural Research**, Nigéria, v. 9, n. 50, p. 3610-3619, 2014. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/3209F7848958>

PAIVA, E. P.; TORRES, S. B. ALVES, T. R. C.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S. DOMBROSKI, J. L. D. Germination and biochemical components of *Salvia hispanica* L. seeds at different salinity levels and temperatures. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 40, n. 1, p. 1-7, 2018. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212018000100629

PÁL, M.; KOVÁCS, V.; SZALAI, G.; SOÓS, V.; MA, X.; LIU, H.; MEI, H.; JANDA, T. Salicylic acid and abiotic stress responses in rice. **Journal of Agronomy and Crop Science**, Reino Unido, v. 200, n. 1, p. 1-11, 2014. https://www.researchgate.net/publication/259366395_Salicylic_Acid_and_Abiotic_Stress_Responses_in_Rice

QIN, F.; SHINOZAKI, K.; YAMAGUCHI-SHINOZAKI, K. Achievements and challenges in understanding plant abiotic stress responses and tolerance. **Plant Cell Physiology**, Japão, v. 52, n. 9, p. 1569-1582, 2011. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21828105/>

RUIZ, H. A.; SAMPAIO, R. A.; OLIVEIRA, M.; VENEGAS, V. H. A. Características químicas de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 11, p. 1119-1126, 2004. <https://www.scielo.br/pdf/pab/v39n11/22584.pdf>

SAGLAM, S.; DAY, S.; KAYA, G.; GÜRBÜZ, A. Hydropriming increases germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under water Stress. **Notulae Scientia Biologicae**, Romênia, v. 2, n. 2, p. 103-106, 2010. https://www.researchgate.net/publication/44796802_Hydropriming_Increases_Germination_of_Lentil_Lens_culinaris_Medik

SANTOS, A. R. F.; SILVA-MANN, R.; FERREIRA, R. A. Restrição hídrica em sementes de jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 213-219, 2011. [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000200006#:~:text=Restri%C3%A7%C3%A3o%20h%C3%ADdrica%20em%20sementes%20de%20Jenipapo%20\(Genipa%20americana%20L.\),seeds%20\(Genipa%20americana%20L.\)&text=O%20jenipapo%2C%20origin%C3%A1rio%20da%20Am%C3%A9rica,exp%20sem%20estrat%C3%A9gias%20de%20conserva%C3%A7%C3%A3o.](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622011000200006#:~:text=Restri%C3%A7%C3%A3o%20h%C3%ADdrica%20em%20sementes%20de%20Jenipapo%20(Genipa%20americana%20L.),seeds%20(Genipa%20americana%20L.)&text=O%20jenipapo%2C%20origin%C3%A1rio%20da%20Am%C3%A9rica,exp%20sem%20estrat%C3%A9gias%20de%20conserva%C3%A7%C3%A3o.)

SILVA, A. C.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L.; SILVA, D. C. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 156-162, 2017. https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662017000300156

SINGH, J.; SASTRY, E. V. D.; SINGH, V. Effect of salinity on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) during seed germination stage. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, Índia, v. 18, p.45-50, 2012. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12298-011-0097-0>

SINGH, H.; JASSAL, R. K.; KANG, J. S.; SANDHU, S. S.; KANG, H.; GREWAL, K. Seed priming techniques in field crops-A review. **Agricultural Review**, Ludhiana, v. 36, p. 251-264, 2015. <https://doi.org/10.18805/ag.v36i4.6662>

SOARES, M. M.; SANTOS JUNIOR, H. C.; SIMÕES, M. G.; PAZZIN, D.; SILVA, L. J. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 370-378, 2015. <https://www.scielo.br/pdf/pat/v45n4/1517-6398-pat-45-04-0370.pdf>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p

WATTANAKULPAKIN, P.; PHOTCHANACHAI, S.; RATANAKHANOKCHAI, K.; KYU1, K. L.; RITTHICHA1, P.; MIYAGAWA, S.; Hydropriming effects on carbohydrate metabolism, antioxidant enzyme activity and seed vigor of maize (*Zea mays* L.). **African Journal of Biotechnology**, Nigéria, v. 11, n. 15, p. 3537-3547, 2012. https://www.researchgate.net/publication/264885351_Hydropriming_effects_on_carbohydrat_e_metabolism_antioxidant_enzyme_activity_and_seed_vigor_of_maize_Zea_mays_L.

CAPÍTULO 2

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (*Hylocereus* spp.) PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO

RESUMO - A pitaya pertence a um grupo de plantas tolerantes a longos períodos de estiagem, porém existem grandes variações na tolerância à escassez de água entre as espécies, tornando a presença desse recurso imprescindível para o processo de germinação de sementes, devendo-se adotar o uso de agentes mitigadores visando minimizar os efeitos deletérios causados pelo estresse hídrico. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes tratamentos pré-germinativos como atenuantes do estresse hídrico na germinação e vigor de sementes de pitaya das espécies *Hylocereus undatus* e *H. costaricensis*. Para isso, realizou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 6, correspondente a duas espécies de pitayas e seis tratamentos pré-germinativos (T1= 0,0 MPa (controle), T2= -0,2 MPa (estresse hídrico); T3= estresse hídrico + hidrocondicionamento; T4= estresse hídrico + ácido giberélico; T5= estresse hídrico + ácido salicílico e T6= estresse hídrico + tiametoxan) com quatro repetições de 50 sementes. Aos 20 dias após a semeadura foram analisadas as seguintes variáveis: germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e raiz primária, massa seca total, açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais. O ácido salicílico e o tiametoxan proporcionaram benefícios no desenvolvimento da espécie *H. costaricensis* ao observar os resultados de ganho de comprimento de parte aérea e matéria seca. O hidrocondicionamento provocou efeito atenuante para as plântulas oriundas de *H. costaricensis*, estimulando aumentos na germinação e no índice de velocidade de germinação. O ácido giberélico notavelmente possibilitou melhor enfrentamento ao estresse hídrico, proporcionando maior germinação e índice de velocidade de germinação para ambas as espécies, além de acarretar aumento do comprimento da parte aérea de plântulas de *H. undatus*.

Palavras-chave: Cactaceae, mitigação, ácido giberélico, hidrocondicionamento, ácido salicílico.

ABSTRACT

Pitahaya belongs to a group of plants tolerant of long periods of drought, however there are great variations in tolerance to water scarcity between species, making the presence of this resource essential for the seed germination process, and the use of mitigating agents aiming to minimize the deleterious effects caused by water stress. Thus, the objective was to evaluate the effect of different pre-germinative treatments as attenuating water stress on the germination and vigor of pitahaya seeds of the species *Hylocereus undatus* and *H. costaricensis*. For this, the experiment was carried out in a completely randomized design, in a 2 x 6 factorial scheme, corresponding to two species of pitahayas and six pre-germinative treatments (T1 = 0.0 MPa (control), T2 = -0.2 MPa (water stress); T3 = water stress + hydroconditioning; T4 = water stress + gibberellic acid; T5 = water stress + salicylic acid and T6 = water stress + thiamethoxan) with four repetitions of 50 seeds. Twenty days after sowing, the following variables were analyzed: germination, germination speed index, shoot length and primary root, total dry mass, total soluble sugars and total free amino acids. Salicylic acid and thiametoxan provided benefits in the development of the *H. costaricensis* species when observing the results of aerial part and dry matter length gain. Hydroconditioning caused a mitigating effect for seedlings from *H. costaricensis*, stimulating increases in germination and germination speed index. The gibberellic acid remarkably enabled better coping with water stress, providing greater germination and germination speed index for both species, in addition to causing an increase in the length of the aerial part of *H. undatus* seedlings.

Keywords: Cactaceae, mitigation, gibberellic acid, hydroconditioning, salicylic acid.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil destaca-se entre os maiores produtores de frutas, dentre as espécies não convencionais cultivadas no Brasil, destacam-se as pitayas, sendo as mais comuns a *Hylocereus undatus* (pitaya-vermelha-de-polpa-branca) e a *H. costaricensis* (pitaya-vermelha-de-polpa-vermelha) com diversos plantios pelo país. Alguns destes se encontram na região da Chapada do Apodi, estado do Ceará, com uma área cultivada de aproximadamente 15 hectares, cuja produção acontece durante todo o ano (NUNES et al., 2014).

Embora as pitayas se adaptem a várias condições edafoclimáticas e sejam consideradas plantas rústicas, estas requerem suprimento hídrico equilibrado para a germinação de suas sementes. Analisando a germinação de genótipos de pitaya sob estresse hídrico, Ortiz et al. (2014), verificaram que a partir do potencial -0,2 MPa ocorre danos à germinação e no potencial -0,6 MPa essa germinação já não ocorre. Sendo assim, faz-se necessário verificar o comportamento germinativo das espécies de pitaya sob condições adversas, como é o caso da baixa disponibilidade hídrica e, ao mesmo tempo, buscar maneiras de mitigar o efeito deste estresse durante o processo germinativo.

Algumas pesquisas vêm sendo desenvolvidas na tentativa de encontrar métodos atenuadores dos efeitos das condições adversas durante o processo germinativo. Entre esses métodos está o hidrocondicionamento, considerado eficiente na mitigação dos efeitos deletérios do estresse hídrico durante a germinação de sementes de lentilha (*Lens culinaris* Medik.) (SAGLAM et al., 2010).

Além disso, o uso de algumas substâncias, tais como, hormônios, compostos orgânicos e sintéticos; quando aplicados de forma exógena podem atuar como promotores da germinação e ativador do crescimento vegetativo do embrião em condições de déficit hídrico. Destacando-se o ácido giberélico, o ácido salicílico e o tiametoxan por promoverem maior tolerância ao déficit hídrico na fase de germinação, de canola (*Brassica napus* L.), gergelim (*Sesamum indicum* L.) e soja (*Glycine max* L.), para cada uma dessas substâncias, respectivamente (LI et al., 2010; CATANEO et al., 2011; SILVA et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a germinação e vigor de sementes de pitayas (*H. undatus* e *H. costataricensis*) sob diferentes tratamentos pré-germinativos como atenuantes do estresse hídrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, localizado no município de Mossoró, Rio Grande do Norte, nas coordenadas geográficas 23°17'34" de latitude Sul, 37°20'39" de longitude Oeste e altitude média de 20 m. Cujos frutos maduros de pitayas de polpa vermelha (*H. costaricensis*) e branca (*H. undatus*) foram adquiridos nas cidades de Mossoró (RN) e Londrina (PR) (23° 17' 34" S, 51° 10' 24" W e 550 m de altitude), respectivamente.

As sementes foram extraídas manualmente em peneira com água corrente e, lavadas por diversas vezes para a retirada da mucilagem, e em seguida estas foram dispostas para secar sobre papel jornal, em ambiente sombreado por 24 horas. Feito isso, as sementes de cada espécie foram homogeneizadas para determinação do teor de água, utilizando duas repetições de 50 sementes, pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida) (BRASIL, 2009), sendo verificados os valores médios de 9,4% para *H. undatus* e 9,8% *H. costaricensis*. Após isso, as sementes ficaram armazenadas em embalagens plásticas hermeticamente fechadas e acondicionadas em geladeira (4 - 6 °C e 60% UR) por cerca de um mês até à fase experimental.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 6, correspondente a duas espécies de pitayas e seis tratamentos pré-germinativos (T1= 0,0 MPa (controle), T2= -0,2 MPa (estresse hídrico); T3= estresse hídrico + hidrocondicionamento; T4= estresse hídrico + ácido giberélico; T5= estresse hídrico + ácido salicílico e T6= estresse hídrico + tiametoxan) (ORTIZ et al., 2014), com quatro repetições de 50 sementes. As sementes dos tratamentos T3, T4, T5 e T6 foram submetidas à pré- embebição durante 4 horas em hidrocondicionamento (água destilada), ácido giberélico (150 mg/L⁻¹), ácido salicílico (1 µM/L⁻¹) e tiametoxan (1 mL/Kg de sementes), respectivamente. As concentrações dos ácidos giberélico e salicílico, assim como o tiametoxan foram determinadas com base em pré-testes.

Após o período de embebição, foi feita a drenagem da solução das sementes e logo em seguida foram semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão no interior de caixas plásticas transparentes (Gerbox[®]), umedecidas com volume de 2,5 vezes o peso seco do papel, com reaplicações durante o teste. Para o potencial osmótico de 0,0 MPa utilizou-se apenas água destilada e para o potencial de -0,2 MPa foi utilizada uma solução de PEG 6000, com base nas orientações propostas por Villela, Doni Filho e Siqueira (1991) para a temperatura de 25 °C.

Aos 20 dias após a semeadura, realizaram-se as seguintes avaliações fisiológicas:

a) germinação - em germinadores do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) à 25 °C (LONE et al., 2014), com fotoperíodo de 12 horas de luz, cujos resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento, sendo consideradas as que haviam emitido a raiz primária e parte aérea (BRASIL, 2009);

b) índice de velocidade de germinação - realizado simultaneamente ao teste de germinação, com contagens diárias de plântulas normais a partir do segundo dia após a semeadura até os 20 dias após a semeadura. O índice foi calculado pelo somatório das razões do número de plântulas germinadas no período pelo número de dias da semeadura até a germinação, conforme recomendação de Maguire (1962);

c) comprimentos da parte aérea e raiz primária de plântulas normais, a mensuração da parte aérea foi feita desde a inserção da porção basal da raiz primária ao ápice da parte aérea; já para o comprimento da raiz primária, tomou-se a medida desde a parte apical ao ponto basal da raiz primária, sendo os resultados expressos em centímetros (cm);

d) determinação de massa seca de plântulas – após as medições de parte aérea e raiz, as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel separadas por tratamento e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. Em seguida, pesou-se em balança de precisão e os resultados expressos em miligramas por plântula (mg/plântula).

Para a determinação das análises bioquímicas, as amostras foram obtidas a partir da massa fresca de quinze plântulas por repetição, coletadas aos 20 DAS. Inicialmente, procedeu-se a extração das amostras, pesando-se 0,2 g de massa fresca, colocada em tubos e adicionados em 3 mL de álcool etílico a 80%. Em seguida, o material foi macerado automaticamente durante dois minutos e depois colocado em um banho-maria a 60 °C por 20 minutos. Posteriormente, o material foi centrifugado por oito minutos. Coletou-se o sobrenadante e repetiu-se esse processo de extração por mais duas vezes. Ao final, o sobrenadante resultante foi coletado para a quantificação dos teores de açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais.

A dosagem de açúcares solúveis totais foi determinada pela medida da absorbância a 620 nm pela aplicação do método da antrona (YEMM e WILLIS, 1954), utilizando-se a glucose como substância padrão. Os resultados foram expressos em μmol de GLU.g^{-1} de massa fresca. O teor de aminoácidos livres totais foi determinado pela medida da absorbância a 570 nm, com a aplicação do método da ninidrina ácida (YEMM e COCKING, 1955), tendo a glicina como substância padrão e os resultados sendo expressos em μmol GLI.g^{-1} de massa fresca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, em caso de significância, foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação e tratamentos pré-germinativos, e teste t ($p < 0,05$) para as espécies utilizando o programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 1), a interação entre as duas espécies de pitaya e os tratamentos pré-germinativos foi significativa ($p < 0,01$) para germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea, comprimento da raiz (CR), massa seca total (MST), açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT).

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca total (MST), açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) sob estresse hídrico e diferentes tratamentos pré-germinativos.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		G	IVG	CPA	CR
Espécies (E)	1	19683,00**	740,26**	0,31**	0,94**
Tratamentos (T)	5	1454,53**	21,62**	0,79**	0,06**
T x E	5	544,00**	10,38**	0,18**	0,07**
Erro	36	25,44	0,38	0,02	0,00
CV (%)		12,64	9,05	10,64	9,27
Média Geral		40,00	6,85	1,32	0,46

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		MST	AST	AALT
Espécies (E)	1	0,01 ^{ns}	7,10**	2291,21**
Tratamentos (T)	5	0,46**	50,03**	2174,08**
T x E	5	0,47**	33,49**	910,84**
Erro	36	0,03	0,06	0,90
CV (%)		12,44	2,90	2,54
Média Geral		1,35	9,07	37,45

^{ns} e ** = não significativo e significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

A germinação da *H. undatus* foi reduzida em 51 pontos percentuais no estresse hídrico em relação a testemunha (Tabela 2). Os tratamentos pré-germinativos com ácido giberélico, ácido salicílico e tiametoxan incrementaram a germinação da *H. undatus* em condições de estresse hídrico 27, 32 e 19 pontos percentuais. O hidrocondicionamento obteve resultados semelhantes ao tratamento com estresse hídrico (T2). Nesse caso, apenas a adição prévia de água como forma de reduzir os efeitos dos estresses não foi suficiente. Em contrapartida, o uso principalmente do ácido salicílico e ácido giberélico, e em segundo lugar do tiametoxan, garantiram a proteção dessa espécie durante a germinação sob estresse hídrico.

Tabela 2 – Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) sob estresse hídrico e diferentes tratamentos pré-germinativos.

Tratamentos	Germinação (%)		IVG	
	<i>H. undatus</i>	<i>H. costaricensis</i>	<i>H. undatus</i>	<i>H. costaricensis</i>
T1	90 Aa	35 Ba	14,4 Aa	4,9 Ba
T2	39 Ad	8 Bc	7,7 Ae	1,6 Bc
T3	38 Ad	26 Bab	9,0 Ad	3,1 Bb
T4	66 Abc	22 Bb	11,4 Ac	2,8 Bbc
T5	71 Ab	17 Bbc	9,5 Ad	3,7 Bab
T6	58 Ac	11 Bc	12,7 Ab	1,5 Bc

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivares) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativo), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha - sem estresse (T1); sementes sem tratamentos com estresse (T2); Hidrocondicionamento (T3); Ácido giberélico (T4.); Ácido salicílico (T5); Tiametoxan (T6).

A germinação das sementes de *H. costaricensis* reduziu 27 pontos percentuais entre a testemunha e o estresse hídrico. Os tratamentos com hidrocondicionamento, ácido giberélico, ácido salicílico e tiametoxan promoveram incrementos de 18, 14, 9 e 3 pontos percentuais na germinação da *H. costaricensis* em condição de estresse hídrico. As sementes sob estresse hídrico quando tratadas com hidrocondicionamento obtiveram resultados semelhantes a testemunha.

A espécie *H. undatus* apresentou germinação superior à *H. costaricensis* em todos os tratamentos (Tabela 2). Naturalmente, as sementes da espécie *H. costaricensis* tendem a apresentar valores de germinação inferiores que as demais espécies de pitaya (LONE et al., 2014), atribuída a dormência devido a uma baixa relação citocinina/auxina (SHENG et al., 2016).

Quanto ao índice de velocidade de germinação, para as sementes de *H. undatus* houve uma redução de 6,7 unidades com o estresse hídrico. No entanto, todos os tratamentos pré-germinativos proporcionaram aumento na velocidade de germinação em relação as sem tratamentos com estresse (T2), sendo constatados aumentos de 1,3; 3,7; 1,8 e 5,0 unidades para hidrocondicionamento, ácido giberélico, ácido salicílico e tiametoxan, respectivamente. Para as sementes de *H. costaricensis*, houve uma redução de 3,3 unidades comparando-se T2 em relação a T1. Todavia, com exceção do tiametoxan, todos os demais tratamentos promoveram aumento na velocidade de germinação, com acréscimos de 1,5; 1,2 e 2,1 unidades para hidrocondicionamento, ácido giberélico e ácido salicílico, respectivamente.

Analisando cada espécie, constata-se que para *H. undatus* as maiores médias de germinação e índice de velocidade de germinação foram obtidas sob tratamentos com ácido

salicílico e tiametoxan, respectivamente; enquanto para as sementes de *H. costaricensis*, nas mesmas variáveis, as maiores médias foram obtidas com o hidrocondicionamento e o ácido salicílico, respectivamente.

Contudo, o ácido giberélico mitigou os danos provocados pelo estresse hídrico para as duas espécies, proporcionando aumentos tanto para a germinação como para o índice de velocidade de germinação. O ácido giberélico é considerado ativador enzimático endógeno, promotor da germinação e sua aplicação exógena influencia o metabolismo proteico, podendo dobrar a taxa de síntese de proteínas das sementes (BRAUN et al., 2010). Por esse motivo, quando utilizado na concentração adequada esse regulador possibilita um aumento na taxa de germinação, principalmente pela sua atuação no alongamento celular, fazendo com que a raiz primária rompa os tecidos que restringem o seu crescimento (TAIZ et al., 2017). Embora pesquisas com esse regulador envolvendo os estresses abióticos ainda sejam incipientes, há trabalhos apontando os efeitos benéficos de sua utilização em sementes de canola (LI et al., 2011) e sorgo (SHEYKHBAGLOU et al., 2014).

Para as sementes de *H. costaricensis*, o hidrocondicionamento proporcionou aumentos tanto na germinação quanto no índice de velocidade de germinação. Isso ocorre porque, mesmo as sementes estando sob deficiência hídrica, há exigência de menor quantidade de água para a retomada do crescimento, já que a maior parte das reservas já foi mobilizada (MARCO-FILHO, 2015). Para algumas espécies, o hidrocondicionamento tem sido verificado como uma alternativa viável para mitigar os efeitos dos estresses abióticos. A técnica é simples e pode trazer um grande diferencial na superação das condições adversas durante a germinação. Esses efeitos puderam ser comprovados para sementes de alfafa (*Medicago sativa* L.), em que este tratamento foi eficaz para aumentar a capacidade de tolerância ao sal e melhorar a germinação e crescimento de mudas sob estresse salino (AMOOAGHAIE, 2011). Fato semelhante também aconteceu em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.), nas quais o hidrocondicionamento proporcionou maior expressão de vigor com maior número de plântulas normais e germinação mais rápida e uniforme (MATIAS et al., 2019).

O comprimento de parte aérea das plântulas de pitaya foi reduzido no estresse hídrico (T2), em 0,6 cm e 1,1 cm para as plântulas oriundas das espécies *H. undatus* e *H. costaricensis*, respectivamente, ao comparar com a testemunha (T1) (Tabela 3). As plântulas provenientes de sementes de *H. undatus* tratadas com ácido giberélico (T4) apresentaram maior comprimento de parte aérea em relação ao tratamento T2 e foram semelhante

estatisticamente à testemunha (T1). Essa resposta se deve à ação da giberelina, que é um fitormônio vegetal indutor da divisão e do alongamento celular promovendo maior eficiência na mobilização de reservas (TAIZ et al., 2017). As sementes de *H. costaricensis* responderam melhor ao tratamento com tiametoxan (T6), havendo incremento de 0,7 cm em comprimento de parte aérea comparando-se com as sementes sob estresse hídrico (T2). Os demais tratamentos pré-germinativos não exerceram efeitos benéficos no CPA das espécies *H. undatus* e *H. costaricensis* (Tabela 3).

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CR) e massa seca total (MST) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) com sementes germinadas sob estresse hídrico e submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos.

Tratamentos	CPA (cm)		CR (cm)		MST (mg)	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
T1	1,6 Ba	2,1 Aa	0,3 Ba	1,0 Aa	1,6 Aa	1,4 Abc
T2	1,1 Ab	1,0 Ac	0,3 Ba	0,6 Ab	1,3 Aab	1,0 Bde
T3	1,1 Bb	1,3 Ac	0,4 Ba	0,5 Ab	1,3 Aab	0,8 Be
T4	1,5 Aa	1,3 Bc	0,3 Ba	0,5 Ab	1,3 Aab	1,3 Acd
T5	1,0 Ab	1,1 Ac	0,3 Ba	0,5 Ab	1,2 Bb	2,0 Aa
T6	1,2 Bb	1,7 Ab	0,3 Ba	0,6 Ab	1,4 Bab	1,7 Aab

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivar) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativos), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha - sem estresse (T1); sementes sem tratamentos com estresse (T2); Hidrocondicionamento (T3); Ácido giberélico (T4.); Ácido salicílico (T5); Tiametoxan (T6).

O comprimento de raiz e massa seca total de plântulas de *H. undatus* não foi influenciado pelo estresse hídrico e os tratamentos pré-germinativos não proporcionaram incrementos no comprimento de raiz e massa seca total nas plântulas sob estresse hídrico (Tabela 3). Nas plântulas de *H. costaricensis* o comprimento de raiz foi reduzido pelo estresse hídrico, e os tratamentos pré-germinativos não proporcionaram incrementos no comprimento de raiz (Tabela 3).

A massa seca total de plântulas de *H. costaricensis* foi reduzida em 29% pelo estresse hídrico (T2) em relação à testemunha (T1). O tratamento pré-germinativo com tiametoxan (T6) obteve resultados semelhantes à testemunha, e o tratamento com ácido salicílico (T5) obteve resultados 43% superiores a testemunha (Tabela 3). Foi observado efeito positivo dos atenuadores na massa seca total de plântulas de *H. costaricensis* sob estresse hídrico, no entanto, esses não exerceram efeito benéfico em *H. undatus*. Uma explicação para isso pode ser o fato da espécie ser mais adaptada à região com temperatura mais elevada e UR mais baixa, respondendo mais rápido a esses indutores de defesa, o que demonstra mais uma vez as diferenças de atuação dos tratamentos nas duas espécies.

Ao se comparar os açúcares solúveis totais das plântulas de *H. undatus* resultantes da testemunha (T1) com os demais tratamentos, verifica-se que houve redução destes carboidratos, sendo essa redução ainda mais expressiva nos resultados referentes aos tratamentos pré-germinativos com hidrocondicionamento, ácido giberélico, ácido salicílico e tiametoxan. No tocante a espécie *H. costaricensis*, esta apresentou comportamento distinto dos obtidos com *H. undatus*. Comparando a testemunha (T1) em relação aos demais tratamentos, verifica-se aumento nos níveis de açúcares para as oriundas do T2 e, também, para os resultados provenientes dos tratamentos pré-germinativos com os ácidos giberélico e salicílico (Tabela 4).

Tabela 4 – Teores de açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*), a partir de sementes com diferentes tratamentos pré-germinativos e germinadas sob estresse hídrico.

Tratamentos	AST (µmol de GLU /g MF)		ALT (µmol de GLI/g MF)	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus Costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
T1	14,2 Aa	8,6 Bd	26,3 Ae	15,0 Bd
T2	12,1 Ab	9,8 Bc	94,6 Aa	42,5 Ba
T3	4,6 Bf	6,1 Af	36,8 Ac	31,1 Bb
T4	8,1 Bc	13,9 Aa	36,6 Bc	43,4 Aa
T5	6,9 Bd	10,5 Ab	29,7 Bd	31,5 Ab
T6	6,1 Be	7,8 Ae	42,2 Ab	19,8 Bc

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivar) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativos), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha - sem estresse (T1); sementes sem tratamentos com estresse (T2); Hidrocondicionamento (T3); Ácido giberélico (T4.); Ácido salicílico (T5); Tiametoxan (T6).

Entre os tratamentos pré-germinativos, destacou-se o do ácido giberélico para as plântulas da espécie *H. costaricensis*, proporcionando maior nível de açúcares, sendo superior a testemunha sem estresse (T1) e aos demais tratamentos (Tabela 4). Sabe-se que nas sementes, as giberelinas atuam na produção da enzima α -amiliase, cuja função é a quebra do amido de reserva em moléculas menores de açúcares (TAIZ et al., 2017). Assim, a aplicação da giberelina exógena pode ter estimulado a digestão de amido para o fornecimento de energia às células e/ou para o acúmulo de solutos, favorecendo o ajuste osmótico. Isso pode ser confirmado ao observar que o açúcar não foi utilizado para crescimento nem de parte aérea e nem de raiz, sendo certamente utilizado para ajuste osmótico, o que indica, conforme citado anteriormente, que essa espécie seja mais adaptada às condições do Nordeste.

Esse comportamento quanto ao ácido giberélico não foi observado para a espécie proveniente de Londrina (*H. undatus*), o qual apresentou média inferior ao tratamento sem atenuador (T2). Esse fato pode ser explicado pelo desvio de carboidratos para investimento em parte aérea (Tabela 3).

O estresse hídrico provocou aumento no conteúdo de aminoácidos livres totais para ambas as espécies (Tabela 4). Este fato pode estar relacionado à composição química das sementes de pitaya que dispõem de grande reserva de proteína. Enquanto as sementes de *Opuntia* sp., pertencente à mesma família das pitayas, contêm 50 g de proteína/kg de sementes (ENNOURI et al., 2005), as de pitaya possuem 206 g/ kg de sementes (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012). Por esse motivo, durante a germinação sob estresse hídrico, provavelmente houve maior hidrólise de proteínas em aminoácidos em relação à hidrólise de amido em açúcares.

Embora tenha havido uma tentativa de minimizar o estresse utilizando aminoácidos como osmorreguladores, isso não foi suficiente para que as sementes apresentassem melhores resultados de germinação e vigor, pois, embora as sementes sob estresse (T2) tenham apresentado as maiores médias para ambas as espécies, não apresentaram os melhores resultados quanto à germinação e ao vigor (Tabelas 2 e 3).

O tratamento pré-germinativo sementes de *H. undatus* e *H. costaricensis* com as diferentes técnicas utilizadas nesse trabalho, influencia positivamente na germinação e no vigor. Quanto aos solutos orgânicos, essa influência é observada principalmente nos níveis de açúcares solúveis, envolvidos no processo de ajustamento osmótico.

4. CONCLUSÕES

O ácido salicílico, embora não tenha promovido uma germinação expressiva para *H. costaricensis*, os dados de crescimento mostram que houve benefício no desenvolvimento dessa espécie, ao observar os resultados de ganho de matéria seca.

O tiametoxan não apresentou resultados expressivos de germinação para nenhuma das espécies, mas para *H. costaricensis* também promoveu ganho no crescimento, considerando os resultados de comprimento de parte aérea e matéria seca.

O hidrocondicionamento, embora não tenha sido eficiente para *H. undatus*, provocou efeito atenuante para as plântulas oriundas de *H. costaricensis*, estimulando aumentos na germinação e no índice de velocidade de germinação.

O ácido giberélico notavelmente possibilitou melhor enfrentamento ao estresse hídrico, proporcionando maior germinação e índice de velocidade de germinação para ambas as espécies, além de acarretar aumento do comprimento da parte aérea de plântulas de *H. undatus*.

5. REFERÊNCIAS

- AMOOAGHAIE, R. The effect of hydro and osmopriming on alfalfa seed germination and antioxidant defenses under salt stress. **African Journal of Biotechnology**, Irã, v. 10, n. 33, p. 6269-6275, 2011. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>
- BRAUN, H.; LOPES, J. C.; SOUZA, L. T.; SCHMILDT, E. R.; CAVATTE, R. P. Q.; CAVATTE, P. C. Germinação in vitro de sementes de beterraba tratadas com ácido giberélico em diferentes concentrações de sacarose no meio de cultura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 539-546, 2010.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.
- CASTRO, P. R. C.; PEREIRA, M. A. **Bioativadores na agricultura**. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis, RJ; Ed. Vozes, p.115-122. 2008. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000102&pid=S0101312220110003001300005&lng=en
- CATANEO, A.C.; NUNES, J. C.; FERREIRA, L. C.; CORNIANI, N.; CARVALHO, J. C.; SANINE, M. S. Enhancement of Soybean Seed Vigour as Affected by Thiamethoxam Under Stress Conditions. **Soybean Physiology and Biochemistry**, São Paulo, p. 232-274, 2011. <https://www.intechopen.com/books/soybean-physiology-and-biochemistry/enhancement-of-soybean-seed-vigour-as-affected-by-thiamethoxam-under-stress-conditions>
- ENNOURI, M.; EVELYNE, B.; LAURENCE, M.; HAMADI, A. Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 93, n. 3, p. 431-437, 2005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604007605>
- FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000069&pid=S1413705420120001001300008&lng=en
- LI, Z.; LU, G.Y.; ZHANG, X. K.; ZOU, C. S.; CHENG, Y.; ZHENG, P. Y. Improving drought tolerance of germinating seeds by exogenous application of gibberellic acid (GA₃) in rapeseed (*Brassica napus* L.). **Seed Science and Technology**, Suíça, v. 38, n. 2, p. 432-440, 2010. <https://doi.org/10.15258/sst.2010.38.2.16>
- LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014.

<https://www.researchgate.net/publication/285692636> Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Estados Unidos, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

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

MATIAS, J. R.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; LEITE, M. S.; CARVALHO, S.M. C. Hydropriming as inducer of salinity tolerance in sunflower seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 255-260, 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n4p255-260>

NASR, S. M. H.; PARSAKHOO, A.; NAGHAVISEKINEH, H.; KOOHI, K. S. Effect of salt stress on germination and seedling growth of *Prosopis juliflora* (Sw.). **New Forests**, Holanda, v. 42, n. 1, p. 9265-9269, 2011. <https://www.researchgate.net/scientificcontributions/2013773663> Sekineh Kiani Savad Koo hi

NOREEN, S.; ASHRAF, M.; HUSSAIN M.; JAMIL, A. Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in salt stressed sunflower (*Helianthus annuus* L.) plants. **Pakistan Journal of Botany**, Paquistão, v. 41, n. 1, p. 473-479, 2009. <https://www.researchgate.net/publication/228506244> Exogenous application of salicylic acid enhances antioxidative capacity in saltstressed sunflower *Helianthus annuus* L plants

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaya (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 4, n. 1, p. 90-98, 2014. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035273/pitaya-hylocereus-sp-uma-revisao-para-o-brasil>

ORTIZ, A. T.; GOMES, G. S.; TAKAHASHI, L. S. A.; URBANO, M. R.; STRAPASSON, E. Water and salt stress in germinating seeds of pitaya genotypes (*Hylocereus* spp.). **African Journal of Agricultural Research**, Nigéria, v. 9, n. 50, p. 3610-3619, 2014. <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-full-text-pdf/3209F7848958>

POSSAS, J. M. C.; NASCIMENTO, R.; MAIA-FILHO, F. C. F.; NASCIMENTO, D. A. M.; ALENCAR, A. E. V. Efeito da salinidade na germinação de sementes de pinhão manso. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 4, p. 184-188, 2014. <https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/2771/2607>

SAGLAM, S.; DAY, S.; KAYA, G.; GÜRBÜZ, A. Hydropriming increases germination of lentil (*Lens culinaris* Medik.) under water stress. **Notulae Scientia Biologicae**, Transilvânia, v. 2, n. 2, p. 103-106, 2010. <https://www.researchgate.net/publication/44796802> Hydropriming Increases Germination of Lentil *Lens culinaris* Medik

SHENG, W. K. W.; JEEVANDRAN SUNDARASEKAR, J.; SATHASIVAM, K.; SUBRAMANIAM, S. Effects of plant growth regulators on seed germination and callus

induction of *Hylocereus costaricensis*. **Paquistão Journal of Botany**, Paquistão, v. 48, n. 3, p. 977-982, 2016. https://www.researchgate.net/publication/303940650_Effects_of_plant_growth_regulators_on_seed_germination_and_callus_induction_of_Hylocereus_costaricensis

SHEYKHBAGLOU, R.; RAHIMZADEH, S.; ANSARI, O.; SEDGHI, M. The effect of salicylic acid and gibberellin on geed reserve utilization, germination and enzyme activity of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) seeds under drought stress. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, Holanda, v. 10, n. 1, p. 5-13, 2014. <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=RU2015101031>

SILVA, A. C.; SUASSUNA, J. F.; MELO, A. S.; COSTA, R. R.; ANDRADE, W. L.; SILVA, D. C. Salicylic acid as attenuator of drought stress on germination and initial development of sesame. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 156-162, 2017. http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662017000300156&script=sci_abstract

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p

VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M. G.; SCHWEIGGERT, R. M.; CARLE, R.; ESQUIVEL, P. Chemical characterization of Central American pitaya (*Hylocereus* sp.) seeds and seed oil. **Cyta - Journal of Food**, Reino Unido, v. 10, n. 1, p. 78-83, 2012. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2011.580063?scroll=top&needAccess=true>

VILLELA, F. A.; DONI FILHO, L.; SIQUEIRA, E. L. Tabela do potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 11/12, p. 1957-1968. 1991. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000126&pid=S0101312220120004000800038&lng=pt

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, Reino Unido, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000126&pid=S1413705420090002000200029&lng=en

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, Londres, v. 80, n. 2, p. 209-213, 1955. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000132&pid=S18066690201100020001600027&lng=en

CAPÍTULO 3

TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS EM SEMENTES DE PITAYA (*Hylocereus* spp.) PARA ATENUAÇÃO DO ESTRESSE SALINO

RESUMO - As pitayas vêm despertando interesse de produtores brasileiros, principalmente em regiões áridas e semiáridas do país, onde já existem plantios comerciais na região da Chapada do Apodi, Ceará. No entanto, essas regiões enfrentam problemas com a quantidade e a qualidade hídrica. Nesse sentido, esses estresses ambientais são considerados limitantes para a produtividade e um dos períodos mais críticos para a sobrevivência das plantas é durante a germinação até o estabelecimento das plântulas. Portanto, objetivou-se verificar a ação de tratamentos mitigadores do efeito do estresse salino na germinação, vigor e compostos orgânicos de duas espécies de pitaya (*Hylocereus* spp.). Para isso, realizou-se o experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 6, correspondente a duas espécies de pitaya (*H. undatus* e *H. costaricensis*) e seis tratamentos pré-germinativos (T1= 0,0 MPa (controle); T2= estresse salino (-0,4 MPa); T3= estresse salino + hidrocondicionamento; T4= estresse salino + ácido giberélico; T5= estresse salino + ácido salicílico; T6= estresse salino + tiametoxan) com quatro repetições de 50 sementes. Aos 20 dias após a semeadura foram analisadas as variáveis de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento da parte aérea e da raiz primária, massa seca total, açúcares solúveis totais e aminoácidos livres totais. *H. costaricensis* mostrou-se mais tolerante ao estresse salino que *H. undatus*. O ácido salicílico teve efeito atenuante na germinação e no crescimento de *H. undatus*, além de aumentar o teor de açúcares solúveis em *H. costaricensis*, o que pode estar associado a um efeito osmorregulador. O hidrocondicionamento teve efeito atenuante na germinação de *H. undatus* e favoreceu o ganho de massa seca plântulas. O ácido giberélico estimulou a germinação de *H. undatus* e também o crescimento de *H. undatus* e *H. costaricensis*. Para as sementes de *H. undatus* esse regulador estimulou o aumento nos níveis de açúcares solúveis, o que não ocorreu em nenhum dos demais tratamentos para esta espécie.

Palavras-chave: atenuadores, Cactaceae, estresse abiótico, germinação.

ABSTRACT

Pitahayas have been attracting interest from Brazilian producers, mainly in arid and semi-arid regions of the country, where there are already commercial plantations in the Chapada do Apodi region, Ceará. However, these regions face problems with water quantity and quality. In this sense, these environmental stresses are considered to limit productivity and one of the most critical periods for plant survival is during germination until the establishment of seedlings. Therefore, the objective was to verify the action of treatments that mitigate the effect of salt stress on germination, vigor and organic compounds of two species of pitahaya (*Hylocereus* spp.). For this, the experiment was carried out in a completely randomized design (DIC), in a 2 x 6 factorial scheme, corresponding to two species of pitahaya (*H. undatus* and *H. costaricensis*) and six pre-germinative treatments (T1 = 0.0 MPa (control); T2 = saline stress (-0.4 MPa); T3 = saline stress + hydrocondulation; T4 = saline stress + gibberellic acid; T5 = saline stress + salicylic acid; T6 = saline stress + thiamethoxan) with four repetitions 50 seeds. At 20 days after sowing, the germination variables, germination speed index, length of the aerial part and primary root, total dry mass, total soluble sugars and total free amino acids were analyzed. *H. costaricensis* was more tolerant to salt stress than *H. undatus*. Salicylic acid had a mitigating effect on the germination and growth of *H. undatus*, in addition to increasing the content of soluble sugars in *H. costaricensis*, which may be associated with an osmoregulatory effect. The hydroconditioning had a mitigating effect on the germination of *H. undatus* and favored the growth in dry mass of seedlings. Gibberellic acid stimulated the germination of *H. undatus* and also the growth of *H. undatus* and *H. costaricensis*. For *H. undatus* seeds, this regulator stimulated the increase in soluble sugar levels, which did not occur in any of the other treatments for this species.

Keywords: attenuators, Cactaceae, abiotic stress, germination.

1. INTRODUÇÃO

A salinidade está entre os estresses abióticos que mais afetam a produção agrícola em regiões áridas e semiáridas, sendo a germinação de sementes e o crescimento de mudas os estágios mais sensíveis (IBRAHIM, 2016). O estresse salino pode provocar inibição ou atrasos na germinação, tanto pelo déficit hídrico quanto pela toxicidade iônica. A salinidade, inicialmente, provoca redução no gradiente de potencial da água entre a semente e o meio externo (efeito osmótico), o que leva ao menor influxo de água. Conseqüentemente, o metabolismo da semente é afetado, causando inibição da mobilização de reservas devido ao acúmulo de íons em níveis tóxicos (MARQUES et al., 2013).

Diante da problemática da salinidade nos solos e da escassez de água de boa qualidade para irrigação, tem se buscado cada vez mais o desenvolvimento de culturas tolerantes à salinidade para manter a produção agrícola, principalmente em regiões semiáridas. Além disso, pesquisas vêm sendo realizadas na busca de compreender os mecanismos fisiológicos ligados à baixa germinação causada pelo estresse salino, como também tem sido investigado medidas adequadas para aliviar os efeitos negativos na germinação de sementes (FAN et al., 2013).

Uma dessas medidas tem sido o tratamento pré-germinativo de sementes com substâncias atenuadoras de estresses abióticos, como é o caso dos ácidos giberélico e salicílico, os quais têm demonstrado resultados positivos na mitigação dos efeitos do estresse salino. O ácido giberélico é um regulador vegetal que age como promotor da germinação e ativador do crescimento vegetativo do embrião (TAIZ et al., 2017) A aplicação de ácido giberélico em sementes de aveia (*Avena sativa* L.) mitigou os efeitos do estresse salino, melhorando os parâmetros de germinação e crescimento de plântulas (CHAUHAN et al., 2019). Em sementes de arroz (*Oryza sativa* L.) constatou-se que a salinidade diminuiu os níveis de giberelina produzidos pelas sementes, ocasionando baixa germinação, sendo esta revertida com a aplicação de giberelina exógena (LIU et al., 2018).

O ácido salicílico é um ácido orgânico envolvido na regulação e sinalização das plantas a diversos estresses abióticos (MARDANI et al., 2012). Em sementes de fava (*Vicia faba* L.) submetidas a vários níveis de estresse, a aplicação deste melhorou as características de germinação, reduzindo assim alguns dos efeitos inibitórios do estresse salino (ANAYA et al., 2015). Sua aplicação também proporcionou melhor desempenho fisiológico em sementes de soja [*Glycine max* L. (Merr.)] sob diferentes níveis de salinidade (GHASSEMI-GOLEZANI; FARHANGI-ABRIZ e BANDEHAGH, 2018).

O hidrocondicionamento de sementes também tem se destacado como um método eficiente no incremento da germinação e no crescimento inicial de plântulas em condições de estresse. Em sementes de acelga (*Brassica rapa* L. ssp. *pekinensis*), esse método demonstrou eficácia na mitigação dos efeitos da salinidade, aumentando a germinação de sementes e o crescimento de plântulas das duas cultivares testadas (YAN, 2016).

O tiametoxan é um inseticida, que além desta função, também permite que a planta suporte melhor as condições adversas (CASTRO e PEREIRA, 2008). Esse produto também vem sendo testado como alternativa para atenuar os efeitos de estresses abióticos. Almeida et al. (2014) submetendo sementes de arroz a estresse pelo frio, constataram que àquelas tratadas com tiametoxan tiveram aumento na porcentagem de plântulas normais, além de maior comprimento de plântula, com aplicação de dosagens entre 1 e 2 mL/Kg sementes. Castellanos et al. (2017) também obtiveram aumento na germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas após serem tratadas com esse inseticida nas dosagens entre 2 e 3 mL/Kg sementes.

Os frutos das pitayas vêm despertando o interesse dos consumidores, tanto pelo sabor como pelo alto valor nutricional que possuem. No entanto, ainda são poucas as informações referentes às espécies e sobretudo quanto a tecnologia de sementes para esse grupo de plantas, como *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose (pitaya-vermelha-de-polpa-branca), *Hylocereus costaricensis* (F.A.C.Weber) Britton & Rose (pitaya-vermelha-de-polpa-vermelha), *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran (pitaya-amarela) e *Selenicereus setaceus* Rizz. (pitaya-do-cerrado).

As pitayas *H. undatus* e *H. costaricensis* são as mais difundidas no Brasil (NUNES et al., 2014). Sendo assim, faz-se necessário a busca por técnicas que auxiliem no estabelecimento dessas espécies em ambientes com determinado nível de estresse salino, principalmente na fase germinativa, que se constitui como a mais sensível aos diversos tipos de estresses abióticos. Com isso, objetivou-se verificar a ação de tratamentos mitigadores do efeito do estresse salino na germinação, vigor e compostos orgânicos de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Frutos maduros de pitaya de polpa vermelha (*H. costaricensis*) e branca (*H. undatus*) foram adquiridos nas cidades de Mossoró (RN) (5° 11' 17" S, 37° 20' 39" W e 20 m de altitude) e Londrina (PR) (23° 17' 34" S, 51° 10' 24" W e 550 m de altitude), respectivamente. As sementes foram extraídas utilizando-se peneira e água corrente para facilitar a retirada do excesso de mucilagem, e em seguida estas foram postas para secar sobre papéis em ambiente sombreado e ventilado por 24 horas. Feito isso, as sementes de cada espécie foram homogeneizadas e determinou-se o teor de água utilizando duas repetições de 50 sementes, pelo método da estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem (base úmida) (BRASIL, 2009), sendo verificados os valores de 9,4% para *H. undatus* e 9,8% *H. costaricensis*. Após isso, as sementes ficaram armazenadas em embalagens plásticas hermeticamente fechadas e acondicionadas em geladeira por cerca de um mês até à fase experimental.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 6, correspondente a duas espécies de pitayas e seis tratamentos pré-germinativos (T1= 0,0 MPa (controle); T2= estresse salino (-0,4 MPa); T3= estresse salino + hidrocondicionamento; T4= estresse salino + ácido giberélico; T5= estresse salino + ácido salicílico; T6= estresse salino + tiametoxan) com quatro repetições de 50 sementes. As sementes dos tratamentos T3, T4, T5 e T6 foram submetidas à pré- embebição durante 4 horas em hidrocondicionamento (água destilada), ácido giberélico (150 mg/L^{-1}), ácido salicílico ($1 \mu\text{M/L}^{-1}$) e tiametoxan (1 mL/Kg de sementes), respectivamente. As concentrações dos ácidos giberélico e salicílico, assim como a de tiametoxan foram determinadas com base em pré-testes.

Após as quatro horas de embebição, foi feita a drenagem da solução das sementes oriundas dos tratamentos T3, T4, T5 e T6 e logo em seguida foram semeadas sobre duas folhas de papel mata-borrão no interior de caixas plásticas transparentes (Gerbox[®]), umedecidas com no volume de 2,5 vezes o peso seco do papel, sob os potenciais osmóticos de 0,0 MPa para T1 e -0,4 MPa para os outros cinco tratamentos, utilizando solução de cloreto de sódio (NaCl) para simular o estresse salino a -0,4 MPa (correspondente a $11,1 \text{ dS.m}^{-1}$). O potencial de -0,4 MPa foi escolhido com base em pré-testes de salinidade para ambas as espécies. A condutividade elétrica das soluções foi verificada com o auxílio de um condutivímetro e no nível zero foi utilizada apenas água destilada para umedecer o substrato.

Foram realizadas as seguintes avaliações fisiológicas: a) germinação – realizada em quatro repetições de 50 sementes por tratamento, cujas sementes foram semeadas em papel mata borrão e conduzida em germinadores do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), a 25 °C (LONE et al., 2014), com fotoperíodo de 12 horas de luz. As contagens foram realizadas aos 20 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plântulas normais para cada tratamento, sendo consideradas germinadas as que haviam emitido a raiz primária e parte aérea de plântulas (BRASIL, 2009); b) índice de velocidade de germinação - realizado simultaneamente ao teste de germinação, sendo realizadas contagens diárias a partir do segundo dia após a semeadura até o vigésimo, cujo índice foi calculado pelo somatório das razões do número de plântulas germinadas no período pelo número de dias da semeadura até germinarem, usando-se a fórmula proposta por Maguire (1962); c) comprimentos de parte aérea e raiz primária das plântulas normais – aos 20 dias após a semeadura, as plântulas foram mensuradas com auxílio de uma régua graduada em centímetros, medindo-se desde a base do colo ao ápice da plântula, para o comprimento da parte aérea e da base do colo à extremidade da raiz para o comprimento da raiz primária das plântulas. Os resultados foram expressos em centímetros (cm); d) massa seca da parte aérea e da raiz - as plântulas foram acondicionadas em sacos de papel, separadas por tratamento, e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C por 72 horas. Em seguida, pesou-se em balança de precisão (0,001 mg) e os resultados expressos em miligramas por plântula (mg/plântula).

Para as análises bioquímicas, as amostras foram obtidas a partir da massa fresca de quinze plântulas por repetição coletadas após vinte dias de semeadura. Para isso, foram pesadas 0,2 g de massa fresca, colocada em tubos e adicionados 3 mL de álcool etílico a 80%. Em seguida, o material foi macerado em macerador automático durante dois minutos e depois colocado em banho-maria a 60 °C por 20 minutos. Posteriormente, o material foi centrifugado por oito minutos, sendo coletado o sobrenadante e repetiu-se este processo de extração por mais duas vezes. Ao final, o sobrenadante resultante foi coletado e realizado as seguintes determinações: a) teor de açúcares solúveis totais (AST)- determinado pela medida da absorbância a 620 nm pela aplicação do método da antrona (YEMM e WILLIS, 1954), utilizando-se a glucose como substância padrão. Os resultados foram expressos em μmol de GLU.g^{-1} de massa fresca; b) teor de aminoácidos livres totais (ALT) – realizado pela medida da absorbância a 570 nm, com a aplicação do método da ninidrina ácida (YEMM e

COCKING, 1955), tendo a glicina como substância padrão e os resultados sendo expressos em $\mu\text{mol de GLI.g}^{-1}$ de massa fresca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ($p < 0,05$) e, em caso de significância foi aplicado o teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação e os tratamentos e teste t ($p < 0,05$) para as espécies com o auxílio do programa estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2011).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os tratamentos pré-germinativos e as duas espécies de pitaya foi significativa para germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), açúcares (AST) de plântulas de pitaya ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$) e para aminoácidos (ALT) ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). Para massa seca total (MST) não houve interação significativa, ocorrendo apenas efeito isolado para os tratamentos pré-germinativos (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variância das variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz (CR), massa seca total (MST), açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (AALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		G	IVG	CPA	CR
Espécies (E)	1	8802,08**	37,84**	0,27**	1,60**
Tratamentos (T)	5	986,48**	43,07**	0,51**	0,09**
T x E	5	253,68**	4,40**	0,22**	0,06**
Erro	36	27,69	0,53	0,01	0,01
CV (%)		10,31	12,76	9,18	16,42
Média Geral		51	5,72	1,27	0,73

Fonte de variação	GL	Quadrado médio		
		MST	AST	AALT
Espécie (E)	1	0,01 ^{ns}	28,02*	558,01**
Tratamento (T)	5	0,33**	26,82**	340,20**
T x E	5	0,07 ^{ns}	15,44**	45,85*
Erro	36	0,05	0,37	5,96
CV (%)		16,83	6,03	8,01
Média Geral		1,28	10,20	30,52

^{ns}, ** e * = não significativo, significativo a 1% de probabilidade ($p < 0,01$) e a 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

Entre as espécies de pitaya pode-se constatar que, embora a porcentagem de germinação (Tabela 2) da *H. costaricensis* tenha sido inferior à da *H. undatus* no tratamento controle (T1), a *H. undatus* foi sensível ao estresse salino, com redução de 33 pontos percentuais na germinação, e a *H. costaricensis* não teve a porcentagem de germinação influenciada pelo estresse salino de -0,4 MPa.

Tabela 2 - Germinação e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.

Tratamentos	Germinação (%)		IVG	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
T1	83 Aa	45 Ba	12,0 Aa	8,1 Ba
T2	50 Ac	45 Ba	4,6 Ad	4,4 Ab
T3	64 Ab	38 Ba	6,5 Abc	4,8 Bb
T4	71 Ab	39 Ba	7,0 Ab	4,6 Bb
T5	74 Aab	42 Ba	5,4 Acd	5,4 Ab
T6	46 Ac	18 Bb	4,4 Ad	1,7 Bc

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivares) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativos), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha (T1); Estresse salino (T2); Estresse salino + Hidrocondicionamento (T3); Estresse salino + Ácido giberélico (T4.); Estresse salino + Ácido salicílico (T5); Estresse salino + Tiametoxan (T6).

O estresse salino reduziu a germinação de *H. undatus* em 33 pontos percentuais em relação a testemunha (T1). O tratamento das sementes com Hidrocondicionamento (T3); Ácido giberélico (T4.); Ácido salicílico (T5) melhorou a germinação em 14, 21 e 24 pontos percentuais em relação ao T2. As sementes tratadas com ácido salicílico obtiveram médias semelhantes à testemunha (Tabela 2). Na *H. costaricensis*, o estresse salino não afetou a porcentagem de germinação. O uso do tiametoxan promoveu resultados insatisfatórios para germinação das duas espécies de pitaya (Tabela 2). A associação do inseticida com o NaCl pode ter provocado um efeito fitotóxico nas sementes.

O ácido salicílico, todavia, foi o tratamento que estimulou maior porcentagem de germinação na condição salina em *H. undatus*. Esse ácido favorece a eficiência dos processos metabólicos ou atua diretamente nas vias metabólicas em resposta a ambientes desfavoráveis, permitindo adaptações às mudanças ambientais (TAVARES et al., 2014). Fato semelhante também foi relatado por Anaya et al. (2018), em que o ácido salicílico inibiu o efeito do estresse salino durante a germinação de sementes de fava (*Vicia faba* L.).

A exposição das sementes de *H. undatus* à salinidade (T2) reduziu em 62% o índice de velocidade de germinação quando comparadas à testemunha. Já para as sementes de *H. costaricensis* o índice de velocidade de germinação foi reduzido em 46% (Tabela 2). Isso demonstra que em *H. costaricensis* o vigor das sementes apresentou decréscimos mais rápidos que a germinação, que não foi alterada sob estresse salino, confirmando a ideia de que a perda de vigor é um evento que antecede a perda de germinação (MARCOS-FILHO, 2015). Para essa espécie os tratamentos pré-germinativos não atenuaram o estresse salino sobre índice de

velocidade de germinação, mas em *H. undatus*, o hidrocondicionamento (T3) e ácido giberélico (T4) melhoram o índice de velocidade de germinação em 41 e 52% em relação ao estresse salino (T2), respectivamente (Tabela 2).

Em condições de estresse, o hidrocondicionamento pode proporcionar aumento no IVG, visto que, com esse pré-tratamento as sementes requerem menos água para completar a germinação (PESKE, VILELA e MENEGHELLO, 2019). O hidrocondicionamento também proporcionou maior velocidade de germinação em sementes de girassol (*Helianthus annuus* L.) sob diferentes níveis de salinidade (MATIAS et al., 2018). Já a aplicação exógena de ácido giberélico pode recuperar os níveis de giberelina, que tem sua biossíntese inibida pela salinidade (SHU et al., 2017). O ácido giberélico, na dosagem de 0,2 g/L⁻ também proporcionou maior velocidade de germinação em sementes de milho submetidas à salinidade, (TSEGAY e ANDARGIE, 2018). Sementes de chia (*Salvia hispanica* L.) submetidas ao estresse salino e tratadas com ácido giberélico também tiveram incrementos no índice de velocidade de germinação (COSTA, 2019).

O comprimento de parte aérea foi reduzido em 35% nas plântulas oriundas de *H. costaricensis* e em 38% para as de *H. undatus* para as sementes sem tratamentos pré-germinativo com potencial osmótico -0,4 MPa (Tabela 3). A redução do crescimento é um comportamento fisiológico esperado em resposta ao efeito do potencial osmótico negativo que se estabelece em torno das raízes, causando a diminuição significativa do crescimento da parte aérea (MUNNS e TESTER, 2014). Verificou-se que para as plântulas de *H. undatus* houve incremento no comprimento da parte aérea de 38% quando submetidas ao hidrocondicionamento, 75% com ácido giberélico e 100% com ácido salicílico em relação àquelas submetidas a estresse salino (T2). Em *H. costaricensis* houve incremento de 55% no comprimento da parte aérea das plântulas proveniente das sementes pré-tratadas com o ácido giberélico. A aplicação de giberelina normalmente promove o alongamento do caule de diversas espécies, aumentando tanto o alongamento quanto a divisão celular (TAIZ et al., 2017).

O comprimento de raiz em *H. undatus* não foi influenciado pelo o estresse salino, não havendo diferença entre os tratamentos (Tabela 3). Para *H. costaricensis* ocorreu incremento no comprimento da raiz primária das plântulas na presença do estresse salino, exceto para as plântulas provenientes das sementes tratadas com ácido giberélico, que proporcionou maior investimento em parte aérea em detrimento da raiz. Em sementes de chia, com a diminuição do potencial osmótico também houve maior protrusão da raiz primária e menor emissão da

parte aérea (PAIVA et al., 2019). Ainda segundo este autor, esse fato pode ser atribuído ao possível mecanismo de tolerância da espécie, aumentado o crescimento da radícula em busca de água no substrato. O investimento em raiz em pitaya vermelha (*H. costaricensis*) também pode estar relacionado ao mecanismo de tolerância dessa espécie ao estresse salino, tolerância esta que pode ser percebida também quando se verifica a média de germinação que não decresceu, mesmo em condição de estresse salino (Tabela 2).

Tabela 3 - Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento da raiz primária (CR) e massa seca total de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.

Tratamentos	CPA (cm)		CR (cm)		MST (mg)
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>	
T1	1,3Bbc	1,7Aa	0,5Ba	0,7Ac	1,6a
T2	0,8Be	1,1Ab	0,6Ba	1,0Aab	1,2b
T3	1,1Bcd	1,3Ab	0,6Ba	1,1Aa	1,4ab
T4	1,4Bab	1,7Aa	0,6Aa	0,7Ac	1,2b
T5	1,6Aa	1,1Bb	0,6Ba	1,0Aab	1,2b
T6	1,0Ade	1,0Ab	0,4Ba	0,9Abc	1,1b

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivares) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativos), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha - sem estresse (T1); sementes sem tratamentos com estresse (T2); Hidrocondicionamento (T3); Ácido giberélico (T4.); Ácido salicílico (T5); Tiametoxan (T6).

Para a variável massa seca total de plântulas houve apenas efeito isolado dos tratamentos pré-germinativos (Tabela 3) e verifica-se que entre os tratamentos pré-germinativos apenas o hidrocondicionamento promoveu acúmulo de massa seca semelhante ao controle (T1). A simples imersão prévia das sementes em água parece ter fornecido uma proteção nas sementes contra o estresse salino.

No tocante aos teores de açúcares para ambas as espécies houve decréscimo quando submetidas ao estresse salino, exceto para as sementes que foram pré-tratadas com os ácidos giberélico e salicílico para as espécies *H. undatus* e *H. costaricensis*, respectivamente (Tabela 4). Esse comportamento se diferencia do que comumente ocorre em várias espécies, como em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) (ADDA et al., 2014), ervilha (*Pisum sativum* L.) (GHEZAL et al., 2016) e chia (PAIVA et al., 2018), cujos autores constataram que houve aumento da síntese de açúcares quando submetidas ao estresse salino. Os resultados detectados por esses autores podem ser explicados pelo fato dos açúcares nessas espécies terem um papel mais importante na osmorregulação, o que não foi observado para as espécies de pitaya. Todavia, o ácido giberélico em *H. undatus* e o ácido salicílico em *H. costaricensis*

parecem ter estimulado essa osmorregulação, pois mantiveram os mesmos valores do tratamento controle (T1).

Tabela 4 – Teores de açúcares solúveis totais (AST) e aminoácidos livres totais (ALT) de plântulas de pitayas (*H. costaricensis* e *H. undatus*) submetidas a diferentes tratamentos pré-germinativos e estresse salino.

Tratamentos	AST (μmol de GLU /g MF)		ALT (μmol de GLI/g MF)	
	<i>H. undatus</i>	<i>H. costaricensis</i>	<i>H. undatus</i>	<i>H. costaricensis</i>
T1	12,1 Ba	13,4 Aa	21,7 Ac	16,9 Bd
T2	9,3 Ab	9,0 Ab	39,8 Aa	33,4 Bab
T3	6,4 Bc	8,2 Ab	34,0 Ab	23,4 Bc
T4	11,42 Aa	9,1 Bb	36,8Aab	36,5 Aa
T5	7,5 Bc	13,5 Aa	35,4 Aab	30,5 Bb
T6	9,7 Ab	6,5 Bc	35,8 Aab	21,9 Bcd

¹Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, maiúscula na linha (cultivares) e minúscula na coluna (tratamentos pré-germinativos), pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Testemunha (T1); Estresse salino (T2); Estresse salino + Hidrocondicionamento (T3); Estresse salino + Ácido giberélico (T4.); Estresse salino + Ácido salicílico (T5); Estresse salino + Tiametoxan (T6).

O tiametoxan provocou na pitaya vermelha (*H. costaricensis*) redução drástica nos níveis de açúcares. Esse fato pode estar relacionado com a redução da germinação e do IVG. Embora na literatura sejam indicadas dosagens entre 1 a 6 mL/Kg sementes, a dosagem de 1 mL/Kg de sementes pode ter sido elevada, quando associada à toxicidade iônica provocada pela salinidade e, como isso, ter provocado efeito fitotóxico nas sementes de pitaya, principalmente as de *H. costaricensis*.

Em relação ao conteúdo de aminoácidos livres totais, houve aumento nesses teores com a elevação da salinidade para ambas as espécies. Embora, as sementes de pitaya apresentem uma grande reserva de carboidratos (352 g/kg de sementes) (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012), estes provavelmente são mais utilizados para a mobilização de reservas durante a germinação, o que explica os níveis baixos de açúcares solúveis totais nas sementes submetidas a estresse. No entanto, para a osmorregulação houve um maior uso da reserva de proteínas, as quais foram hidrolisadas em aminoácidos, o que pode ser favorecido pelo fato de as sementes de pitaya disporem de uma grande reserva de proteína quando comparada a de outras espécies. Enquanto sementes de *Opuntia* sp., pertencente à mesma família das pitayas, apresentam 50 g de proteína / kg de sementes (ENNOURI et al., 2005), as de pitaya possuem 206 g de proteína / kg de sementes (VILLALOBOS-GUTIÉRREZ et al., 2012). Entre os tratamentos pré-germinativos testados, o ácido giberélico foi o que mais se

destacou no aumento de aminoácidos livres, sendo, todavia, estatisticamente semelhante à T2 (sementes sem tratamento com estresse) para ambas as espécies.

Assim, pode-se verificar com os dados obtidos nesse experimento que o ácido salicílico, promoveu uma germinação expressiva para *H. undatus* e trouxe benefícios no crescimento ao observar o aumento de parte aérea das plântulas, além de ter estimulado um aumento no teor de açúcares solúveis em *H. costaricensis*, o que pode estar associado a um efeito osmorregulador.

O hidrocondicionamento, também favoreceu a germinação em *H. undatus* e também favoreceu o ganho de massa seca plântulas. Já, o tiametoxan não apresentou resultados eficientes para nenhuma das espécies, o que pode estar relacionado à dosagem utilizada, a qual associada à salinidade causou efeito tóxico nas sementes. No entanto, o uso do tiametoxan para essas espécies pode ainda ser alvo de mais investigações, principalmente no ajuste de dosagens que venham possivelmente trazer resultados mais satisfatórios.

O ácido giberélico proporcionou benefícios na germinação de *H. undatus* e também no crescimento de ambas as espécies, ao observar os dados de parte aérea. Para as sementes de *H. undatus* esse regulador estimulou o aumento nos níveis de açúcares solúveis, o que não ocorreu em nenhum dos demais tratamentos para esta espécie. Devido à sensibilidade da *H. undatus* à salinidade, o ácido giberélico provavelmente estimulou mais hidrólise de amido em açúcares, tanto para o suprimento de energia das células em germinação quanto para o acúmulo de solutos, facilitando a entrada de água nas células, para garantir a germinação. Isso é possível porque as giberelinas atuam na produção da enzima α -amilase, cuja função é a quebra do amido de reserva em moléculas menores de açúcares (TAIZ et al., 2017).

4. CONCLUSÕES

H. costaricensis mostrou-se mais tolerante ao estresse salino que *H. undatus*.

O ácido salicílico teve efeito atenuante na germinação e no crescimento de *H. undatus*. Proporcionou também aumento no teor de açúcares solúveis em *H. costaricensis*, o que pode estar associado a um efeito osmorregulador.

O hidrocondicionamento teve efeito atenuante na germinação de *H. undatus* e favoreceu o ganho de massa seca das plântulas.

O ácido giberélico estimulou a germinação de *H. undatus* e também o crescimento de *H. undatus* e *H. costaricensis*. Para as sementes de *H. undatus* esse regulador estimulou o aumento nos níveis de açúcares solúveis, o que não ocorreu em nenhum dos demais tratamentos para esta espécie.

5. REFERÊNCIAS

- ADDA, A.; REGAGBA, Z.; Ahmed LATIGUI, A.; MERAH, O. Effect of salt stress on α -amylase activity, sugars mobilization and osmotic potential of *Phaseolus vulgaris* L. seeds var. 'Cocorose' and 'Djadida' during germination. **Journal of Biological Sciences**, Paquistão, v. 14, n. 5, p. 370-375, 2014. <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=jbs.2014.370.375>
- ALMEIDA, A. 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**, Londrina, v. 36, n. 4, p. 458-464, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/2317-1545v36n4980>
- ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, D.; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Arábia Saudita, v. 17, n. 1, p. 1–8, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.10.002>
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 395p. http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/arquivos-publicacoes_laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view
- CASTELLANOS, C. I. S.; ALMEIDA, A. S.; BORGES, C. T.; DEUNER, C.; MENEGHELLO, G. E. Thiamethoxam treated bean seeds performance during storage. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Pernambuco, v. 12, n. 1, p. 1-5, 2017. http://www.agraria.pro.br/ojs2.4.6/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=agraria_v12i1a5408
- CASTRO, P. R. C.; PEREIRA, M. A. Bioativadores na agricultura. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis, RJ; Ed. Vozes, p.115-122. 2008.
- CHAUHAN, A.; ABUAMARAH, B. A.; KUMAR, A.; VERMA, J.S.; GHRAH, H. A.; KHAN, K. A.; ANSARI, M. J. Influence of gibberellic acid and different salt concentrations on germination percentage and physiological parameters of oat cultivars. **Saudi Journal of Biological Sciences**, Arábia Saudita, v. 82, n. 4, p. 367-373, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2019.04.014>
- COSTA, A. L. **Osmoproteção na germinação da chia (*Salvia hispanica* L.) com atenuadores dos estresses hídrico e salino**. 2019. 76f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) –Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. Disponível em: <<https://ppgfito.ufersa.edu.br/wpcontent/uploads/sites/45/2019/11/Disserta%C3%A7%C3%A3o-Ana-Alessandra-da-Costa.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2020.
- ENNOURI, M.; EVELYNE, B.; LAURENCE, M.; HAMADI, A. Fatty acid composition and rheological behaviour of prickly pear seed oils. **Food Chemistry**, Inglaterra, v. 93, n. 3, p. 431-437, 2005. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814604007605>
- FAN, H. F.; DU, C. X.; DING, L.; XU, Y. L. Effects of nitric oxide on the germination of cucumber seeds and antioxidant enzymes under salinity stress. **Acta Physiologiae**

Plantarum, Polônia, v. 35, n. 9, p. 2707-2719, 2013.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11738-013-1303-0>

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000069&pid=S14137054201200010001300008&lng=en

GHASSEMI-GOLEZANI, K.; FARHANGI-ABRIZ, S.; BANDEHAGH, A. Salicylic acid and jasmonic acid alter physiological performance, assimilate mobilization and seed filling of soybean under salt stress. **Acta Agriculturae Slovenica**, Eslovênia, v. 3, n. 111-3, p. 597-607, 2018.
https://www.researchgate.net/publication/329609286_Salicylic_acid_and_jasmonic_acid_alter_physiological_performance_assimilate_mobilization_and_seed_filling_of_soybean_under_salt_stress

GHEZAL, N.; RINEZ, I.; SBAI, H.; SAAD, I.; FAROOQ, M.; RINEZ, A.; ZRIBI, I.; HAOUALA, R. Improvement of *Pisum sativum* salt stress tolerance by bio-priming their seeds using *Typha angustifolia* leaves aqueous extract. **South African Journal of Botany**, Egito, v. 105, p. 240-250, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.04.006>

IBRAHIM, E. A. Seed priming to alleviate salinity stress in germinating seeds. **Journal of Plant Physiology**, Holanda, v. 192, n. 1, p. 38-46, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.jplph.2015.12.011>

LIU, L.; XIA, W.; LI, H.; ZENG, H.; WEI, B.; HAN, S.; YIN, C. Salinity inhibits rice seed germination by reducing α -amylase activity via decreased bioactive gibberellin content. **Frontiers in Plant Science**, Suíça, v. 9, n. 275, p. 1-9, 2018.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00275>

LONE, A. B.; COLOMBO, R. C.; FAVETTA, V.; TAKAHASHI, L. S. A.; FARIA, R. T. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014.
https://www.researchgate.net/publication/285692636_Temperatura_na_germinacao_de_sementes_de_genotipos_de_pitaya

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 659 p.

MARDANI, H., BAYAT, H.; SAEIDNEJAD, A. H.; REZAIE, E. Assessment of salicylic acid impacts on seedling characteristic of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under water stress. **Notulae Scientia Biologicae**, Romênia, v. 4, n. 1, p. 112-115, 2012.
https://www.researchgate.net/publication/307650959_Assessment_of_Salicylic_Acid_Impacts_on_Seedling_Characteristic_of_Cucumber_Cucumis_sativus_L_under_Water_Stress

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Estados Unidos, v. 2, n. 2, p.176-77, 1962.

MATIAS, J. R.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; LEITE, M. S.; CARVALHO, S.M. C. Hydropriming as inducer of salinity tolerance in sunflower seeds. **Revista Brasileira de**

Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 255-260, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n4p255-260>

NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, C. A. B.; ALVES, R. E. Pitaia (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil, **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 8, n. 1, p. 90-98, 2014. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035273/pitaia-hylocereus-sp-uma-revisao-para-o-brasil>

MARQUES, E. C.; FREITAS, P. A. F. ALENCAR, N. L. M. PRISCO, J. T. GOMES-FILHO, E. Increased Na⁺ and Cl⁻ accumulation induced by NaCl salinity inhibits cotyledonary reserve mobilization and alters the source-sink relationship in establishing dwarf cashew seedlings. **Acta Physiologiae Plantarum**, Polônia, v. 35, n. 3, p. 2171-2182, 2013.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v.59, p.651-681, 2008. NUNES, E. N.; SOUSA, A. S. B.; LUCENA, C. M.; SILVA, S. M.; LUCENA, R. F. P.; ALVES, Cn. A. B.; ALVES, R. E. Pitaya (*Hylocereus* sp.): Uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, Paraíba, v. 4, n. 1, p. 90-98, 2014. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1035273/pitaya-hylocereus-sp-uma-revisao-para-o-brasil>

PAIVA, E. P.; TORRES, S. B. ALVES, T. R. C.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S. DOMBROSKI, J. L. D. Germination and biochemical components of *Salvia hispanica* L. seeds at different salinity levels and temperatures. **Acta Scientiarum: Agronomy**, Maringá, v. 40, n. 01, p. 1-7, 2018. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-86212018000100629

PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, R. R. T.; SÁ, F. V. S.; LEITE, M. S.; ALVES, T. R. C.; OLIVEIRA, D. M. Germination and osmotic adjustment in *Salvia hispanica* L. (Lamiaceae) seedlings under water and thermal stress. **Bioscience Journal**, v. 35, p. 1829-1838, 2019.

PESKE, S. T.; VILELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 4.ed. Pelotas: Becker e Peske, 2019.

SHU, K.; QI, Y.; CHEN, F.; MENG, Y.; LUO, X.; SHUAI, H.; ZHOU, W.; DING, J.; DU, J.; LIU, J.; YANG, F.; WANG, Q.; LIU, W.; YONG, T.; WANG, X.; FENG, Y.; YANG, W. Salt Stress Represses Soybean Seed Germination by Negatively Regulating GA Biosynthesis While Positively Mediating ABA Biosynthesis. **Frontiers in Plant Science**, Suíça, v. 8, n. 1, p. 1-12, 2017. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28848576>

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858 p.

TSEGAY, B. A.; ANDARGIE M. Seed priming with gibberellic acid (GA₃) alleviates salinity induced inhibition of germination and seedling growth of *Zea mays* L., *Pisumsativum* var. *abyssinicum* A. Braun and *Lathyrus sativus* L. **Journal Crop Science Biotechnology**, Suíça, v. 21, n. 3, p. 261-267, 2018. https://www.researchgate.net/publication/327937489_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

VILLALOBOS-GUTIÉRREZ, M. G.; SCHWEIGGERT, R. M.; CARLE, R.; ESQUIVEL, P. Chemical characterization of Central American pitaya (*Hylocereus* sp.) seeds and seed oil. **Cyta - Journal of Food**, Reino Unido, v. 10, n. 1, p. 78-83, 2012. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19476337.2011.580063?scroll=top&needAccess=true>

YAN, M. Hydro-priming increases seed germination and early seedling growth in two cultivars of Napa cabbage (*Brassica rapa* subsp. *pekinensis*) grown under salt stress. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Reino Unido, v. 91, n. 4, p. 421-426, 2016. <https://doi.org/10.1080/14620316.2016.1162031>

YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino acid with ninhydrin. **Analyst**, Londres, v. 80, n. 2, p. 209-213, 1955. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000132&pid=S18066690201100020001600027&lng=en

YEMM, E.W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, Reino Unido, v. 57, n. 3, p. 508-514, 1954. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000126&pid=S1413705420090002000200029&lng=en

TAVARES, L. C.; RUFINO, C. A.; OLIVEIRA, S.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Treatment of rice seeds with salicylic acid: seed physiological quality and yield. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 352-356, 2014. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2317-15372014000300011