



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PITAIAS SUBMETIDAS AO
ESTRESSE HÍDRICO**

FRANCILEIDE DO NASCIMENTO LIMA

**POMBAL-PB
2022**

FRANCILEIDE DO NASCIMENTO LIMA

**QUALIDADE DE SEMENTES DE PITAIAS SUBMETIDAS
AO ESTRESSE HÍDRICO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção de título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

L732q Lima, Francileide do Nascimento.
Qualidade de sementes de pitaias submetidas ao estresse hídrico
/ Francileide do Nascimento Lima. – Pombal, 2022.
37 f. il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)
– Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e
Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes”.

Referências.

1. Cactaceae. 2. Estresse abiótico. 3. Tolerância ao déficit
hídrico. Hylocereus. I. Lopes, Kilson Pinheiro. II. Título.

CDU 582.661.5(043)

FRANCILEIDE DO NASCIMENTO LIMA

QUALIDADE DE SEMENTES DE PITAIAS SUBMETIDAS AO ESTRESSE HÍDRICO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como um dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 14/12/2022

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente



KILSON PINHEIRO LOPES
Data: 17/12/2022 21:20:52-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes
(CCTA/UAGRA/UFCG)
(Orientador)

Documento assinado digitalmente



ADRIANA SILVA LIMA
Data: 19/12/2022 08:39:32-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Prof.^a D. Sc. Adriana Silva Lima
(CCTA/UAGRA/UFCG)
(Examinadora)

Documento assinado digitalmente



JACKSON SILVA NOBREGA
Data: 19/12/2022 11:45:06-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Dr. Jackson Silva Nóbrega
(Examinador)

POMBAL-PB
2022

POMBAL-PB
2022
AGRADECIMENTOS

À Deus, que me deu o sopro da vida e tem proporcionado diversas conquistas ao longa da minha caminhada, que sempre me dá forças para continuar mesmo nos momentos mais difíceis.

A minha família, em especial a minha mãe Francisca do Nascimento Lima, batalhadora, bondosa, que sempre me incentivou a estudar, e que por muitas vezes se deslocou até a universidade para me ajudar. Ao meu pai Francisco Pereira de Lima, um homem ímpar, que vem contribuindo com meu crescimento. Aos meus irmãos Francivania do N. Lima e Francivan do N. Lima, que sempre me apoiaram em tudo e nunca me deixam desamparada. E por fim, aos meus cunhados Mércya Karine e Raniery Cleimar. Obrigado a todos pelo apoio.

Ao meu Namorado Antonio Elizeneudo P. Nogueira, por todo amor e companheirismo durante a graduação, por sempre está comigo nos momentos bons e ruins e nunca me deixar desanimar.

Aos meus amigos Rodolfo Barbosa, Kaikí Nogueira e Antonio Elizeneudo, no qual sempre estivemos juntos estudando e brigando pelos cálculos como também se divertindo, durante os cinco anos de graduação e foram como uma família. Aos amigos Paloma Domingues, Eduardo Antônio, Janielio Oliveira, Yago rodrigues, Maressa isma, Anny Karoline, Lauro Araújo, Diego Paiva, José Amaro, que tive a oportunidade de conhecer e conviver durante a graduação, onde passamos diversos momentos juntos, vocês são especiais, guardarei todos na memória. A minha melhor amiga Kátia Maysa, que sempre me apoiou e torceu por mim.

Ao meu orientador Kilson Pinheiro Lopes, pelos ensinamentos e contribuições durante nossas pesquisas científicas. A Técnica do Laboratório Roberta Chaiene, pela ajuda durante os experimentos de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) e a Universidade Federal de Campina Grande pelos projetos de iniciação científicos a mim concedidos e que foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico.

Aos que não citei diretamente, mas que contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho. Meu muito obrigada!

RESUMO

As pitaias são cactáceas cultivadas em regiões tropicais e subtropicais. Seu cultivo no Brasil ainda é incipiente com áreas localizadas em estados da região Sul e Sudeste e, mais recentemente em regiões semiáridas do Nordeste, onde os recursos hídricos são escassos. Apesar de caracterizar-se como uma espécie tolerante à deficiência hídrica, a pitaiá demonstra grande sensibilidade a este fator durante o processo germinativo. Por ser necessário avaliar o desempenho germinativo em condições de estresse, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo de espécies de pitaiá. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados em esquema fatorial 2 x 6, correspondendo a duas espécies de pitaiá (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus costaricensis*) e seis gradientes de potencial hídrico (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa) utilizando o Polietilenoglicol 6000 como agente osmoticamente ativo, empregando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento. As seguintes variáveis foram analisadas: porcentagem, primeira contagem, índice de velocidade, tempo médio, velocidade média de germinação, comprimento de radícula, comprimento da parte aérea e massa fresca de plântula. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F com 5% de significância. As médias obtidas para as espécies foram comparadas pelo teste de Tukey, enquanto os dados para os potenciais hídricos foram submetidos a análise de regressão. A redução dos potenciais osmóticos da água de embebição provoca decréscimos na qualidade e no vigor das sementes de *H. undatus* e *H. costaricensis*. Potenciais osmóticos inferiores a -0,6 MPa restringe completamente as manifestações fisiológicas das sementes de *H. undatus* e *H. costaricensis*.

Palavras-chave: Cactaceae, estresse abiótico, tolerância, *Hylocereus*.

ABSTRACT

Dragon fruit are cacti grown in tropical and subtropical regions. Its cultivation in Brazil is still incipient with areas located in the states of the South and Southeast and, more recently, in semi-arid regions of the Northeast, where water resources are scarce. Despite being characterized as a species tolerant to water deficiency, pitaya shows great sensitivity to this factor during the germination process. Because it is necessary to evaluate the germination performance under stress conditions, the present work aims to evaluate the effect of water stress on the germination performance of dragon fruit species. The experiment was conducted in a completely randomized design in a 2 x 6 factorial scheme, corresponding to two pitaya species (*Hylocereus undatus*, *Hylocereus costaricensis*) and six water potential gradients (0; -0.2; -0.4; -0.6; -0.8 and -1.0 MPa) using Polyethylene glycol 6000 as an osmotically active agent, using four replicates of 50 seeds per treatment. The following variables were analyzed: percentage, first count, speed index, average time, average germination speed, radicle length, shoot length and seedling fresh mass. The data obtained were submitted to analysis of variance by the F test with 5% of significance. The averages obtained for the species were compared by Tukey test, while the data for water potentials were submitted to regression analysis. The reduction of the osmotic potentials of the imbibition water causes decreases in the quality and vigor of the seeds of *H. undatus* and *H. costaricensis*. Osmotic potentials below -0.6 MPa completely restrict the physiological manifestations of *H. undatus* and *H. costaricensis* seeds.

Keywords: Cactaceae, abiotic stress, tolerance, *Hylocereus*.

Sumário

RESUMO	IV
1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO GERAL	8
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
3.1 ASPECTOS GERAIS E IMPORTÂNCIA	9
3.2 PROPAGAÇÃO DA PITAIA.....	12
3.3 ESTRESSES HÍDRICOS NA GERMINAÇÃO	13
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 ÁREA EXPERIMENTAL	15
4.2 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	16
4.2.1 TESTE DE GERMINAÇÃO (G).....	16
4.2.2 PRIMEIRA CONTAGEM DE GERMINAÇÃO (PCG):	16
4.2.3 ÍNDICE DE VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO (IVG):	16
4.2.4 TEMPO MÉDIO DE GERMINAÇÃO (TMG):.....	17
4.2.5 VELOCIDADE MÉDIA DE GERMINAÇÃO (VMG):	17
4.2.6 COMPRIMENTO DE RADÍCULA (CRA):	17
4.2.7 COMPRIMENTO DA PARTE AÉREA (CPA):	18
4.2.8 MASSA FRESCA DE PLÂNTULA (MFP):.....	18
4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
6 CONCLUSÃO	31
7 REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A pitiaia também conhecida como fruta dragão é uma espécie rústica nativa do México e da América Central e do Sul, pertencente à família Cactaceae. Atualmente é considerada uma das frutíferas tropicais exóticas mais promissoras devido a sua grande aceitação no mercado consumidor (ALVES et al., 2018). Além disso, surge como uma alternativa viável para produtores que desejam aumentar sua renda pois se adapta bem as condições adversas, é de fácil manejo e possui alto valor agregado dos frutos (LONE et al., 2020).

O consumo de alimentos saudáveis no mercado contemporâneo vem crescendo e com isso há uma maior demanda por alimentos que trazem benefícios nutricionais, um dos fatores que vem aumentando a busca por pitiaia. Seus frutos possuem propriedades anti-inflamatória, antioxidantes (LUO et al., 2014); promovem benefícios pela presença de betacianinas, flavonóides e ácidos fenólicos (HUA et al., 2018; MORAIS et al., 2019); efeitos ansiolíticos (LIRA et al., 2020); regula a pressão arterial (DONADIO, 2009); combate as doenças relacionadas ao sistema respiratório como bronquite, protege contra úlceras e gastrites (MOLINA et al., 2009).

Em regiões áridas e semiáridas do mundo, por apresentarem sérios problemas com a escassez de água, o cultivo de culturas que proporcionem certa tolerância ao estresse hídrico vem ganhando espaço. Nesse sentido, a produção de pitiaia nesses locais tende a avançar devido principalmente à sua capacidade de se adaptar a condições de maior estresse hídrico a longo prazo e de suportar cultivo em solos considerados pobres (NUNES et al., 2014). Além do mais, por apresentar metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas) que lhe confere maior eficiência no uso da água, seu cultivo é ainda mais valorizado (MIZRAHI, 2014). Hoje, devido à sua rusticidade e adaptabilidade às diversas condições climáticas, esta cactácea está sendo cultivada em todo o mundo, em regiões tropicais e subtropicais (LE BELLEC et al., 2006).

As pitaias podem se reproduzir de forma sexuada ou assexuada. A propagação por sementes é vantajosa, pois permite a obtenção de um material com variabilidade genética, exibindo características diversas que podem ser aproveitadas em programa de melhoramento genético. Portanto as plantas oriundas desse tipo de propagação

possibilitam a seleção de materiais com características desejáveis, como: maior produtividade, melhor aparência externa, coloração de polpa e melhor adaptação às diferentes condições climáticas (ANDRADE et al., 2008). Além disso, Santos (2021) ressalta que o método sexual possibilita a análise científica de fatores que afetam a biologia da germinação.

O processo germinativo é bastante influenciado pelo movimento de água dentro dos tecidos da semente e seu sucesso depende deste e de diversos outros fatores ambientais, sendo a disponibilidade hídrica um dos mais importantes, já que a água é responsável pela reidratação dos tecidos e aumento das atividades metabólicas do embrião, além de promover o rompimento e facilitar a protrusão radicular (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). O estresse hídrico e salino tem sido citado como os principais fatores restritivos aos processos germinativos da maioria das espécies cultiváveis, principalmente, em regiões áridas e semiáridas que sofrem com a escassez hídrica (GUEDES et al., 2013).

Portanto, estudos que contribuam com o conhecimento sobre a capacidade de adaptação das espécies às condições de estresse hídrico na fase germinativa são de extrema importância.

2 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito do estresse hídrico sobre o desempenho germinativo de espécies de pitaia.

2.1 Objetivos específicos

Caracterizar fisiologicamente o comportamento germinativo das sementes de pitaia submetidas a diferentes potenciais hídricos;

Identificar qual das espécies é mais tolerante às condições de estresse hídrico durante o processo germinativo;

Determinar o potencial osmótico limitante para a germinação das sementes de pitaia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Aspectos gerais e importância

A etimologia do termo pitaia, originou-se da palavra pitahaya, que faz menção a uma civilização pré-colombiana que habitava algumas ilhas da América Central, os Tainos, e tem por significado fruta escamosa (MERRIAM-WEBSTER, 2017). Essa frutífera pertence à família Cactaceae possuindo metabolismo CAM, com caule tipo cladódios, fotossintetizante, sua abertura floral ocorre no período noturno, é considerada uma planta perene com hábito de crescimento semi-epífita. (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012; NUNES, 2014).

Segundo Canto (1993) crescem sobre árvores, muros ou pedras, possuem raízes fibrosas e abundantes com a presença de muitas raízes adventícias que ajudam na fixação e obtenção de nutrientes, seu caule é na forma de cladódios triangulares, suculentos e com espinhos, seu fruto variável em diâmetro e coloração, coberto por brácteas (escamas) ou espinhos, sua polpa rica em fibras e de notáveis qualidades digestivas e baixo teor calórico. A espécie *H. costaricensis*, por exemplo, apresenta coloração vermelha tanto no fruto como na polpa, a *Selenicereus megalanthus*, conhecida por “pitaia colombiana” a polpa é branca e o fruto amarelo e *H. undatus* a casca é vermelha e a polpa esbranquiçada e apresenta espinhos (ANDRADE et al., 2007).

Os frutos podem ser consumidos *in natura* ou processados na forma de sorvete, geleias, mousse, sucos, saladas ou como corante de doces (DONADIO, 2009). É classificado como baga indeiscente globosa ou subglobosa que pode atingir um quilograma, contém escamas formadas por brácteas cuja cor varia de acordo com a espécie, as sementes são de cor escura, numerosas e muito pequenas variando de 0,5 a 2 milímetros (ORTIZ-HERNANDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012), iniciam a germinação em torno de cinco dias (ALVES, GODOY e CORREA, 2011) já para o término da fase germinativa na literatura ainda não se estabeleceu um período concreto, verificando uma variação desde dez, vinte e até mesmo trinta dias, constatados por alguns trabalhos (ALVES, GODOY e CORREA, 2011; LONE et al., 2014; ORTIZ et al., 2014).

As flores são brancas vistosas, abrem a noite e liberam perfume quando são polinizadas por insetos, possui de 20 a 35 cm de comprimento, possui numerosos estames arranjados em fileiras ao redor do pistilo, suas sépalas são de cor verde-clara e o pólen amarelo e abundante (DONADIO, 2009), o florescimento no hemisfério sul ocorre nos meses de novembro a abril (MARQUES, 2010) já no hemisfério norte, de maio a outubro (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012).

A cultura é agrupada em quatro gêneros: *Stenocereus*, *Cereus*, *Selenicereus* e *Hylocereus* (LE BELLEC, 2006), sendo o gênero *Hylocereus* o que expressa um maior destaque. No mundo, as espécies *H. costaricensis* e a *H. undatus* são as duas mais cultivadas e comercializadas (GALVÃO et al., 2016).

No Brasil, o cultivo vem ganhando bastante espaço principalmente nos estados de São Paulo, Santa Catarina, Pará, Bahia, Paraná, Mato Grosso e Rio Grande do Sul, sendo expandidas rapidamente entre os pequenos produtores no território catarinense devido suas características de rusticidade, por ser uma cultura de fácil manejo e por ter um alto valor agregado dos frutos (LONE et al., 2020). Na região Nordeste a Chapada do Apodi, localizada no estado do Ceará, vem apresentando destaque com uma acelerada expansão da produção (NUNES et al., 2014).

Segundo Oliveira (2019), essa expansão ocorre entre os municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré, onde iniciou seu cultivo a aproximadamente dez anos, havendo um incremento de área produtiva entre os anos de 2014 e 2018 de 166%, sendo relatado por produtores locais que no ano de 2018 os cultivos somaram cerca de 40 hectares. Ainda ressalta que a produção é comercializada a preços altos nas principais redes de supermercados de Fortaleza (CE) e/ou nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Rio de Janeiro e São Paulo.

Segundo Santana (2019), além do Ceará, no Nordeste brasileiro os estados da Bahia, Rio Grande do Norte e Pernambuco são os que apresentam maior destaque na produção, tendo o estado do Ceará contribuído nos centros de abastecimento do país com 2,5% dos frutos comercializados no primeiro semestre de 2019. O autor ainda relata que nesse estado os frutos são comercializados de acordo com uma classificação, sendo classe I (acima de 250g) para mercados mais exigentes, classe II (entre 100g e 250g) mercados menos exigentes e classe III (abaixo de 100g) em geral utilizado para produção de polpa.

Por sua produção já iniciar no primeiro ano após o plantio conferindo rápido

retorno econômico aos produtores e, devido seu metabolismo se adaptar às condições em que a água é fator limitante, seu cultivo pode ser apropriado para áreas em que não seria possível a exploração de outras frutíferas que necessitam de uma maior quantidade de água para produzir (SILVA, 2014).

Portanto, plantas do gênero *Hylocereus* por realizarem metabolismo CAM conseguem adaptar às condições xerofíticas e, ao mesmo tempo, tornam uma cultura alternativa eficiente ao uso da água e de alto valor para os agricultores no Nordeste brasileiro, já que essa região sofre com problemas de escassez de água devido à irregularidade das chuvas (MIZRAHI, 2014).

Segundo Almeida (2013), a pitia apresenta alto potencial para cultivo por produtores nordestinos, pois esta cultura possui tolerância ao déficit hídrico, baixo custo de implantação e manutenção comparado com outras frutíferas tradicionais, precocidade em relação à produção de frutos, além do alto valor de mercado.

Segundo Santana (2019), apesar do consumo de frutas concentrarem nos frutos tradicionais como banana, maçã, manga, uva, goiaba, laranja, entre outras, a pitia vêm se destacando dentre as frutas exóticas tanto no mercado nacional como mundial.

Embora não seja uma frutífera tradicional, essa cultura apresenta alto valor no mercado e tem atraído o interesse dos consumidores não só pela aparência exuberante dos frutos, como também, por suas características nutricionais (HUA et al., 2018). Regula a pressão arterial por ação da substância captina presente no fruto (DONADIO, 2009), apresenta conteúdo fotoquímicos como polifenóis, flavonoides e vitamina C (SONG et al., 2016), combate ao diabetes e Mal de Alzheimer (ABDILLE et al., 2005; HERBACH et al., 2006), pode ser uma alternativa promissora ao controle ou tratamento de dislipidemia e hiperglicemia (HOLANDA et al., 2021) e câncer (WU et al., 2006). As sementes contêm um óleo suavemente laxante (CRANE E BALERDI 2005), apresentando elevado conteúdo de lipídeos funcionais e que pode ser utilizado com uma nova fonte de óleo essencial (LIM et al. 2010). Desse modo, alcançando preços atrativos e compensadores para o produtor.

A pitia vermelha (*Hylocereus undatus* Haw) possui sabor agradável, levemente adocicado, sendo extremamente atrativa para os consumidores, como também é vista como uma alternativa potencialmente viável para produtores por obterem um melhor aproveitamento de solos pedregosos, arenosos e maciços

rochosos (ANDRADE et al., 2008).

A cultura pode se adaptar a diversas condições climáticas e regiões, porém deve ser cultivada sob condições de adequado manejo, sendo considerado o ideal temperaturas variando entre 18 e 26 °C, com altitude de 0 até 1.850 m acima do nível do mar, com pluviosidade entre 1.200 e 1.500 mm anuais (DONADIO, 2009). Atualmente, é cultivada em diversas regiões tropicais e subtropicais, como Tailândia, Filipinas, Vietnã, Malásia e sul da China (MATAN et al., 2017).

No Brasil, existem espécies nativas do Cerrado que vegetam naturalmente sobre troncos de árvores, solos arenosos, maciços rochosos, dentre elas, tem um destaque para a *Hylocereus setaceus* também conhecida como pitaia baby ou saborosa, de casca vermelha contendo espinhos e polpa branca, e que já dispõe de pequenas áreas de cultivo (JUNQUEIRA et al., 2002). Segundo Calvente (2010), no País há em torno de 37 gêneros dessa família, distribuídas em diversos ambientes, tais como o Cerrado, a Mata Atlântica e, principalmente, a Caatinga.

3.2 Propagação da pitaia

As pitaias podem se reproduzir tanto de forma sexuada como assexuada. A propagação assexuada ocorre por meio da regeneração de células de partes da planta mãe que formará um novo indivíduo pelo processo de divisão celular (FERNANDES et al., 2019). Para a pitaia o método de propagação assexual, por meio da estaquia é o mais utilizado entre produtores, devido ao manejo mais simples e rápido para a formação de mudas (LONE et al., 2020). Os produtores utilizam bastante esse método quando necessitam obter plantações uniformes e precocidade na produção (GUNASENA et al., 2007).

A propagação sexuada é realizada por meio da fusão dos gametas masculino e feminino no interior do óvulo, dando origem a um zigoto que irá se desenvolver e produzir uma semente que posteriormente poderá dar origem a uma planta.

A propagação por meio seminífero é proveitosa já que os frutos apresentam grande quantidade de sementes e germinam com facilidade (GOMES, 2014). Com valores acima de 80% de sementes germinadas (QUEIROGA et al., 2021). Além disso, é de suma importância a utilização da reprodução sexual para os programas de melhoramento pela obtenção de diversidade genética (LONE et al., 2014).

Sendo assim, esse método é mais utilizado quando deseja obter variabilidade, pois é um princípio básico para programas de melhoramento em que se deseja obter características desejáveis (ANDRADE et al., 2008). Outro fator importante desse método é que ele preserva a diversidade dos recursos fitogenéticos e a conservação de espécies por meio dos bancos de germoplasma (RUTHS et al., 2019).

A propagação por sementes traz mais benefícios comparados ao vegetativo quando o assunto é a disseminação de doenças, levando em consideração que se a matriz utilizada não for saudável, seus clones também não serão e com isso podendo comprometer todo o plantio (GOMES, 2014). No entanto, esse método propagativo pode apresentar desuniformidade, além de que a produção inicial é mais tardia quando comparada ao método vegetativo (MARQUES et al., 2010).

Nesse método de propagação é necessário ter cuidados quanto à profundidade de semeadura, que deve ser superficial, e pode ocasionar perdas de vigor consequentes do armazenamento inadequado das sementes que pode induzir a uma germinação desuniforme e demorada (MARQUES et al., 2010).

Ainda existem poucas informações disponíveis sobre os fatores que podem afetar a germinação de sementes de cactáceas, principalmente as pertencentes ao gênero *Hylocereus*, porém, sabe-se que a germinação é sensível às adversidades ambientais especialmente déficit hídrico e salinidade (CARVALHO, 2020).

3.3 Estresses hídricos na germinação

A fase germinativa é bastante dependente da disponibilidade de água, pois é a partir da reidratação dos tecidos que ocorre à aceleração das atividades metabólicas que fornecerão a energia necessária para o crescimento do eixo embrionário e consequentemente a protrusão radicular, porém, esse fornecimento de água pode ocorrer de forma inadequada, ou seja, diferente da quantidade ideal requerida pela espécie para germinar e desenvolver a plântula de modo eficiente (MARCOS FILHO, 2015). Esse fato ocorre principalmente em regiões áridas e semiáridas que apresentam escassez de água.

Nessas regiões a deficiência hídrica é citada como uma das principais restrições ao processo germinativo da maioria das espécies agricultáveis (GUEDES et al., 2013), pois para as sementes conseguirem germinar devem atingir um teor

mínimo de água, esse teor em geral varia muito entre as espécies, e que demora mais para ser atingido quando o potencial hídrico do substrato é mais baixo (BRADFORD, 1995), conseqüentemente, afetando a velocidade e a porcentagem de germinação. Geralmente em sementes, a característica vigor é ainda mais afetada do que a germinação, quando são submetidas à deficiência hídrica por soluções osmóticas (MACHADO NETO et al., 2004, MORAES; MENEZES, 2003).

A disponibilidade de água é um fator importante para a ocorrência da germinação, uma vez que está intimamente envolvida de forma direta e indireta em todas as etapas do metabolismo germinativo, atuando, como um agente estimulador e controlador, pois, além de promover o rompimento do tegumento, favorece então a entrada do oxigênio, proporciona aumento no volume do embrião e dos tecidos de reserva, estimula as atividades metabólicas básicas, favorecendo o crescimento do eixo embrionário (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000; MARCOS FILHO, 2005). Principalmente em regiões áridas e semiáridas essa disponibilidade de água em geral é abaixo do ideal sendo assim um fator limitante para a germinação (MARCOS FILHO, 2015).

Por tanto, potenciais osmóticos muitos negativos, principalmente no início do processo germinativo na fase de embebição das sementes, atrasam e diminuem a germinação, assim como a sua velocidade (BOTELHO; PEREZ, 2001), além disso, o estresse hídrico pode induzir a semente e a plântula a uma menor resistência a condições ambientais adversas (KAPPES et al., 2010).

Durante a germinação, potenciais hídricos mais negativos no substrato reduzem a entrada de água para as células, podendo ainda afetar de forma extrema, cessando a difusão de água através do simplasto, comprometendo diretamente o processo germinativo (SOUZA; CARDOSO, 2000).

Estudos científicos relacionados com a resposta germinativa de sementes à condição de estresses artificiais têm sido considerados bastante importantes para a ecofisiologia, além de contribuir para a identificação e avaliação dos limites de tolerância de sobrevivência e adaptação das espécies às condições ambientais adversas, tais como seca calor e salinidade do solo (GUEDES et al., 2013).

Segundo Ortiz et al. (2014), avaliando três genótipos de pitaiá, detectou que esses genótipos foram suscetíveis ao estresse hídrico durante o processo de germinação em gradientes de potencial osmótico menores que -0,2 MPa obtidos com

o polímero PEG 6000. Foi observado também que a partir deste potencial houve uma redução na porcentagem e no índice de velocidade de germinação e consequente aumento no tempo médio de germinação, destacando que mesmo a pitia sendo uma cactácea considerada como uma espécie tolerante à deficiência hídrica, demonstra ser sensível a este fator durante o processo germinativo.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes e Mudanças (LABASEM) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Pombal, localizado no município de Pombal, Paraíba, Brasil. As sementes foram obtidas de frutos maduros de duas espécies de pitia: *Hylocereus undatus* (casca vermelha e polpa branca) e *Hylocereus costaricensis* (casca vermelha rosada e polpa vermelha) oriundas de centros comerciais situado no município de João Pessoa, Paraíba, Brasil.

A polpa foi extraída manualmente dos frutos com o auxílio de uma colher e colocada em um béquer contendo uma solução de água e sacarose (25 g L⁻¹). Essa mistura foi deixada por 48 h em temperatura ambiente para promover o processo de fermentação e assim facilitar a extração das sementes. A seguir a solução foi peneirada em água corrente para eliminação dos resíduos da polpa e retenção das sementes, as quais foram postas sobre papel e secas à sombra em temperatura ambiente por 72 h.

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, seguindo esquema fatorial 2 x 6, tendo como tratamentos a combinação de duas espécies de pitia (*H. undatus* e *H. costaricensis*) e seis gradientes de potencial hídrico (0; -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa), empregando-se quatro repetições de 50 sementes por tratamento.

Para simular o estresse hídrico foi utilizado o polietilenoglicol 6000 (PEG), cujas soluções com os diferentes gradientes de potencial osmótico foram obtidas de acordo com os métodos descritos por Braccini et al. (1998).

As sementes foram previamente desinfestadas com hipoclorito de sódio a 2% por cinco minutos, em seguida lavadas em água corrente para eliminar o excesso da solução e então avaliadas quanto a sua qualidade fisiológica.

4.2 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

4.2.1 Teste de germinação (G):

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, semeadas sobre papel “mata-borrão”, previamente esterilizado e umedecido com as soluções de PEG no volume (mL) equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco, com duas folhas na base distribuídas em caixas de acrílico transparentes tipo “Gerbox®” com dimensões 11 x 11 x 3,5 cm e mantidas em câmara de germinação do tipo B.O.D *Biochemical Oxigenar Demand* sob a temperatura constante de 25 °C com fotoperíodo de 12 h. A avaliação da germinação ocorreu aos 23 dias, após estabilização da germinação, sendo consideradas germinadas aquelas que apresentaram radícula maior ou igual a 2 mm. Os resultados obtidos foram expressos em porcentagem de germinação considerando o número de plântulas normais formadas (BRASIL, 2009).

4.2.2 Primeira contagem de germinação (PCG):

Realizado juntamente com o teste de germinação. Os valores da primeira contagem de germinação foram adquiridos determinando-se o percentual de plântulas normais no sétimo dia após a semeadura, e os resultados expressos em porcentagem (%).

4.2.3 Índice de velocidade de germinação (IVG):

Este teste foi estabelecido juntamente com o teste de germinação. As avaliações das plântulas normais foram realizadas diariamente, a mesma hora, a partir da primeira manifestação visível da germinação até o último dia de avaliação da germinação. O índice de velocidade de germinação foi calculado de acordo com o método descrito por Maguire (1962).

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + (G3/N3) ++... + (Gn/Nn)$$

Em que: G1, G2, G3,..., Gn = número de plântulas computadas na primeira, segunda, terceira e última contagem; N1, N2, N3, ..., Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, terceira e última contagem.

4.2.4 Tempo médio de germinação (TMG):

Estabelecido juntamente com o teste de germinação. As avaliações das plântulas normais foram realizadas diariamente, a mesma hora, a partir da primeira manifestação visível da germinação até o último dia de avaliação da germinação. O tempo médio de germinação foi determinado de acordo com o método descrito por Labouriau (1983).

$$TMG = \sum n_i t_i / \sum n_i$$

Em que: n_i = número de sementes germinadas por dia e t_i = tempo de incubação em dias.

4.2.5 Velocidade média de germinação (VMG):

Estabelecido juntamente com o teste de germinação. As avaliações das plântulas normais foram realizadas diariamente, a mesma hora, a partir da primeira manifestação visível da germinação até o último dia de avaliação da germinação. A velocidade média de germinação foi calculado através da fórmula descrita por Labouriau e Valadares (1976).

$$VMG = 1/t$$

Em que: t = tempo médio de germinação, com unidade de dias⁻¹.

4.2.6 Comprimento de radícula (CRA):

Para avaliação do comprimento de radícula, quatro repetições de 10 sementes por tratamento foram distribuídas sobre folhas de papel "mata-borrão", no interior de caixas "Gerbox®", umedecidas o equivalente a 2,5 vezes o seu peso seco com as diferentes solução PEG 6000, e acondicionadas em câmaras do tipo B.O.D. com a temperatura regulada a 25 °C e fotoperíodo de 12h. A avaliação foi realizada no 10º dia após semeadura, e as plântulas normais tiveram sua raiz principal medida com o auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em cm.

4.2.7 Comprimento da parte aérea (CPA):

O comprimento da parte aérea de plântulas normais foi mensurado, considerando do colo até o ápice da parte aérea das plântulas normais, com o auxílio de uma régua graduada e os resultados expressos em centímetros (cm);

4.2.8 Massa Fresca de plântula (MFP):

Após as medições de parte aérea e raiz, as plântulas foram pesadas em balança analítica de precisão e os resultados expressos em gramas.

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram transformados para $(x+0,5)^{0,5}$ e submetidos à análise de variância pelo teste F com 5% ($P < 0,005$) de significância. As médias obtidas para as espécies foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, enquanto os dados para os potenciais hídricos foram submetidos a análise de regressão. Para as análises estatísticas foi utilizado o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2019).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 1 e 2), a interação entre as duas espécies de pitua e os diferentes gradientes de potencial hídrico foi significativa para as variáveis germinação, primeira contagem, índice de velocidade, tempo médio e velocidade média de germinação; e para o comprimento de radícula. Já as variáveis comprimento da parte aérea e massa fresca de plântula, apresentaram diferenças significativas apenas para o fator isolado potencial hídrico.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para as variáveis germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de germinação (IVG) e tempo médio de germinação (TMG) de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos.

Quadrados Médios					
Fontes de Variação	GL	G	PCG	IVG	TMG
Espécies (E)	1	35,7594**	3,4952**	0,9885**	4,3180**
Potencial Hídrico(PH)	5	106,0833**	60,4439**	3,8918**	12,3461**
E X PH	5	8,4386**	3,1262**	0,2154**	4,5210**
Resíduo	36	0,1057	0,1048	0,0040	0,0015
Reg. Linear	1	443,4551**	188,1056**	15,2837**	48,5891**
Reg. Quadrática	1	51,6616**	97,3894**	3,5779**	0,0679**
Desvio	3	11,7667**	5,5748**	0,1992**	4,3579**
Regressão					
CV %	-	9,17	14,70	5,32	2,20

GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; **, * = significativo a 1% e 5% de probabilidade; ns= não significativo.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para as variáveis velocidade média de germinação (VMG), comprimento de radícula (CRA), comprimento da parte aérea (CPA) e massa fresca de plântula (MFP), de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos.

Quadrados Médios					
Fontes de Variação	GL	VMG	CRA	CPA	MFP
Espécies (E)	1	0,0005**	0,0038 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,0476 ^{ns}
Potencial Hídrico(PH)	5	0,0113**	0,3151**	0,5981**	0,0151**
E X PH	5	0,0004**	0,0024*	0,0013 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Resíduo	36	0,000003	0,0003	0,0018	0,000037
Reg. Linear	1	0,0466**	1,1226**	2,1176**	0,0512**
Reg. Quadrática	1	0,0084**	0,3642**	0,7358**	0,0217**
Desvio	3	0,0005**	0,0295**	0,0456**	0,0008**
Regressão					
CV %	-	0,22	2,36	4,92	0,83

GL= grau de liberdade; CV= coeficiente de variação; **, * = significativo a 1% e 5% de probabilidade; ns= não significativo.

Sementes da espécie *H. undatus* apresentaram as melhores média de germinação, superando significativamente a germinação das sementes da espécie *H. costaricensis* (Tabela 3). As duas espécies demonstraram-se sensíveis à restrição hídrica, com elevado comprometimento de suas manifestações fisiológicas em potencial osmótico inferior a -0,4 MPa. A espécie *H. undatus*, possivelmente, por apresentar maior qualidade fisiológica de suas sementes, tolerou potenciais osmóticos de até -0,2 MPa, sem alterações significativas na sua germinação, enquanto sementes da espécie *H. costaricensis* reduziram consideravelmente sua germinação a partir deste potencial osmótico. Independente da espécie estudada, não se observou germinação das sementes de pitaias em potenciais osmóticos inferiores a -0,6 MPa (Figura 1).

Tabela 3. Germinação de sementes de pitaias (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Potencial Hídrico	Germinação (%)	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	9,5889 a	7,5336 b
-0,2	9,5111 a	5,7398 b
-0,4	5,2380 a	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5) \wedge 0,5$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

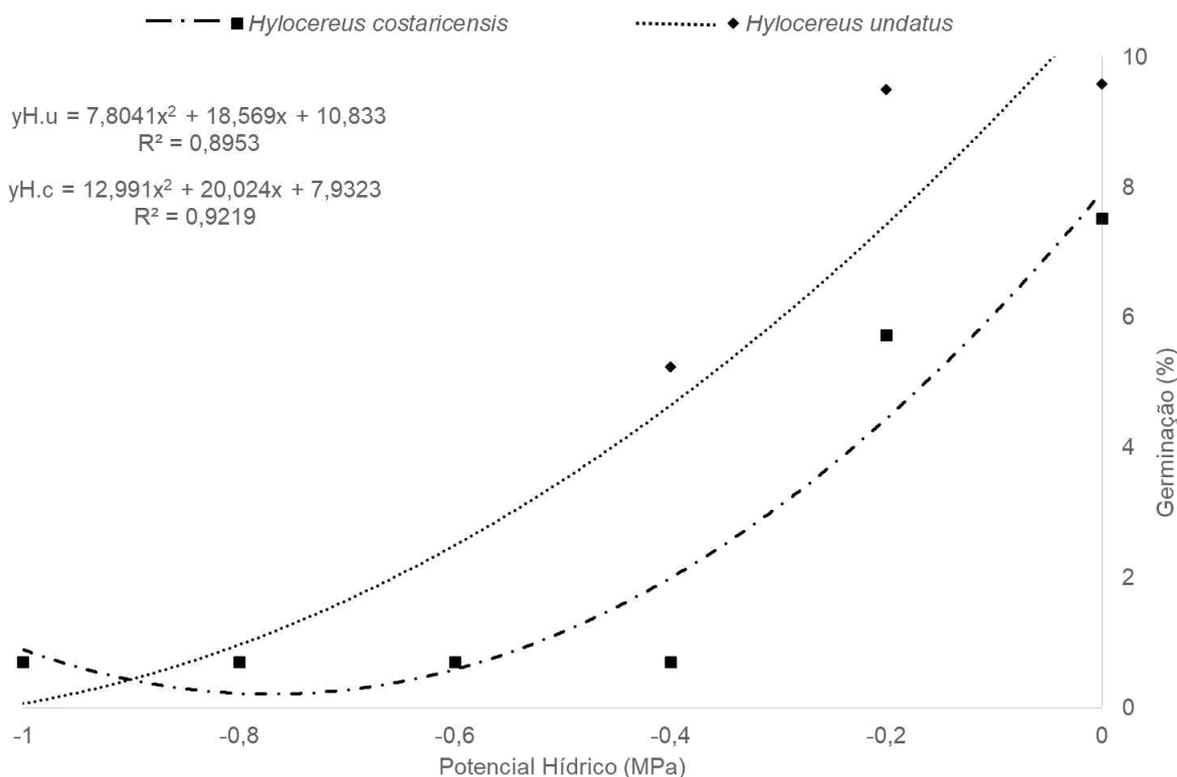


Figura 1. Germinação de sementes de pitaya (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Resultados semelhantes foram obtidos por Ortiz et al. (2014), avaliando três genótipos de pitaya, sendo um deles *H. undatus* e dois híbridos, observaram que *H. undatus*, quando submetido ao potencial -0,6 Mpa, não apresentou germinação.

Carvalho (2020), avaliando atenuantes pré-germinativos em sementes de pitaya verificou uma redução de 51 pontos percentuais na germinação da *H. undatus* e 27 pontos percentuais para *H. costaricensis* submetida ao estresse hídrico com solução de PEG 6000 a -0,2 MPa em relação a testemunha, sem condição de estresse.

A espécie *H. undatus* obteve as maiores média na primeira contagem de germinação (PCG) no tratamento controle. Naturalmente, as sementes de *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). No tratamento com estresse hídrico de -0,2 Mpa não houve diferença significativa entre os genótipos (Tabela 4).

Tabela 4. Primeira contagem de germinação de sementes de pitiaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Primeira contagem de germinação		
Potencial Hídrico	Espécies	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	9,0767 a	5,9878 b
-0,2	2,9297 b	2,7804 b
-0,4	0,7071 b	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Os valores de vigor das espécies de pitiaia *H. undatus* e *H. costaricensis*, caracterizados pela primeira contagem de germinação, submetidas ao estresse hídrico, foram afetados com a diminuição do potencial hídrico (Figura 2). Na PCG a espécie *H. undatus* apresentou um decréscimo de 67,73% no tratamento com potencial hídrico -0,2 MPa em relação ao controle, já para *H. costaricensis* houve uma redução de 53,57%. Contudo, foram observadas reduções mais acentuadas para as espécies em potenciais inferiores a -0,2 MPa.

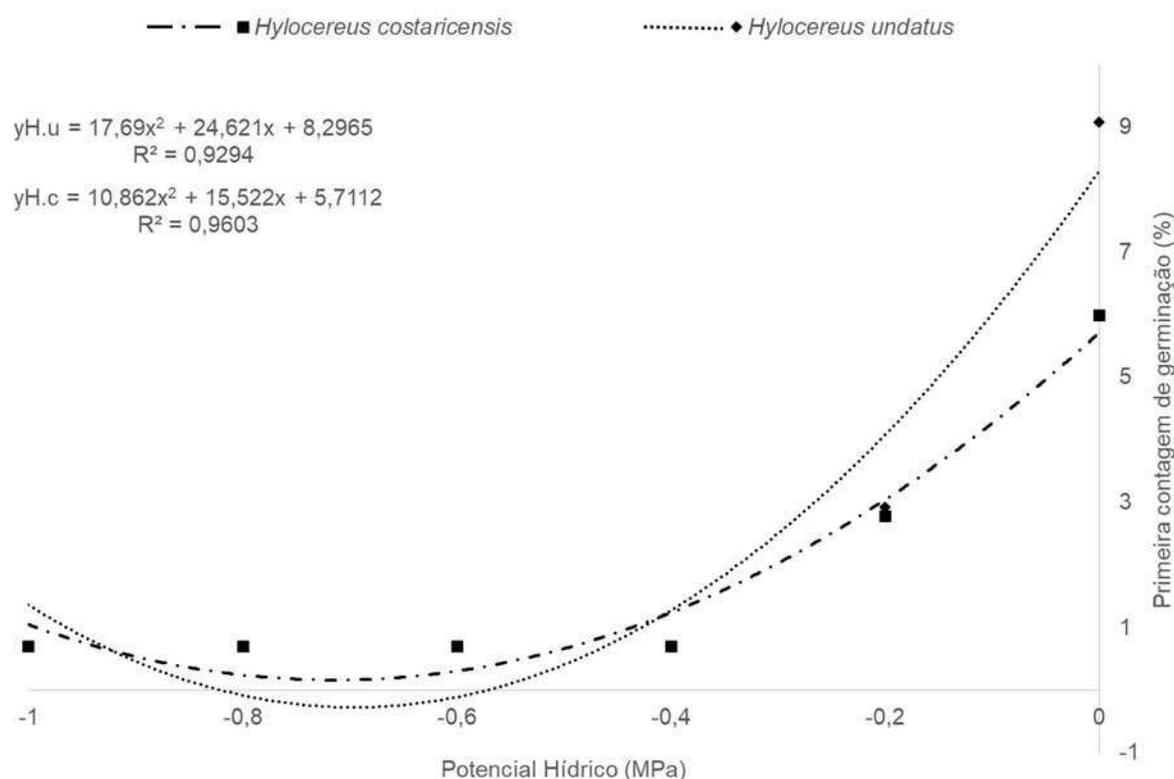


Figura 2. Primeira contagem de germinação de sementes de pitiaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Quanto ao índice de velocidade de germinação (IVG), as sementes da espécie *H. undatus* apresentaram os maiores valores quando comparadas com a *H. costaricensis* (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de velocidade de germinação de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Índice de velocidade de germinação		
Potencial Hídrico	Espécies	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	2,6249 a	2,0091 b
-0,2	2,1593 a	1,4616 b
-0,4	1,1157 a	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Reduções no vigor, caracterizado pelo IVG, ocorreram nas sementes de ambas espécies na medida em que se reduziu o potencial osmótico da solução de embebição, com comprometimento total do vigor em potenciais inferiores a -0,4 MPa (Figura 3).

Silva et al. (2020) avaliando a resposta germinativa de sementes de cactáceas, verificaram que a medida que diminuía os potenciais hídricos ocorria uma redução no índice de velocidade de germinação em sementes de facheiro e mandacaru.

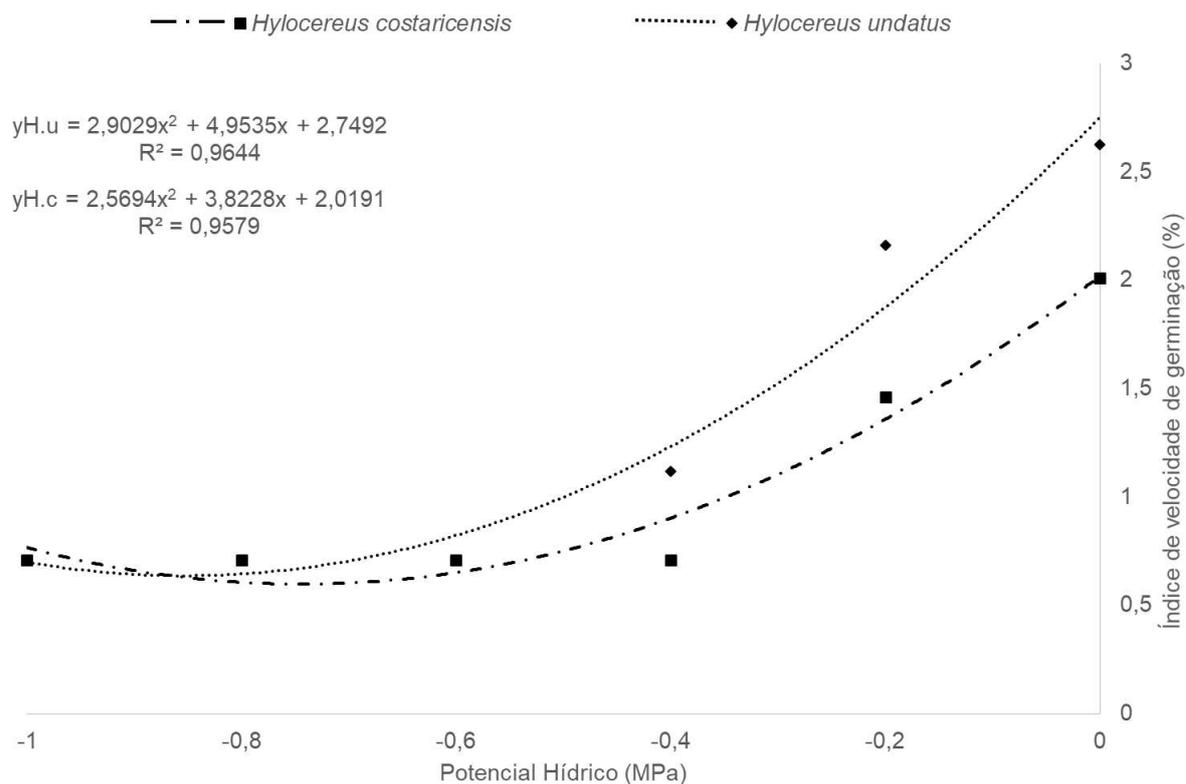


Figura 3. Índice de velocidade de germinação de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

As sementes de *H. undatus*, quando não submetidas a restrição hídrica, exibiram um menor tempo médio de germinação quando comparada com as sementes de *H. costaricensis*, confirmando a maior qualidade fisiológica das sementes daquela espécie de pitaiá. Contudo, quando submetidas a solução de embebição com o potencial osmótico de -0,2 Mpa, constatou-se que as sementes de *H. undatus*, tenderam a apresentar maior tempo médio de germinação (Tabela 6). Esta tendência em aumentar o tempo médio de germinação, mediante a redução do potencial osmótico da água de embebição, é consequente do maior tempo necessário para que os tecidos das sementes se hidratem, visto que a água torna-se menos disponível para a semente, reduzindo o tempo necessário para o cumprimento das fases do processo germinativo, com a consequente redução de sua atividade metabólica (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Nesse sentido, Marcos Filho (2005), ressalta que a presença de um nível adequado de hidratação é primordial para que ocorra a reativação do metabolismo e consequentemente o crescimento do eixo embrionário.

Tabela 6. Tempo médio de germinação de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Potencial Hídrico	Tempo médio de germinação	
	Espécies	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	2,7671 b	2,9755 a
-0,2	3,4378 a	3,2893 b
-0,4	4,3672 a	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

A redução do potencial osmótico da água de embebição tende a comprometer a qualidade fisiológica das sementes de pitaia de ambas as espécies. No entanto, as sementes de *H. undatus* possuem maior tolerância ao estresse hídrico, apresentando manifestações fisiológicas em potenciais osmóticos de até -04 MPa (Figura 4).

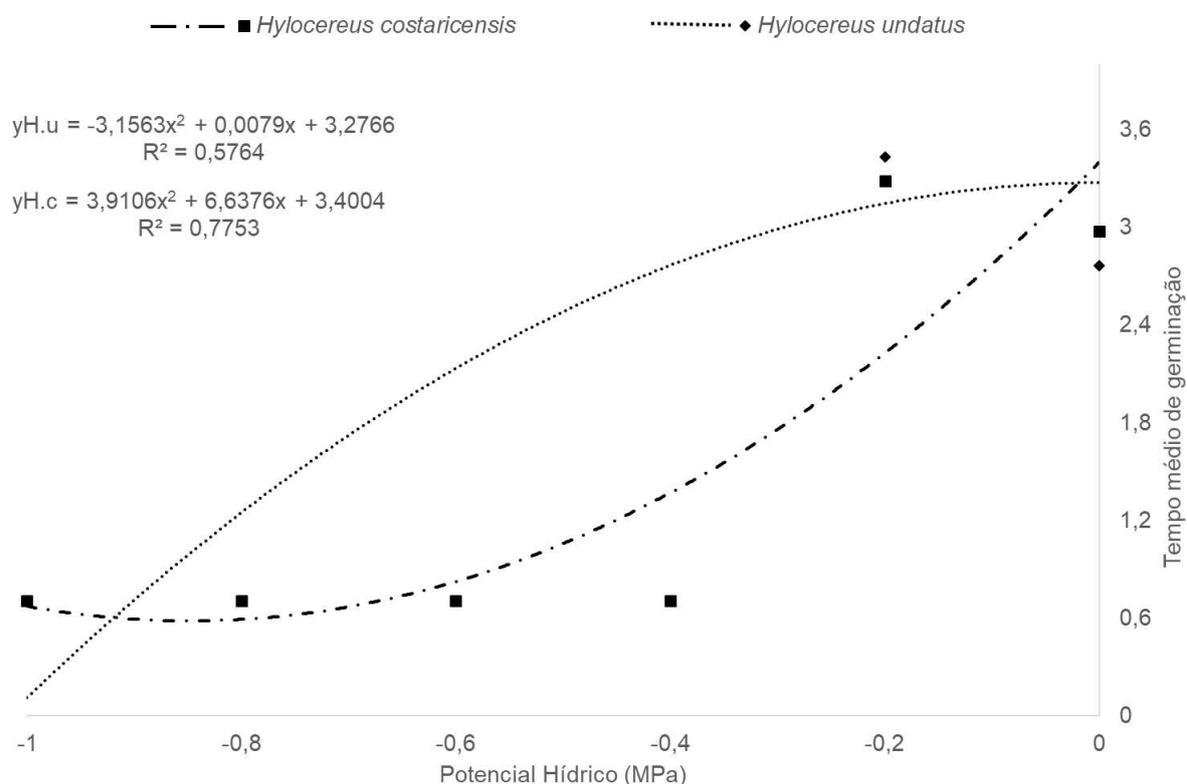


Figura 4. Tempo médio de germinação de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Portanto, o aumento nos valores de tempo médio mediante a diminuição do potencial hídrico, sugeri que as espécies apresentam sensibilidade ao estresse hídrico na fase germinativa. Desse modo, apenas as espécies que possuem tolerância ao estresse hídrico poderão absorver água em quantidades suficientes para desencadear as etapas da germinação (FERREIRA et al., 2017).

Para a velocidade média de germinação (VMG) as sementes da espécie *H. undatus* no tratamento controle obteve uma maior média em relação a espécie *H. costaricensis*, já com a diminuição do potencial no tratamento com estresse hídrico - 0,2 MPa, a espécie *H. costaricensis* apresentou uma maior velocidade de germinação (Tabela 7).

Tabela 7. Velocidade média de germinação de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Potencial Hídrico	Velocidade média de germinação	
	Espécies	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	0,8 a	0,7874 b
-0,2	0,7664 b	0,7729 a
-0,4	0,7432 a	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se um decréscimo na VMG com a redução do potencial hídrico para as duas espécies. Sendo uma redução de 1,85% para a espécie *H. costaricensis* e 4,2% para a *H. undatus* quando submetidos ao potencial hídrico de -0,2. Observando reduções ainda mais acentuadas nos valores inferiores a -0,2 MPa (Figura 5).

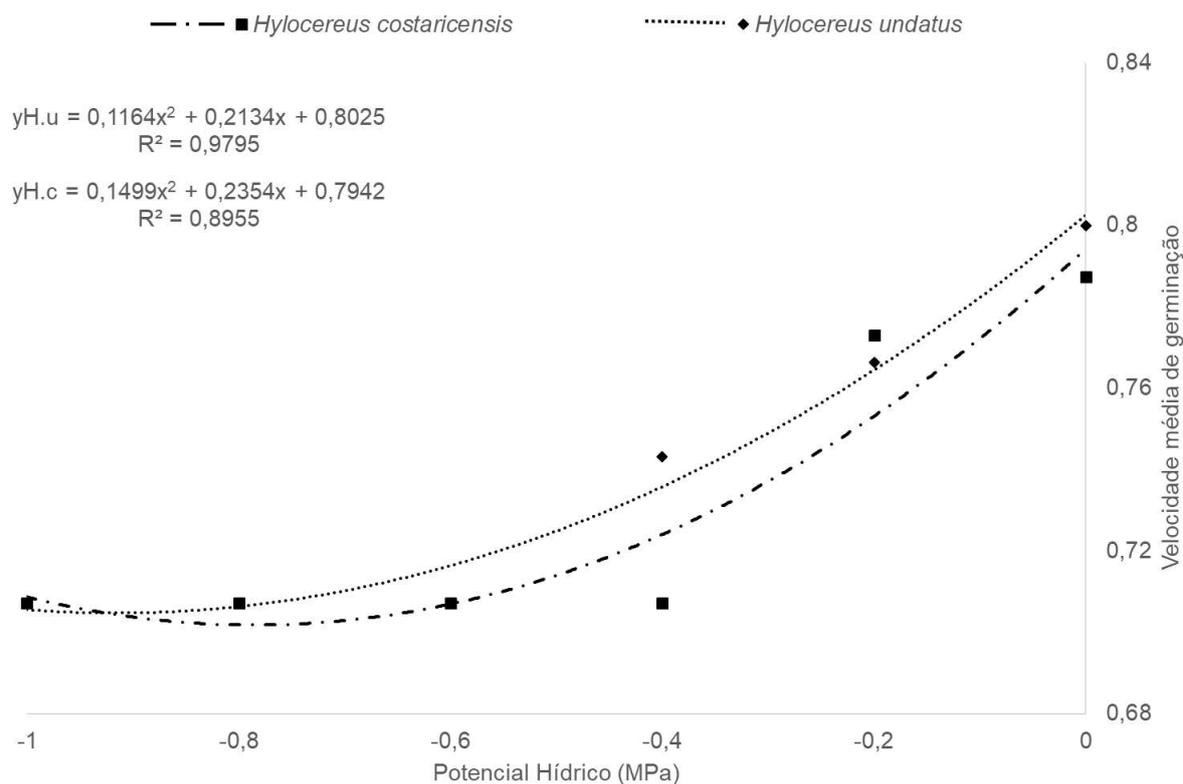


Figura 5. Velocidade média de germinação de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Para o comprimento de radícula no tratamento com estresse hídrico -0,2 MPa não houve diferença significativa entre as espécies (Tabela 8). Porém quando observados as espécies de forma isolada verificou-se uma redução no comprimento de radícula com a diminuição do potencial hídrico (Figura 6). Com a restrição hídrica as sementes absorveram menor quantidade de água afetando seus processos fisiológicos e bioquímicos, o que resultou em uma menor protrusão da raiz primária. Neste sentido, Ferreira e Borghetti (2004) explica que, em condições de baixa disponibilidade hídrica as sementes conseguem ativar inúmeros eventos do processo germinativo (fases I e II) sem que ocorra a protrusão da radícula (fase III), ocasionando atraso no desenvolvimento radicular.

Tabela 8. Comprimento de radícula de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

Potencial Hídrico	Comprimento de radícula	
	Espécies	
	<i>Hylocereus undatus</i>	<i>Hylocereus costaricensis</i>
0	1,2005 a	1,1137 b
-0,2	1,0123 b	0,9911 b
-0,4	0,7071 b	0,7071 b
-0,6	0,7071 b	0,7071 b
-0,8	0,7071 b	0,7071 b
-1,0	0,7071 b	0,7071 b

Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$. Médias seguidas da mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

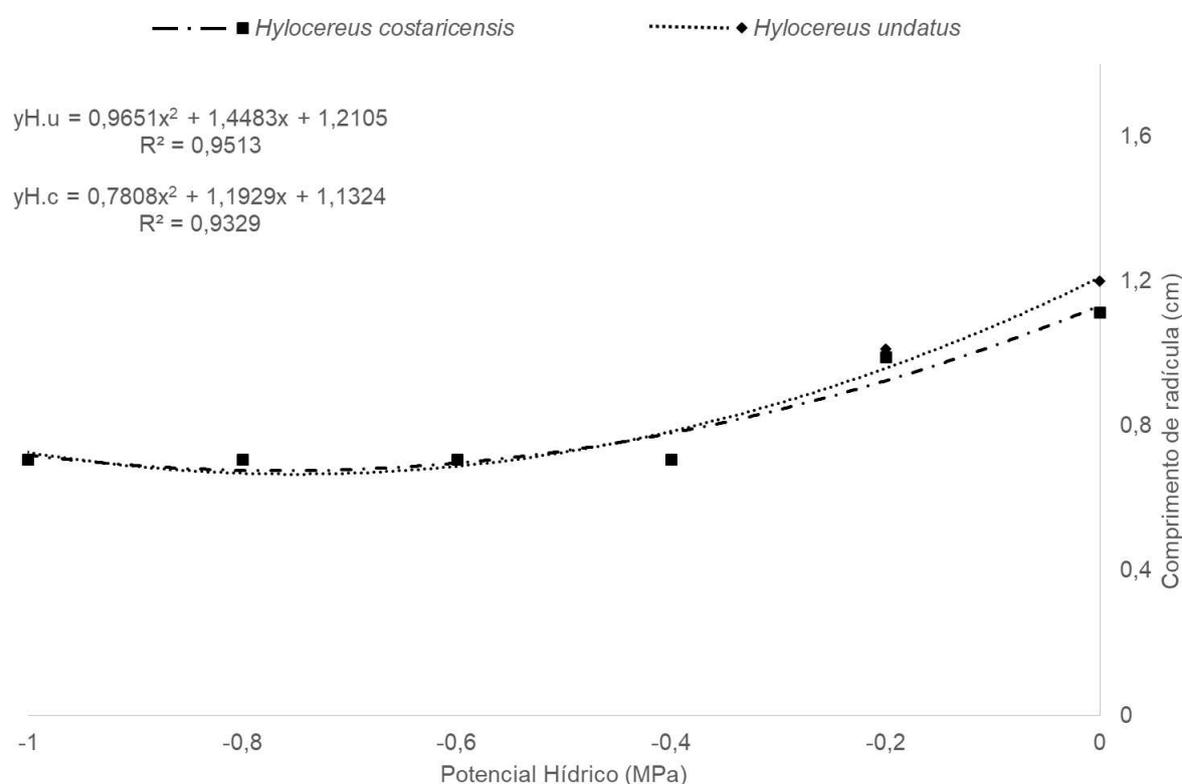


Figura 6. Comprimento de radícula de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Segundo Bewley et al. (2012), a restrição hídrica reduz a velocidade dos processos fisiológicos e bioquímicos, além de limitar a alocação e síntese de reservas para o eixo embrionário. Conseqüentemente, irá proporcionar atraso e menor desenvolvimento das fases de germinação e crescimento de plântulas.

Para o comprimento da parte aérea de plântulas não houve diferença significativa entre as sementes das espécies utilizados. No entanto, quando submetidos ao estresse hídrico -0,2 MPa observou-se um comprometimento dessa variável, sendo verificadas reduções na parte aérea de 0,7 cm para as sementes da espécie *H. undatus* e 0,5 cm para *H. costaricensis* (Figura 7).

Carvalho (2020), observou reduções de 0,6 cm e 1,1 cm no comprimento da parte aérea das plântulas das espécies *H. undatus* e *H. costaricensis* quando submetidos ao estresse hídrico de -0,2 MPa.

De acordo com Bewley e Black (1994), intensidades mais elevadas de estresse hídrico tendem a resultar em menores tamanhos da parte aérea das plântulas. Além disso, os autores ainda ressaltam que o processo de alongamento celular e a síntese de parede são muito sensíveis ao déficit hídrico, e a consequente redução do crescimento é ocasionado pelo decréscimo na turgescência dessas células.

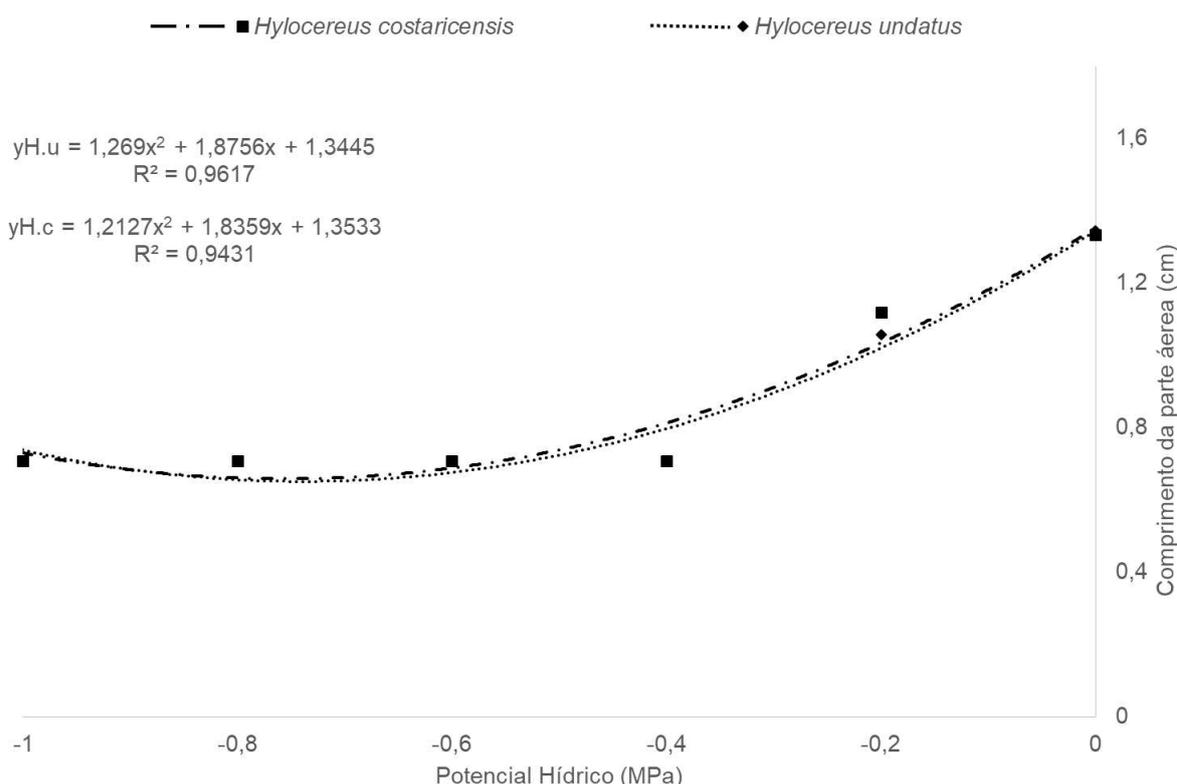


Figura 7. Comprimento da parte aérea de plântulas de sementes de pitaiá (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022. Dados transformados para $(x+0,5)^{0,5}$.

Na massa fresca de plântulas ocorreu redução com a diminuição do potencial hídrico (Figura 8), corroborando com a redução da parte aérea e radicular. Segundo

Ferreira e Borghetti (2004), a baixa disponibilidade hídrica resulta em menor massa da parte aérea de plântulas.

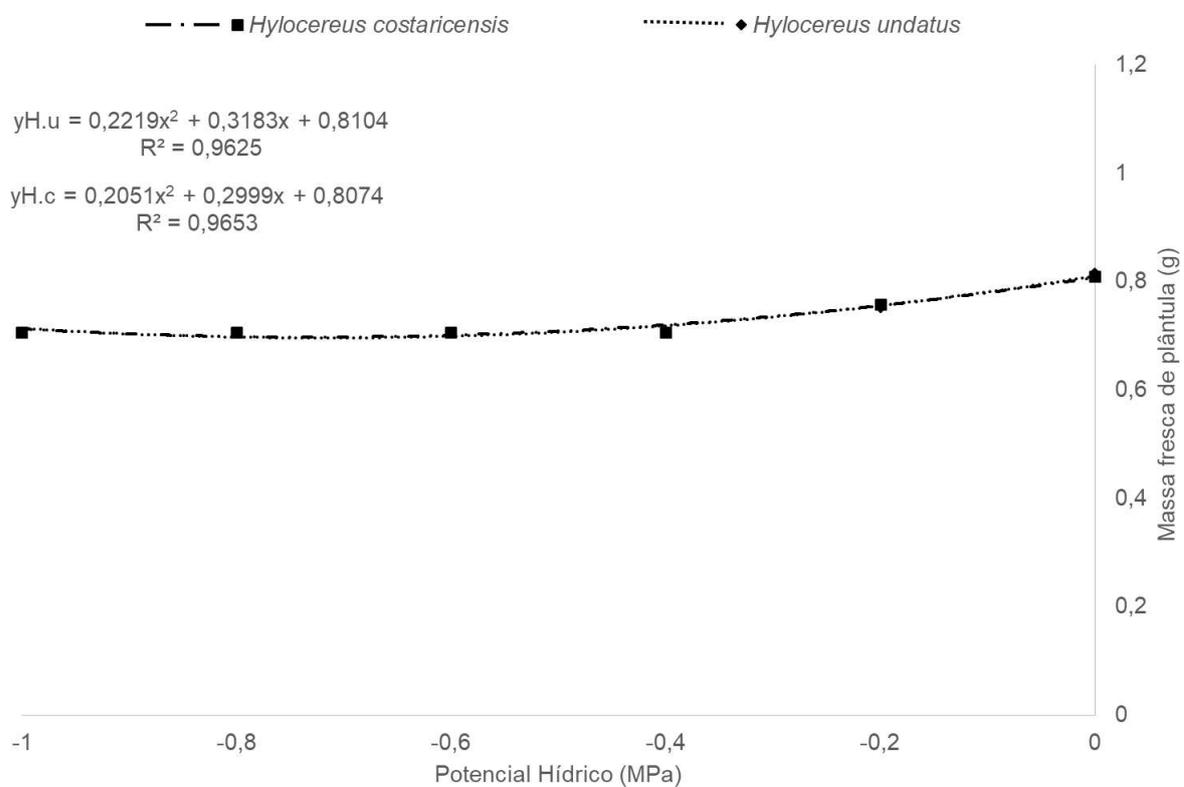


Figura 8. Massa fresca de plântulas de sementes de pitaia (*Hylocereus undatus* e *Hylocereus costaricensis*) submetidas a diferentes potenciais hídricos. Pombal-PB, UFCG, 2022.

6 CONCLUSÃO

A redução dos potenciais osmóticos da água de embebição provoca decréscimos na qualidade e no vigor de sementes de *H. undatus* e *H. costaricensis*.

As espécies *H. undatus* e *H. costaricensis* são sensíveis ao estresse hídrico na fase germinativa.

Potenciais osmóticos inferiores a -0,6 MPa restringem completamente as manifestações fisiológicas das sementes de *H. undatus* e *H. costaricensis*.

7 REFERÊNCIAS

ABDILLE MH, SINGH RP, JAYAPRAKASHA GK, JENA BS. Antioxidant activity of the extracts from *Dillenia indica* fruits. **Food Chemistry**, v.90, n.4, p. 891-896, 2005.

ALMEIDA, E. I. B. **Crescimento inicial de pitaia (*Hylocereus undatus*) em função de combinações de doses de fósforo-zinco e nitrogênio-potássio**. 2013. 86 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Agronomia/fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

ALVES, C. Z.; GODOY, A. R.; CORRÊA, L. S. Adequação da metodologia para o teste de germinação de sementes de pitaia vermelha. **Ciência Rural**, v. 41, p. 779-784, 2011.

ALVES, D. A. J.E.; LIMA, M.A.; SOARES, M. A.; RABELO, J. M.; CRUZ, M. C. M. Ataque de *Trigonaspis* (Fabr.) (Hymenoptera: Apidae: Meliponinae) em pitaia *Hylocereus undatus* (Haw.) e *Hylocereus polyrhizus* (Weber) (Cactaceae) em Couto de Magalhães de Minas, Minas Gerais, Brasil. **EntomoBrasilis**, v.11, n.3, p. 223-225, 2018.

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G.; SILVA, M. T. H. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya-vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 1, p. 183-186, 2007.

ANDRADE, R. A.; OLIVEIRA, I. V. M.; SILVA, M. T. H.; MARTINS, A. B. G. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 1, p. 71-75, 2008.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BOTELHO, B. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. Estresse hídrico e reguladores de crescimento na germinação de sementes de canafístula. **Scientia Agricola**, v. 58, n. 1, p.43-49, 2001.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; ROCHA, V.S. Influência do potencial hídrico induzido por polietilenoglicol na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.9, p.1451-1459, 1998.

BRADFORD, K. J. Water relations in seed germination. In: KIGEL, J. D.; GALILI, G. (eds.) **Seed development and germination**. New York: Marcel Dekker, 1995. p. 351-396.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 365p.

CALVENTE, A. M. **Filogenia molecular, evolução e sistemática de *Rhipsalis* (Cactaceae)**. 2010. 195 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São

Paulo, São Paulo, 2010.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya em Yucatan**. Maxcanú: Yucatán, 1993. 53 p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. Geminação de sementes. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5^a. Ed. Jaboticabal: FUNEPE, 2012, 588p.

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 2000.

CARVALHO, S. M. C. **Tratamentos pré-germinativos em sementes de pitaya (*Hylocereus spp.*)** para atenuação dos estresses abióticos. 2020. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró. 2020.

CRANE JH, BALERDI CF. 2005. Pitaya growing in the Florida home landscape. Orlando: **IFAS Extension of University of Florida**, 9p.

DONADIO LC. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 3, p. 637-929, 2009.

FERNANDES, E. F. R. et al. Efeitos de diferentes substratos no crescimento da pitaya (*Hylocereus costaricensis*) In: **Anais I CONIMAS e III CONIDIS...** Campina Grande: Realize Editora, 2019. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63484>>. Acesso em: 12/03/2022.

FERREIRA, A. C. T.; FELITO, R. A.; ROCHA, A. M.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Water and salt stresses on germination of cowpea (*Vigna unguiculata* cv. BRS Tumucumaque) seeds. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 4, p. 1009-1016, 2017.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 323p.

FERREIRA, Daniel Furtado. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

GALVÃO, E.C.; RAMOS, J. D.; PIO, L. A. S.; LAREDO, R. R.; SILVA, F. O. D. R., MIRANDA, J. M. D. S. Substratos e ácido indol-3-butírico na produção de mudas de pitaya vermelha de polpa branca. **Revista Ceres**, v. 63, n.6, p. 860-867, 2016.

GOMES, G. R. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. 2. ed. **Revista Técnico-científica do CREA-PR**, v.1, n.2, p. 1-10, 2014.

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.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon Fruit *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton and Rose. In: PUSHPAKUMARA, D. K. N.; GUNASENA, H. P.M.; SINGH, V. P. (Eds.) **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. World Agroforestry Centre, South Asia Office: India, p. 110-142.2007.

HERBACH K. M, ROHE M, STINTZING F. C, CARLE R. Structural and chromatic stability of purple pitaya (*Hylocereus polyrhizus* [Weber] Britton & Rose) betacyanins as affected by the juice matrix and selected additives. **Food Research International**, v.39, n.6, p. 667–677, 2006.

HOLANDA, M. O.; LIRA, S. M.; SILVA, J. Y. G.; MARQUES, C. G.; COELHO, L. C.; LIMA, C. L. S.; COSTA, J. T. G.; SILVA, G. S.; SANTOS, G. B. M.; ZOCOLO, G. J.; DIONÍSIO, A. P.; GUEDES, M. I. F. Intake of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (FAC Weber) Britton & Rose) beneficially affects the cholesterol profile of dyslipidemic C57BL/6 mice. **Food Bioscience**, v. 42, p. 101181, 2021.

HUA, Q.; CHEN, C.; TEL ZUR, N.; WANG, H.; WU, J.; CHEN, J.; ZHANG, Z.; ZHAO, J.; HU, G.; QIN, Y. Metabolomic characterization of pitaya fruit from three red-skinned cultivars with different pulp colors, **Plant Physiology et Biochemistry**, v. 126, p. 117-125, 2018.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. P.; RAMOS, J. D; PEREIRA, A. V. Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. Planaltina: **EMBRAPA Cerrados**, 2002. 18p. (Documentos, 62).

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**, v. 11, n. 2, p.125-134, 2010.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

LABOURIAU, L.G. 1983. **A germinação das sementes**. Secretaria Geral da OEA, Washington, 174 p.

LE BELLEC, F., VAILLANT, F. IMBERT, E., Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61(4), p.237-250, 2006.

LIM H. K, TAN C. P, KARIM R, ARIFFIN, A. A, BAKAR J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, v.119, n.4, p. 1326-1331, 2010.

LIRA, S.M.; DIONÍSIO, A. P.; HOLANDA, M. O.; MARQUES, C. G.; SILVA, G. S.; CORREA, L. C.; SANTOS, G. B. M.; ABREU, F. A. P.; MAGALHÃES, F. E. A.; REBOUÇAS, E. L.; GUEDES, J. A. C.; OLIVEIRA, D. F.; GUEDES, M. I. F.; ZOCOLO, G. J. Metabolic profile of pitaya (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C. Weber) Britton & Rose) by UPLC-QTOF-MSE and assessment of its toxicity and anxiolytic-like effect in adult zebrafish. **FoodResearchInternational**, v.127, p.108701, 2020.

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.

LONE, A.B.; BELTRAME, A.B.; SILVA, D.A.; GUIMARÃES, G.G.F.; HARO, M.M.; MARTINS, R.S. Cultivo de Pitaia. Florianópolis, 2020. 44p. (Epagri. **Boletim Técnico, 196**).

LUO, H; CAI, Y; PENG, Z; LIO, T; YANG, S. Chemical composition and in vitro evaluation of the cytotoxic and antioxidant activities of supercritical carbon dioxide extracts of pitaya (dragon fruit) peel. **Chemistry Central Journal**, v.8, n.1, p.1-7, 2014.

MACHADO NETO, N. B. et al. Hydric stress induced by mannitol and sodium chloride in soybean cultivars. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 04, p. 521-529, 2004.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

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

MARQUES, VIRNA BRAGA. Germinação, fenologia e estimativa do custo de produção da pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. 2010. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Minas gerais. 2010.

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**, v. 50, p. 291-296, 2017.

MERRIAM-WEBSTER. 2017. **Enciclopédia Britânica**. Disponível em: <http://www.merriamwebster.com/dictionary/pitahaya>. Acesso em: 10 Mar. 2022.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 1, p. 124-138, Março 2014.

MOLINA, D. J; CRUZ, J. S. V.; QUINTO, C. D. V. **Producción y expertación de la pitahaya hacia el mercado europeo**. Monografía (Finança). Faculdade de Economia e Negócios, Quito, 115p, 2009.

MORAES, G. A. F.; MENEZES, N. L. Desempenho de sementes de soja sob condições diferentes de potencial osmótico. **Ciência Rural**, v. 33, n. 02, p. 219-226, 2003.

MORAIS, S. G. G.; BORGES, G. S. C. ; G., LIMA, M.S.; MARTÍN-BELLOSO O.; MAGNANI M. Effects of probiotics on the content and bioaccessibility of phenolic compounds in red pitaya pulp. **Food Research International**, v.126, 108681, 2019.

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**, v. 8, n.1, pp. 90-98, 2014.

OLIVEIRA, M. M. T. **Sombreamento na fisiologia, produção e qualidade e efeito da temperatura nos aspectos moleculares da pitaia**. 2019. 121 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

ORTIZ T. A.; GOMES G. R.; TAKAHASHI L. S. A.; URBANO M. R.; STRAPASSON E. Waterandsalt stress in germinating seed sof pitaya genotypes (*Hylocereus* spp.). **African Journal of Agricultural Research**, v.9, n. 50, p. 3610-3619, 2014.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, v.3, n.4, p.220-237, 2012.

QUEIROGA, V. de P. et al. Pitahaya (*Hylocereus* spp.) Sistema produtivo de cactos trepadeiras. **1º edição. Campina Grande: Associação da revista eletrônica a barriguda – AREPB**, 222p. 2021.

RUTHS, R.; BONOME, L. T. S.; TOMAZI, Y.; SIQUEIRA, D. J.; MOURA, G. S.; LIMA, C. S. M. Influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 18, n. 2, 2019.

SANTANA, F. M. de S. **Adubação nitrogenada e potássica no cultivo irrigado de pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.), sob condições tropicais**. 2019. 107 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-graduação em Agronomia/fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SANTOS, T. P. **Produção de mudas por semente e estaquia em pitaia**. 2021. 61p. Dissertação (Mestrado em Sistemas e Produção) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade estadual paulista Júlio de Mesquita Filho, Ilha Solteira-SP, 2021.

SHENG, W. K. W.; JEEVANDRAN SUNDARASEKAR, J.; SATHASIVAM, K.; SUBRAMANIAM, S. Effects of plant growth regulators on seed germination and callus 43 induction of *Hylocereus costaricensis*. **Paquistão Journal of Botany**, Paquistão, v. 48, n. 3, p. 977-982, 2016.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: melhoramento e produção de mudas**. 2014. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, São Paulo, 2014.

SILVA, J. H. C. S.; AZERÊDO, G. A.; TARGINO, V. A. Resposta germinativa de sementes de cactáceas colunares sob diferentes regimes de temperatura e de potencial hídrico. **Scientia Plena**, v. 16, n. 12, 2020.

SONG, H.; ZHENG, Z.; WU, J.; LAI, J.; CHU, Q.; ZHENG, X. White pitaya (*Hylocereus undatus*) juice attenuates insulin resistance and hepatic steatosis in diet-induced obese mice. **PLoS One**, v. 11, n. 2, 2016.

SOUZA, G. M.; CARDOSO, V. J. M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, v. 28, p. 621-630, 2000.

WU L.C.; HSU, H.W.; CHEN Y.C.; CHIU C.C.; LIN Y.I.; HO J.A. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry**, v. 95, n. 2, p. 319-327, 2006. York and London: Plenum Press, 2012. 445p.